

Hamburguesa de *Euthynnus lineatus*: Correlación de los análisis químicos, instrumentales y la percepción sensorial de consumidores.

Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera*, Lorena Guadalupe Ramón-Canul**, Amado Jorge Shain-Mercado*, Yolanda Huante-Gonzalez*, Concepción Martínez-Lievana*, Fátima Karina Delgado-Vidal*, José Manuel Juárez-Barrientos***, Humberto Rafael Bravo-Delgado†, Jesús Rodríguez-Miranda†† & Luling Preza Lagunes†††

Resumen

Hamburguesa de *Euthynnus lineatus*: Correlación de los análisis químicos, instrumentales y la percepción sensorial de consumidores. Se determinó la correlación entre las mediciones instrumentales y químicas con la percepción sensorial de los consumidores para la evaluación de una hamburguesa elaborada a partir de *Euthynnus lineatus*. La composición química proximal se realizó mediante la técnica descrita por la AOAC, los análisis instrumentales consistieron en la medición del color y la fuerza máxima de corte, el análisis sensorial se efectuó mediante la técnica perfil flash. Los datos de los análisis instrumentales, la composición química y el poder discriminante de los consumidores fueron evaluados mediante el análisis de varianza a un factor (producto). La correlación de los datos se realizó mediante el análisis factorial múltiple y la validación de los mismos se realizó con el coeficiente de correlación vectorial R_v . Los resultados reportaron que se encontraron dife-

Abstract

***Euthynnus lineatus* burger: Correlation of chemical analysis, instrumental and sensory perception of consumers.** Fish burgers with Black Skipjack (*Euthynnus lineatus*) were analyzed through the correlation between the physicochemical and instrumental measurements with the sensory perception of consumers. Proximate analysis was made following the AOAC techniques; the instrumental analysis was performed by color and texture measurements. The sensory analysis was made through the flash profile technique. One-way analysis of variance (product) was applied to evaluate the data of instrumental analysis and the chemical composition, as well as the discriminatory power of consumers. Data correlation was validated by multiple factor analysis and the coefficient R_v . The results showed that significant differences ($p < 0.05$) were found between the proximate composition and instrumental analysis. Attributes as brown color, elastic-

Résumé

Steak haché d'*Euthynnus lineatus*: Corrélation entre les analyses chimiques, instrumentales et la perception sensorielle des consommateurs. La relation entre les mesures chimiques et instrumentales et la perception sensorielle des consommateurs a été obtenue afin d'évaluer un steak haché fabriqué à partir d'*Euthynnus lineatus*. La composition chimique immédiate a été déterminée avec la technique décrite par l'AOAC. Les analyses instrumentales ont consisté en une analyse de couleur et de la charge de cisaillement. L'analyse sensorielle a été réalisée avec la technique du profil flash. Les données des analyses instrumentales, la composition chimique et le pouvoir discriminant des consommateurs a été évalué par analyse de variance à un facteur. La corrélation des données a été réalisée par analyse factorielle multiple et la validation a été réalisée grâce au coefficient de corrélation vectorielle. Des différences significatives ont été trouvées ($p < 0,05$) pour

* Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Colonia Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Pochutla, Oaxaca. México. correo electrónico: oax2010@hotmail.com.

** Universidad de la Sierra Sur. Calle Guillermo Rojas Mijangos s/n, Avenida Universidad, Colonia Ciudad Universidad, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, México

*** Estudiante de Doctorado del Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, Km 26.5 Carretera federal Veracruz-Xalapa, Veracruz, México

† Universidad del Papaloapan, campus Tuxtepec. Calle Circuito Central #200. Colonia Parque Industrial, Tuxtepec, Oaxaca. México.

†† Instituto Tecnológico de Durango. Calle Felipe Pescador, Colonia Nueva Vizcaya, Durango, Durango, México.

††† Instituto de Estudios Superiores de Monterrey.

rencias significativas ($p < 0.05$) en los análisis de la composición química e instrumental, los atributos como color café, elástico y suave en boca fueron altamente discriminantes ($p < 0.05$), donde el atributo de elasticidad se correlacionó con los parámetros de fuerza de corte y cantidad de proteínas. Los resultados del coeficiente R_v (sensorial-instrumental) = 0.78 y R_v (sensorial-químico) = 0.61 determinaron una fuerte correlación entre los datos sensoriales, químicos e instrumentales, es por ello, que el uso de consumidores para la descripción sensorial puede ser una alternativa rápida para la correlación con datos de naturaleza instrumental.

Palabras claves: AFM, AGP, color, percepción de consumidores, textura, R_v .

ity and softness in the mouth were highly discriminant ($p < 0.05$), where the elasticity attribute was correlated with the instrumental texture and protein content. The results of coefficient R_v (sensory-instrumental = 0.78 and sensory-physicochemical = 0.61) determined a strong correlation between data of perception of consumers and data of instrumental-chemical composition. Thus, it can be concluded that the use of the consumers for the sensory description can be a fast option for the correlation with instrumental data.

Key words: Color, consumer perception, MFA, GPA, texture, R_v .

les analyses chimiques et instrumentales de composition. Pour les attributs sensoriels, la couleur café et le caractère élastique et doux en bouche ont été très discriminants ($p < 0,05$). L'élasticité a été corrélée avec la charge de cisaillement et la quantité de protéines. Les coefficients R_v (sensoriel-instrumental) = 0,78 et R_v (sensoriel-chimique) = 0,61 ont indiqué une forte corrélation entre les données sensorielles, chimiques et instrumentales. Ainsi, l'utilisation d'un jury de consommateurs peut s'avérer une option rapide pour établir une corrélation avec des données de nature instrumentales.

Mots clefs: AFM, APG, couleur, perception de consommateurs, texture, R_v .

Introducción

Los perfiles sensoriales son una poderosa herramienta dentro de la industria de alimentos, debido a que aportan información para el desarrollo de nuevos productos, reformulación de productos existentes y optimización del proceso de manufactura (Ares *et al.* 2010). Los perfiles sensoriales se realizan mediante jueces que han pasado por un proceso de entrenamiento, dicho entrenamiento requiere de mucho tiempo, el cual genera un gasto excesivo para las pequeñas y medianas empresas que no cuenten con el capital suficiente para llevar a cabo dicho proceso (Husson *et al.* 2001).

Por otro lado, los consumidores han sido considerados por décadas como medios de juicios hedónicos (Ares *et al.* 2010); a pesar de esto, en algunas investigaciones del ámbito sensoriométrico se ha requerido del uso de consumidores para la descripción sensorial de productos, ya que la información puede emitirse de manera rápida. En este sentido, Worch *et al.* (2010) comentan que los perfiles sensoriales obtenidos por medio de los consumidores pueden ser una buena alternativa para obtener un perfil sensorial de manera rápida

y económica, debido a que ellos son capaces de categorizar intrínsecamente al producto en estudio; además son reproducibles y al mismo tiempo comparables con los resultados que puede arrojar un panel de jueces expertos (Husson *et al.* 2001; Faye *et al.* 2004, 2006). Por tal motivo, hoy en día, la evaluación sensorial cuenta con diferentes metodologías que permiten obtener una descripción rápida del producto en estudio; ejemplo de ello, se encuentra el perfil libre elección (PLE), perfil flash (PF) y perfil ultra flash (PUF) los cuales han sido aplicados a personas sin experiencia en descripción sensorial evitando largas sesiones de entrenamiento (Williams & Langron 1985, Dairou & Siefferman 2002, Perrin *et al.* 2008).

Una segunda vertiente del uso de la percepción de los consumidores puede ser el relacionar sus percepciones con parámetros instrumentales y químicos con el fin de validar la similitud de los mismos (Mith *et al.* 2007). Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el grado de relación entre la percepción de los consumidores, las mediciones instrumentales y los parámetros químicos de una hamburguesa elaboradas a base de *Euthynnus lineatus*.

Materiales y métodos

Condiciones experimentales de las muestras de hamburguesas.

Para la elaboración de la hamburguesa se empleó como materia prima *Euthynnus lineatus* (barrilete negro) el cual se adquirió en el mercado local de Puerto Ángel, Oaxaca, México. Se le eliminaron las vísceras, cabeza y piel para obtener los filetes de acuerdo a la metodología de Santiago & Shain (2001). Estos filetes se molieron en un molino de carne, marca Torrey, modelo 2 y posteriormente se procedió a elaborar las formulaciones de las hamburguesas (Tabla 1) de acuerdo a la metodología descrita por Malgarejo & Maury (2002).

Análisis Químicos

La composición química proximal se determinó de acuerdo a la metodología de la AOAC (2002): proteínas cruda (954.01), grasa cruda (920.39), cenizas (923.03) y humedad (925.09). El pH se midió con ayuda de un potenciómetro marca Ultrabasic Denver UB-10 previamente calibrado y se dispersó 1 g de muestra en 10 mL de agua destilada (25 C).

Mediciones instrumentales

La determinación del color se realizó en un colorímetro triestímulo marca Hunter Lab, modelo 45/0L, registrándose los valores de L (Luminosidad) y los parámetros de cromaticidad a^* (color en el eje rojo-verde) y b^* (color en el eje amarillo-azul) (Bochi *et al.* 2008).

Tabla I. Formulaciones de hamburguesas de *Euthynnus lineatus*.

	KAP	2MZ	LOW	NBF	34C
Carne (g)	250	250	250	250	250
Sal (g)	4	4	4	4.2	4.2
Azúcar (g)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Glutamato (g)	0	0.2	0.2	0.2	0
Pimienta (g)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cebolla en polvo (g)	5	2.5	2.5	2.5	5
Polifosfato (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Galleta (g)	0	25	25	25	25
Aceite (g)	0	25	25	25	25
Leche (g)	12.5	12.5	12.5	15	15

La fuerza máxima de corte se determinó en un Texturómetro universal marca Texture Analyser TA-XT2i, realizando 15 determinaciones por muestra.

Caracterización sensorial mediante la técnica perfil flash

Se aplicó la técnica perfil flash (PF) descrita por Dairou & Siefferman (2002) y Delarue & Sieffermann (2004), se usaron 5 estudiantes (hombres) de la Universidad del Mar, Oaxaca, México con edades entre 20 - 24 años. Durante la primera sesión, se les presentaron las muestras y se les pidió que generaran una lista individual de atributos, que les permitiera discriminar las muestras evitando términos hedónicos. Para el desarrollo de los atributos sensoriales, se les instruyó para la percepción y agrupación de los términos de apariencia, textura (en tacto y en boca), olor y aroma por separado. En la segunda sesión se les pidió comparar su lista con el resto del grupo con el objetivo de homogenizar términos.

En la tercera y cuarta sesión, se realizó la evaluación de los productos; para tal efecto, se les pidió clasificar los productos para cada atributo sobre una escala tipo ordinal (Rason *et al.* 2006). Cada sesión tuvo una duración aproximada de 40 a 50 min. Las muestras de hamburguesa fueron presentadas de manera simultánea en orden aleatorio y servido en porciones de 35 g a una temperatura de 45 ± 1 C (Watts *et al.* 1992, Mazzucchelli & Guinard 1999). La valoración de la metodología se realizó por triplicado, dejando 1 h de descanso entre sesiones con el objetivo de evitar adaptación a los atributos (Fortín & Desplancke 2001).

Análisis estadísticos

Aspectos unidimensionales

Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) a un factor (producto) con un $\alpha=0.05$ para: 1) Medir el poder discriminante de los consumidores mediante la prueba de Fisher (F_{producto}) y la probabilidad (p) para determinar los atributos que tienen un efecto significativo que permitan discriminar las muestras de hamburguesas. 2) Determinar si existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre los resultados

de los análisis instrumentales y fisicoquímicos (O'Mahony 1985, Martin 1993, Pagés & Husson 2001, Nogueira *et al.* 2006, Rason *et al.* 2006, Gómez *et al.* 2010).

Aspectos bidimensionales

Los resultados del PF fueron tratados mediante el Análisis generalizado procrusteno (AGP). La correlación de los datos instrumentales, químicos y sensoriales se validó mediante el Análisis factorial múltiple (AFM) y la medición de la similitud entre los diversos análisis se evaluó mediante el coeficiente de correlación vectorial R_v (Husson *et al.* 2001, Abascal & Landaluce 2002, Faye *et al.* 2006, Abdi 2007, Lera *et al.* 2007, Lê *et al.* 2008). Los análisis de datos se realizaron con la ayuda de los programas computacionales Statgraphics plus versión 5.1, 1994 y XLSTAT, versión 2009.

Resultados y discusión

Aspectos unidimensionales

Composición química proximal

En la Tabla II se muestran los resultados de la composición química proximal en la cual se puede observar que las muestras presentan bajo contenido de humedad comparado con los resultados de García *et al.* (2009) quienes reportaron valores de 65.85 % a 68 % de humedad en hamburguesas elaboradas a partir de filete de Cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) con harina de soya texturizada y por los reportado por Bochi *et al.* (2008) quienes reportaron 73.62 % de humedad utilizando como materia prima filete de pez gato (*Rhamdia quelen*) para la elaboración de hamburguesas. Estos porcentajes bajos en el contenido de humedad se pueden deber a diversos factores como el

tiempo y temperatura de cocción, ingredientes usados en la formulación, así como el espesor de la hamburguesa, entre otros.

En el contenido de proteínas se puede observar que la hamburguesa elaborada a partir de barrilete negro (*E. lineatus*) presenta un mayor contenido comparado con lo reportado por Tokur *et al.* (2004) quienes reportaron un contenido de proteína de 17.82 % en hamburguesas elaboradas a partir de carne de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y por García *et al.* (2009) y Elyasi *et al.* (2010) quienes reportaron un contenido de proteínas de 17.57 % y 17.70 %, respectivamente. El mayor contenido de proteínas se encontró en la muestra codificada como KAP (22.4 %), mientras que el menor valor se encontró en la muestra codificada como 34C (17.8 %) (Tabla II).

En el contenido de cenizas se reportó mayor porcentaje en la muestra codificada como KAP (7.1 %) y el menor contenido en la 2MZ (4.1 %), encontrándose las demás muestras (LOW, NBF y 34C) dentro de este intervalo. Estos resultados se encuentran por encima de lo reportado por Malgarejo & Maury (2002), Tokur *et al.* (2004), Bochi *et al.* (2008) y Hazaballa *et al.* (2009) con valores de 2.40, 2.56, 3.49 y 2.23 % respectivamente, esto probablemente se deba a que contenga mayor cantidad de microelementos como hierro, cobre, zinc entre otros, los cuales han sido encontrados en el músculo del barrilete negro (Santiago & Cortes 1999, Santiago & Shain 2001).

Medición del color y textura.

En la textura se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) para las muestras (Tabla III), en donde las muestras LOW, NBF y 34C

Tabla II. Composición química proximal de las hamburguesas elaboradas a partir de *Euthynnus lineatus*.

Muestras	Humedad** (%)	Proteína cruda** (%)	Grasa cruda** (%)	Ceniza** (%)	pH** (%)
KAP	46.3±0.14a	22.4±0.24a	11.5±0.17a	7.1±0.11a	5.8±0.01b
2MZ	39.6±0.11b	18.4±0.44b	31.6±1.55c	4.1±0.10b	5.6±0.02a
LOW	33.6±0.06c	19.6±0.24c	26.5±0.34b	4.9±0.06c	5.6±0.03a
NBF	39.1±0.78b	19.8±0.05c	19.9±0.56b	5.8±0.03d	5.7±0.01a
34C	38.7±0.13b	17.8±0.09b	17.2±4.13a.b	6.3±0.37d	5.9±0,01c

Diferencias significativas a nivel * ($p < 0.05$) y ** ($p < 0.001$).

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa.

Tabla III. Valores de los parámetros de color y la fuerza máxima de corte para las hamburguesas elaboradas a partir de *Euthynnus lineatus*.

Productos	Fuerza (N)**	Luminosidad(L*)**	Cromaticidad (a*)ns	Cromaticidad (b*)**
KAP	51.81±3.42	35.1±3.5b	3.5a±0.46	9.3a±0.81
2MZ	35.58±1.37	38.0±1.84b	3.6a±0.17	10.5b±0.66
LOW	22.40±0.39	37.1±1.35b	3.9a.b±0.31	10.7b±0.41
NBF	19.01±0.85	41.3±2.00a	3.5a±0.43	11.1b±0.62
34C	23.83±0.31	34.4±1.70b	4.3b±0.50	9.9a.b±0.65

Diferencia significativa a nivel * ($p < 0.05$) y ** ($p < 0.001$).

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa.

Ns: No significativo.

presentaron menor resistencia al esfuerzo, uno de los factores que pudo haber influenciado en el proceso de ablandamiento *post-mortem* podría ser la desintegración de fibras de colágeno en conjunto con el uso de ingredientes para la elaboración de las hamburguesas como el glutamato monosódico, el cual influye significativamente sobre la textura del producto final (Suárez *et al.* 2006; Cassar *et al.* 2008). En los resultados del color se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) en los parámetros luminosidad (L*) y color en el eje amarillo-azul (b*), donde las muestras KAP y 34C se determinaron con poca luminosidad debido a que la hamburguesa durante el cocimiento desarrolla diversas reacciones como la de Maillard, la desnaturalización de proteínas y la exudación de agua, siendo estas responsables de la formación de color y de aromas en productos cocidos (Bochi *et al.* 2008), otra posible razón es la alta concentración de mioglobina y hierro que posee el músculo del barrilete negro, es por ello que los valores de cromaticidad de a* mostraron valores con tendencia al color rojo (Mazorra *et al.* 2000). De manera general, las diferencias en color sobre los parámetros L* y b* también pudieron ser ocasionados por la adición de azúcar en las formulaciones y por la adición de fosfatos que generalmente contribuyen con el cambio de color de claro a oscuro (Hayes *et al.* 2006, Sergio *et al.* 2006).

Generación de atributos sensoriales.

Cada consumidor generó entre 6 y 14 atributos sensoriales, para un total de 49 términos descriptivos. Los resultados del ANOVA a un factor (producto) mostrados en la Tabla IV revelaron que los atributos de aspecto visual

(color café, aspecto aceitoso, fragmentos de carne, dorada), aspecto mecánico (elástico-T, granuloso-B, poroso-B, suave-B, elástico-B,

Tabla IV. Generación de atributos sensoriales de los consumidores para las diferentes formulaciones de hamburguesas.

	Atributo	F	p
Consumidor 1	Color café	20.8	0.0001*
	Aspecto aceitoso	6.8	0.0064*
	Granuloso	3.7	0**
	Porosa-B	53.3	0**
	Rugosa-T	1.3	0.3103 ^{ns}
	Suave-B	22.6	0.0001*
	Elástico-T	55.0	0**
	Granuloso-T	7.8	0.004*
	Olor pescado	53.1	0**
	Olor carne asada	41.3	0**
	Aroma pescado	58	0**
	Dulce	7.3	0.0049*
	Suave-B	13.3	0.0005*
	Granuloso-B	7.6	0.0043*
Consumidor 2	Aroma pescado	87	0**
	Grasosa-T	1.1	0.3818 ^{ns}
	Suave-B	57.1	0**
	Rugosa-T	2.1	0.1522 ^{ns}
	Olor carne asada	10.5	0.0013*
	Dorada	3.6	0.0435*
	Color café	49.6	0**
Grasoso-B	3.1	0.068 ^{ns}	
Consumidor 3	Dura-B	308.5	0**
	Rugosa-T	5.27	0.0151*
	Olor carne de res	128.5	0**
	Olor aceite	10	0.0016
	Aroma pescado	109.5	0**
Granuloso-B	32.5	0**	

Tabla IV. Continuación...

	Atributo	F	p
Consumidor 4	Color café	27.7	0**
	Suave-B	8.4	0.0027*
	Elástico-T	38.0	0**
	Olor a pescado	271	0**
	Aroma a pescado	55.5	0**
	Dulce	97.5	0**
	Granulosa-B	32	0**
	Pegajosa-B	18.7	0.0001*
	Compacta	29.6	0**
	Fragmento de carne	30.5	0**
Consumidor 5	Grumoso	127.1	0**
	Poroso	62.3	0**
	Grasoso-T	2.5	0.1094 ^{ns}
	Suave-T	133.3	0**
	Granuloso-T	40.8	0**
	Olor res	9.9	0.0017*
	Olor pescado	289.2	0**
	Elástico-B	157.5	0**
	Aroma pan	21.5	0.0001*
	Aroma res	37.3	0**
Aroma pescado	43.7	0**	

Diferencia significativa a nivel * ($p < 0.05$) y ** ($p < 0.001$).
 Ns: No significativo
 B: En boca
 T: En Tacto

duro-B, pegajoso-B), aspecto nasal (olor a pescado, olor a carne asada, olor aceite, olor a res), aspecto retro-nasal (aroma a pescado, aroma a pan, aroma a res, dulce) tuvieron un efecto significativo ($p < 0,001$), el cual permitió encontrar diferencias marcadas entre las muestras de hamburguesas, este efecto concuerda al reportado por Delarue & Sieffermann (2004), los cuales aplicaron la misma técnica sensorial para la descripción de pan con dos grupos de panelistas (un grupo entrenado y un grupo sin entrenamiento) donde el poder discriminante (F_{producto}) del segundo grupo fue mayor al de expertos mediante el uso de la técnica PF, una de las posibles causas según Lassoued *et al.* (2008), es que los consumidores no son forzados a usar los mismos términos como en el caso de los perfiles convencionales como el Análisis descriptivo cuantitativo (QDA®). Sin embargo, para los consumidores 2, 3, 4 y 5 (Tabla IV) algunos atributos sensoriales no tuvieron efecto significativo, esto puede

deberse a posibles problemas de saturación sensorial, lo cual no permitió discriminar las muestras (Delarue & Sieffermann 2004). Por otro lado, la generación de atributos sensoriales mediante la percepción de consumidores tiene la ventaja de que pueden ser asociados con las pruebas hedónicas clásicas, ya que tienen influencia sobre la elección de un producto, dando como resultado una mayor explicación sobre las preferencias y gustos de los consumidores (Faye *et al.* 2006, Péneau *et al.* 2006). Trabajos como el de Faye *et al.* (2004, 2006) demostraron que la distancia entre productos percibidos por consumidores es comparable a las distancias percibidas por evaluadores expertos; mismo caso presentó Ares *et al.* (2010) quienes evaluaron la percepción de consumidores mediante la aplicación de dos técnicas de perfiles sensoriales determinando similitudes en la descripción.

Aspectos multidimensionales

El eje 1-2 del AGP (Figura 1) reveló 87.47 % de la variación total de los datos, este valor fue superior a los reportados por Dairou & Siefferman (2002) y Lassoued *et al.* (2008) quienes reportaron valores de 71.74 y 83.15 %, respectivamente. Por lo tanto, las muestras NBF y 34C formaron el primer grupo oponiéndose a las muestras LOW y 2MZ quienes conformaron el segundo grupo, mientras que la muestra KAP se opone a los grupos antes

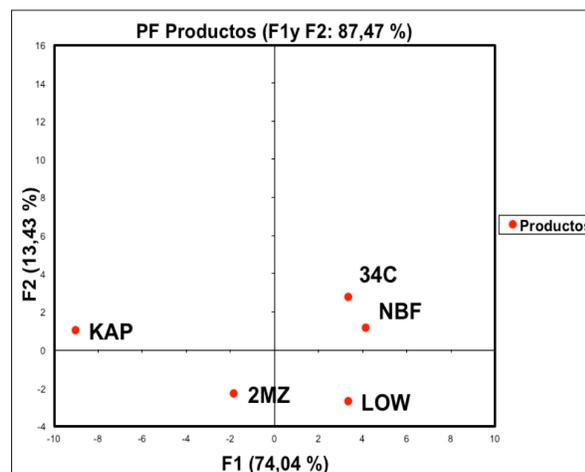


Figura 1. Espacio sensorial de las diferentes formulaciones de hamburguesa elaborada a partir de *Euthynnus lineatus*.

correlacionó negativamente con la textura (dureza), el mismo resultado se presentó en la investigación hecha por Gimeno *et al.* (2000) el cual fue originado por la reducción del punto isoeléctrico de las proteínas. Por lo tanto, la muestra 34C se relacionó con el sabor dulce (posible compuesto químico etil-maltol), olor a carne asada (4-Me-5(2-hidroxietil)-tiazol; 2-etil-3, 5 dimetilpirazina; 2-3 dietil-5 metilpirazina), olor a res (2-metil-3 furantiol), la muestra LOW se caracterizó por percibirse como aroma a res (2-metil-3 furantiol) y las muestras NBF y 2MZ se caracterizaron con olor aceite (Diacetil) (Marzili 2007). El origen de olores y aromas se pudo haber generado por reacciones enzimáticas y en especial por la reacción de Maillard, la cual ocurre por el tratamiento térmico que se le da como parte del proceso de elaboración del producto en estudio (Varlet *et al.* 2007).

Los coeficientes de correlación R_v entre los datos sensorial - instrumental y sensorial - fisicoquímico fueron de 0.78 y 0.61, respectivamente; dichos valores son ligeramente superiores a los obtenidos por Blancher *et al.* (2007) quienes reportaron valores de 0.68 y 0.67. Sin embargo otros autores reportaron valores de 0.68, 0.95 y 0.99, demostrando que los datos obtenidos de los consumidores tuvieron un efecto significativo (discriminantes) y concluyeron que los resultados de la percepción de

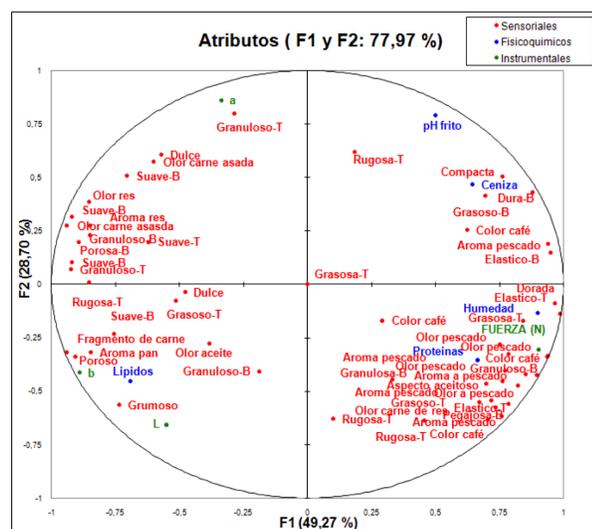


Figura 4. Correlación de los atributos químicos, sensoriales e instrumentales mediante el Análisis Factorial Múltiple.

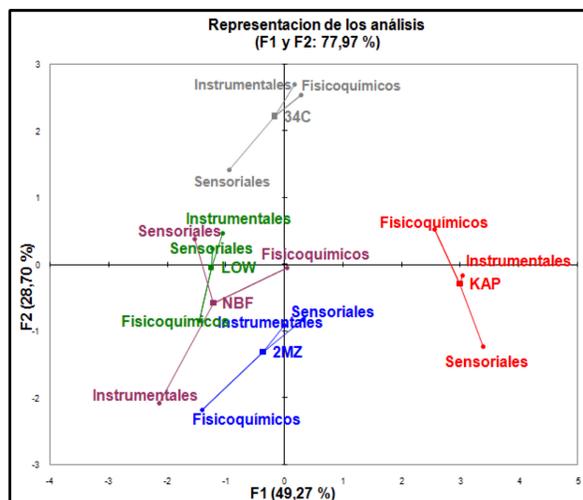


Figura 5. Correlación de las variables químicas, sensoriales e instrumentales con las diferentes formulaciones de hamburguesas.

los consumidores puede ser comparable con la percepción de expertos, permitiendo tener una comunicación entre los atributos sensoriales y el espacio hedónico (Husson *et al.* 2001, Cartier *et al.* 2006, Faye *et al.* 2006). En la Figura 5 se puede observar que la proximidad de los métodos fue más cerrada para los productos KAP, LOW y 34C, demostrando que tienen mayores relaciones entre los análisis, como las características sensoriales de textura y color obtenidas mediante la percepción de consumidores, que se pudieron correlacionar con las técnicas instrumentales; esto quedó comprobado por los coeficientes R_v obtenidos en el presente estudio.

Conclusiones

Las diferencias percibidas en las características sensoriales de las hamburguesas de *Euthynnus lineatus* fueron explicadas mediante el uso del perfil flash. Los atributos sensoriales generados por el uso del PF pudieron ser correlacionados con los datos de composición química e instrumental; esto quedó revelado mediante el uso del AFM y del coeficiente R_v . Por ende, el uso de los atributos sensoriales vía percepción consumidores son una alternativa rápida para la industria alimentaria debido a que crean un punto de comunicación y de entendimiento sobre los gustos y las preferencias de los consumidores potenciales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, Oaxaca, México así como a la Universidad de la Sierra sur, Universidad del Papaloapan, Colegio de Posgraduados campus Veracruz y al Instituto Tecnológico de Durango, México por su valiosa colaboración en la realización de la presente investigación.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 2002. Official Methods of Analysis 17th edición. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA. USA.
- Abascal, E. & M. Landaluce. 2002. Análisis factorial múltiple como técnica de estudio de la estabilidad de los resultados de un análisis de componentes principales. *Revista Questio* 26:109-122.
- Abdi, H. 2007. *Rv* coefficient and congruence coefficient. *Encyclopedia of measurement and statistics*: 1-10.
- Abdi, H. & D. Valentin. 2007. *Statis*. In: N.J. Salkind (Ed.): *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks (CA): Sage. pp. 955-962. (consultado el 2 de Junio del 2010). Disponible en: <http://www.utdallas.edu/~herve/>
- Ares, G., R. Deliza, C. Barreiro, A. Giménez & A. Gámbaro. 2010. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference* 21:417-426.
- Blancher, G., S. Chollet, R. Kesteloot, D. Nguyen, G. Cuvelier & J. Sieffermann. 2007. French and Vietnam: How do they describe texture characteristics of the same food? A case study with jellies. *Food Quality and Preference* 18:560-575.
- Bochi, V., J. Weber, C. Ribiero, A. Victorio & T. Emmanuelli. 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Food Quality and Preference* 99:8844-889.
- Cartier, R., A. Rytz, A. Lecomte, F. Pobrete, J. Krystlik, E. Belin & N. Martin. 2006. Sorting procedures as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality and Preference* 17:562-571.
- Cassar, R., F. Sardhina & J. Areas. 2008. Effect of glutamate and inosinate on sensory and instrumental texture of extruded products. *Journal of Food Science and Technology* 43:1528-1533.
- Dairou, V. & J.M. Siefferman. 2002. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. *Journal Food Science* 67:826-834.
- Delarue, J & J. Siefferman. 2004. Sensory mapping using flash profile. Comparison with conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference* 15:383-392.
- Elyasi, A., E. Zakiour Rahim Abadi, M. A. Sahari & P. Zare. 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio L.*, 1758). *International Food Research Journal* 17:915-920.
- Faye, P., D. Brémaud, D. Duran, P. Courcoux, A. Giboreau & H. Nicod. 2004. Perceptive free sorting with naïve subjects: an alternative to descriptive mappings and tool for sensory segmentations of consumer. *Food Quality and Preference* 15:781-792.
- Faye, P., D. Brémaud, E. Teillet, P. Courcoux, A. Giboreau & H. Nicod. 2006. An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference* 17:604-614.
- Fortín, J. & D. Desplancke. 2001. Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. *Acribia*, S.A., España, pp. 1-22.
- García, O., I. Acevedo, J. Mora, A. Sánchez & H. Rodríguez. 2009. Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaboradas a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) con harina de soya texturizada. *Revista UDO Agrícola* 9:951-952.
- Gimeno, O., D. Ansorena, I. Astiasarán & J. Bello. 2000. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chemistry* 69:95-200.
- Gimeno, O., I. Astiasarán & J. Bello. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausage: effects on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science* 57:23-29.
- Gómez, T., M. Hernández, J. López, C. Santiago, L. Ramón, J. Juárez & E. Ramírez. 2010. Caracterización sensorial del queso fresco "cuajada" en tres localidades de Oaxaca, México: diferencias en la percepción sensorial. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1:127-140.
- Hayes, J., E. Desmond, D. Troy, D. Buckley & R. Mehra. 2006. The effect of enhancement with salt, phosphate and milk proteins on the physical and sensory properties of pork loin. *Meat Science* 72:380-386.
- Hazaballa, A., G. Mohamed, H. Ibrahim & M. Abdelmageed. 2009. Frozen cooked catfish burger: Effect of different cooking methods and storage on its quality. *Global Veterinaria* 3:216-226.
- Husson, F., S. Le & J. Pagés. 2001. Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? *Methodology and results*. *Food Quality and Preference* 12:291-296.

- Lassoued, N., J. Delarue, B. Launay & C. Michon. 2008. Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using flash profile. *Journal of Cereal Science* 48:133-143.
- Lê, S., J. Pagés & F. Husson. 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.
- Lera, L., C. Albala, L. Santos, P. Arroyo, C. García & D. Bunout. 2007. Estudio comparativo de las dimensiones corporales en chilenas mayores de 60 años. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 57:219-223.
- Malgarejo, I. & M. Maury. 2002. Elaboración de hamburguesa a partir de *Prochylodus nigricans* "Boquichico". *Revista Amazónica de Investigación* 2:79-87.
- Martin, N. 1993. "Exploration d'un Espace de Perception et d'un Espace de Préférences Recherche d'Optima en Formulation Sensorielle. Thèse de Docteur. École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires
- Marzili, A. 2007. *Sensory-Direct Flavor Analysis*. 2da Edición. Editorial Taylor and Francis group. pp. 240-243.
- Mazorra, M., R. Pacheco, E. Díaz & E. Lugo. 2000. *Post-mortem* changes in black skipjack muscle during storage in ice. *Food Chemistry and Toxicology* 65(5):774-779.
- Mazzucchelli, R. & X. Guinard. 1999. Comparison of monadic and simultaneous sample presentation modes in a descriptive analysis of milk chocolate. *Journal of Sensory Studies* 14(2):235-248.
- Mith, S., L. Carpentier & G. Montiel. 2007. Correlation between the sensorial perception and the descriptive instrumental analysis of the tackiness of silicone elastomers. *Surface and Interface Analysis* 40:142-145.
- Nogueira, H., C. Tinet, C. Curt, G. Trystram & J. Hossenlopp. 2006. Using the internet for descriptive sensory analysis: formation, training and follow-up of a taste panel over the web. *Journal Sensory Studies* 21:180-202.
- O'Mahony, M. 1985. *Sensory Evaluation of Food: Statistical Methods and Procedures*. Ed. Marcel Dekker inc, New York, USA. pp.178.
- Pagés, J. & F. Husson. 2001. Inter-laboratory comparison of sensory profiles: methodology and results. *Food Quality and Preference* 12:297-309.
- Péneau, S., E. Hoehn, H. Roth, F. Escher & J. Nuessli. 2006. Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference* 17:9-19.
- Perrin, L., R. Symoneaux, L. Maitre, C. Asselin, F. Jourjon & J. Pagés. 2008. Comparison of three sensory methods for use with Napping® procedure: Case of ten wines from loire valley. *Food Quality and Preference* 19:1-11.
- Rason, J., L. Léger, E. Dufour & A. Lebecque. 2006. Relations between the know-how of small-scale facilities and the sensory diversity of traditional dry sausages from the Massif Central in France. *Journal European Food Research and Technology* 222:580-589.
- Santiago, I. & M. Cortes. 1999. Uso del barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) en la elaboración de un alimento infantil. *Ciencia y Mar* 3:15-24.
- Santiago, I. & J. Shain. 2001. Efecto del proceso de lavado en la composición química de la carne de barrilete negro (*Euthynnus lineatus*). *Ciencia y Mar* 5:13-18.
- Sergio, E., A. Orlandi & S. Da Silva. 2006. Color measurement in hamburger buns with fat and sugar replacers. *Journal LWT* 39:184-187
- Statgraphics Plus software. Version 5.1. 1994. Statistical Graphics Corporation Sigma.
- Suárez, H., S. Pardo, L. Henrique, A. Francisco & L. Okada. 2006. Efecto de la súper refrigeración sobre la textura de la carne de matrinxa (*Brycon cephalus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 19:221-227.
- Tokur, B., A. Polat & G. Beklevik. 2004. Changes in the quality fishnurger produced from tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18°C). *European Food Research and Technology* 218:420-423.
- Varlet, V., C. Prost & T. Serot. 2007. Volatile aldehydes in smoke fish: Analysis methods, occurrence and mechanisms of formation. *Food Chemistry* 105:1536-1556.
- Watts, B. M., G. L. Ylimaki, L. E. Jeffery & L. G. Elias. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá. pp 43.
- Williams, A.A & S.P. Langron. 1985. The use of free-choice for the evaluation commercial ports. *Journal of Food Science of Food and Agriculture* 35:558-568.
- Worch, T., S. Le & P. Punter. 2010. How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference* 21:309-318.
- XLSTAT® para Microsoft Excel® versión 2009. Versión 2009. Fahmy, T. Paris Francia.

Recibido: 29 septiembre 2011

Aceptado: 22 octubre 2012