



Eficiencia de técnicas sensoriales para la evaluación de quesos artesanales elaborados con diferentes cuajos comerciales

Efficiency of sensory techniques for the evaluation of artisan cheeses made with different commercial rennet

Lorena Guadalupe Ramón-Canul¹, Gema María López-Guzmán², José Andrés Herrera-Corredor³, Víctor Daniel Cuervo-Osorio⁴, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera^{4*}

¹ Universidad de la Sierra Sur. Calle Guillermo Rojas Mijangos s/n, Ciudad Universidad, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca.

² Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Comitancillo. Carretera Ixtaltepec-Comitancillo Km. 7.5, San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

³ Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94500.

⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Veracruz, México. C.P. 95005.

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue determinar la eficiencia de tres técnicas sensoriales para la caracterización de quesos artesanales elaborados con diferentes cuajos comerciales en sistemas de producción. Quesos frescos elaborados con diferentes concentraciones de cuajos comerciales fueron caracterizados mediante las técnicas QDA[®], Perfil Flash y Napping[®]-Perfil Ultra-Flash. Los datos fueron analizados en tres etapas: 1) Generación de vocabularios y desempeño por panel; 2) Comparación de vocabularios y mapas sensoriales y 3) Comparación de la discriminación sensorial. Los resultados mostraron que mediante la técnica QDA[®] se obtuvo un vocabulario sensorial de nueve atributos de 29 propuestos. Con la técnica Perfil Flash solo 39 de 82 atributos fueron significativos y con la técnica Napping[®]-Perfil Ultra-Flash solamente 20 de 64 atributos fueron importantes. Los quesos fueron clasificados correctamente en función al tipo y concentración de cuajo mediante la técnica QDA[®]. Sin embargo, el poder de discriminación alto se obtuvo con la técnica Perfil Flash. Se concluye que la técnica Perfil Flash es eficiente para la generación de terminología sensorial y diferenciación de quesos artesanales. Aunque, la combinación de las técnicas Perfil Flash y QDA[®] pudieran ayudar para obtener una mejor definición en la caracterización sensorial.

Palabras claves: QDA[®], Discriminación sensorial, Napping[®], Perfil Ultra-Flash, Perfil Flash.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to determine the efficiency of three sensory techniques for the characterization of artisan cheeses made with different commercial rennet in production systems. Fresh cheeses made with different concentrations of commercial rennet were characterized by the techniques QDA[®], Flash Profile and Ultra-Flash Profile- Napping[®]. The data was analyzed in three stages: 1) Generation of vocabularies and performance per panel; 2) Comparison of vocabulary and sensory maps and 3) Comparison of sensory discrimination. Results showed that the QDA[®] technique obtained a sensory vocabulary of nine attributes of 29 proposed. With the Flash Profile technique only 39 of 82 attributes were significant and with the Ultra-Flash Profile- Napping[®] technique only 20 out of 64 attributes were important. The cheeses were correctly classified according to the type and concentration of rennet using the QDA[®] technique. However, the highest discrimination power was obtained with the Flash Profile technique. It is concluded that the Flash Profile technique is efficient for the generation of sensory terminology and differentiation of artisan cheeses. Although, the combination of the Flash Profile and QDA[®] techniques could help obtain a better definition in the sensory characterization.

Although, the combination of the Flash Profile and QDA[®] techniques could help obtain a better definition in the sensory characterization.

Keywords: Flash Profile, QDA[®], sensory discrimination, Ultra-Flash Profile- Napping[®]

INTRODUCCIÓN

Los quesos artesanales otorgan identidad y activan la economía de los productores encargados en su elaboración (Ramírez-Rivera *et al.*, 2017a). El consumo de quesos artesanales se incrementó en 33 millones de kg del 2006 al 2015, donde los consumidores europeos y de América Latina consumieron entre 20 y 2.1 kg al año, respectivamente (Ramírez-Rivera *et al.*, 2017b). En México, los quesos frescos son los de mayor consumo y una proporción de estos quesos son elaborados por productores de manera artesanal (Ramírez-Rivera *et al.*, 2017a). Sin embargo, la calidad sensorial de los quesos artesanales mexicanos es heterogénea debido a la falta de tecnología y a las diversas características de los insumos (p.ej., cuajo usado) (López-Guzmán *et al.*, 2012), esto repercute en las fluctuaciones de la calidad de los quesos e impacta negativamente en los ingresos económicos del productor (Ramírez-Rivera *et al.*, 2018). En este sentido, el monitoreo de la calidad sensorial de los quesos efectuados por laboratorios certificados son un medio que no está al alcance de los recursos económicos de productores de quesos artesanales (Ares y Varela, 2017). Por lo anterior, una alternativa es implementar técnicas sensoriales que sean fáciles de realizar para los productores y con esto puedan monitorear la calidad sensorial de sus productos (Gellynck *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2016). Las

*Autor para correspondencia: Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera
Correo electrónico: ejramirezrivera@itszongolica.edu.mx

Fecha de envío: 23 de enero de 2019

Fecha de aceptación: 19 de mayo de 2019

técnicas sensoriales de mayor aplicación para caracterizar quesos son el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA[®]) y Perfil Flash (López-Guzmán *et al.*, 2012; Ramírez-Rivera *et al.*, 2017a; Ramírez-Rivera *et al.*, 2017b; Ramírez-Rivera *et al.*, 2018). Otra de las técnicas que ha sido usada para diferenciar quesos con Denominación de Origen es la técnica Napping[®] (Barcenás *et al.*, 2004). Sin embargo, esta técnica no se ha complementado con otras técnicas descriptivas (p.ej., Perfil Ultra-Flash, entre otras) para caracterizar este tipo de productos. Es por ello, que se han realizado algunos estudios para comparar un panel entrenado y un panel de productores en condiciones similares de laboratorio con la finalidad de darles una alternativa al pequeño y mediano productor (Ramírez-Rivera *et al.*, 2018). Por todo lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia de tres técnicas sensoriales para su uso en sistemas productores de quesos artesanales elaborados con diferentes cuajos comerciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Elaboración de los quesos frescos

Los quesos fueron elaborados con leche cruda de vaca y de acuerdo con el procedimiento de López-Guzmán *et al.* (2012). En la primera etapa, la leche cruda fue recolectada y filtrada para la eliminación de material extraño. En la segunda etapa se agregó cuajo comercial Cuamix[®] o Villamex[®] (fuerza de coagulación= 1:10,000; Equivalente a 110 IMCU mL⁻¹) en concentraciones de 0.55 mL, 0.75 mL, 0.95 mL y 1.15 mL por cada 40 L de leche y con un tiempo de reposo de 120 min. En función a la marca de cuajo comercial y concentración se realizaron en total ocho formulaciones (Tabla 1). En la tercera etapa se procedió al corte de cuajada en cuadros de 2 cm y posterior reposo de 15 min. En la cuarta etapa se efectuó el desuerado y salado con 17 g de NaCl/ Kg de queso (1.7 %). En la quinta etapa se efectuó el moldeado de la cuajada en aros de Policloruro de Vinilo (PCV) y el prensado de los quesos (una fuerza de 2 kg de fuerza/ Kg queso) durante 12 h. Finalmente, se almacenaron a temperatura de refrigeración (5±2 °C) por un lapso de dos días.

Tabla 1. Formulaciones de queso fresco.

Table 1. Fresh cheese formulations.

Formulación del queso	Marca de Cuajo	Dosis de cuajo (mL)
A	Cuamix [®]	0.55
B	Cuamix [®]	0.75
C	Cuamix [®]	0.95
D	Cuamix [®]	1.15
E	Villamex [®]	0.55
F	Villamex [®]	0.75
G	Villamex [®]	0.95
H	Villamex [®]	1.15

Preparación de las muestras para análisis sensorial

Previo al estudio sensorial los quesos se mantuvieron a 25±2 °C por una hora. Posteriormente, los quesos fueron cortados en forma de cubos con dimensiones de 3.5 x 3.5 x 3.5 cm y servidos en vasos de plástico de 50 mL identificado con tres dígitos al azar. A cada juez y consumidor se le proporcionó agua para neutralizar los sabores y aromas entre las muestras.

Conformación de los diferentes paneles sensoriales

El panel QDA[®] estuvo conformado por seis jueces (tres hombres y tres mujeres con edades entre 18-19 años) pertenecientes al Instituto Tecnológico de Comitancillo (ITC), el tamaño de este panel se encuentra dentro del rango de seis a 12 personas indicado en la ISO 11035 (1994). Se formaron dos paneles de consumidores conformados por 10 y 20 personas (edades entre los 18-22 años) quienes usaron las técnicas Perfil Flash (PF) y Napping[®] con Perfil Ultra Flash (Napping[®]-PUF), respectivamente. El tamaño de los paneles de consumidores usados en las técnicas antes mencionadas se encuentran acorde al número de personas usadas por Dehlholm *et al.* (2012) y Gkatzionis *et al.* (2013).

Las personas fueron seleccionadas de acuerdo a las etapas siguientes (Rodríguez *et al.*, 2014): En la primera etapa se aplicó una entrevista para conocer el estado de salud bucal de los participantes, tipos de alergias que pudieran tener y la frecuencia de consumo de quesos por semana, disponibilidad y motivación para participar (ISO 8586-1, 1993). En la segunda etapa se realizaron pruebas preliminares mediante la aplicación de pruebas de reconocimientos a sabores básicos (dulce, salado, amargo y ácido) y olores (ISO 5496, 2005), pruebas triangulares (ISO 4120, 2004), pruebas dúo-trío (ISO standard 10399, 2004) y pruebas de descripción de textura (ISO 8586-1, 1993). Finalmente, en la última etapa se aplicó la técnica de Análisis Secuencial para la evaluación de los datos de pruebas de reconocimientos, dúo-trío y triangular de cada participante (ISO 16820, 2004; Da Silva *et al.*, 2014).

Procedimiento QDA[®]

El perfil sensorial de los quesos fue generado acorde a las etapas siguientes: Etapa 1. Se efectuaron dos sesiones de 60 min por sesión para la extracción de los atributos sensoriales y se obtuvo una lista preliminar. Etapa 2. Se realizó una primera reducción de atributos aplicando los criterios de eliminación de atributos con connotación hedónica y que no están acorde al producto. Etapa 3. La segunda reducción se realizó mediante el procedimiento de media aritmética acorde a ISO 11035, (1994) para obtener una lista final de atributos sensoriales entre seis y 12 atributos. Etapa 4. Una vez obtenido la lista final de atributo se desarrollaron dos sesiones de consenso (60 min cada sesión) para determinar la definición y modo operatorio de cada atributo. Adicionalmente se efectuaron dos sesiones (60 min) para determinar las referencias que permitieron evaluar cada atributo sensorial. El uso de las referencias fue con la finalidad de reducir el tiempo de entrenamiento del panel (Rainey, 1986). Como

referencias se utilizaron quesos frescos comerciales. Etapa 5. El perfil sensorial fue evaluado usando una escala continua de nueve cm (cero= débil intensidad y nueve= fuerte intensidad) (Ramírez-Rivera *et al.*, 2018). Etapa 6. Por último, se efectuaron un total de ocho sesiones de entrenamiento y dos sesiones de repetición para la evaluación del desempeño del panel. Cada sesión efectuada tuvo una duración aproximada entre 45 a 60 min. Se aplicó un diseño experimental optimizado para equilibrar el efecto de la primera muestra evaluada, la anterior y la posterior (MacFie *et al.*, 1989).

Procedimiento Perfil Flash

El procedimiento sensorial PF fue realizado acorde a las etapas descritas por Dairou y Sieffermann (2002): En la primera etapa, los consumidores generaron una lista individual de atributos sensoriales en las dimensiones de vista, tacto, olor y gusto. En la segunda etapa se les pidió a los sujetos comparar su lista con la del resto del grupo con el fin de no olvidar algún atributo sensorial. En la tercera, cuarta y quinta etapa cada consumidor realizó la evaluación de los quesos sobre una escala ordinal en función de su lista final individual de atributos. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 30 a 50 min y se efectuaron tres repeticiones a partir de la lista final individual.

Procedimiento Napping®-PUF

El desarrollo del procedimiento sensorial Napping®-PUF se llevó a cabo en dos sesiones (Perrin *et al.*, 2008). En la primera sesión se les pidió a los consumidores colocar todas las muestras de queso sobre un mantel de papel blanco de 40 x 60 cm considerando el principio siguiente: “*dos quesos son cercanos si se perciben de manera similar*”. En la segunda sesión los consumidores aplicaron la técnica Napping-PUF y asignaron atributos sensoriales que les permitieran caracterizar los quesos acorde a su percepción (Perrin y Pagès, 2009). La primera y segunda sesión tuvieron una duración aproximada de 25 y 40 min, respectivamente.

Análisis estadístico

Estrategia de análisis de datos

La determinación de la técnica sensorial se realizó en tres etapas. En la primera etapa se generó el vocabulario y se evaluó el desempeño de cada panel. En la segunda etapa se hizo la comparación de los vocabularios y se generaron los mapas sensoriales. Finalmente, en la última etapa se realizó la comparación de la discriminación sensorial.

Etapa 1. Generación de vocabularios y desempeño por panel

Panel QDA®

La cuantificación del vocabulario sensorial se realizó mediante la sumatoria de los atributos generados. El vocabulario final se determinó en función de los atributos con mayor valor de media aritmética acorde a ISO 11035 (1994). El desempeño del panel se realizó mediante un modelo de Análisis de Varianza de tres factores con interacción (Produc-

to x Juez):

$$Y_{iks} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \gamma_s + \alpha\beta_{ik} + e_{iks}$$

Donde Y_{iks} son los resultados del panelista i para la sesión s en el producto k ; μ es el promedio de las observaciones; α_i es el efecto juez, β_k es el efecto producto; γ_s es el efecto sesión; $\alpha\beta_{ik}$ es la interacción producto por panelista y e_{iks} es el término error del modelo $e_{iks} \approx N(0, \sigma^2)$ (Tomic *et al.*, 2007).

Panel Perfil Flash

La cuantificación del vocabulario sensorial se realizó mediante la sumatoria de los atributos generados por cada consumidor. El efecto de discriminación de cada consumidor y la importancia del atributo sensorial fueron definidos por su valor de probabilidad. La repetitividad del panel fue evaluado por el coeficiente de correlación R_v , donde valores cercanos a 1 indican una buena repetitividad del panel (Josse *et al.*, 2008).

Panel Napping®-PUF

La cuantificación del vocabulario sensorial se realizó mediante la sumatoria de los atributos generados en cada sesión. El vocabulario final se conformó con atributos sensoriales que mostraron frecuencias superiores a cuatro (Perrin y Pagès, 2009). El desempeño individual y del panel consistió en determinar su repetitividad mediante la comparación del posicionamiento de los quesos sobre el mantel entre ambas sesiones. Para tal efecto, se aplicó el coeficiente de correlación R_v , considerando que valores cercanos a 1 indican una buena repetitividad (Josse *et al.*, 2008).

Etapa 2. Comparación cuantitativa de vocabularios y mapas sensoriales

La comparación cuantitativa de los vocabularios se realizó mediante la prueba de Friedman (F). El mapa sensorial QDA® fue realizado mediante Análisis de Componentes Principales y los mapas PF y Napping®-PUF fueron generados mediante Análisis Factorial Múltiple (Perrin *et al.*, 2008; Perrin y Pagès, 2009).

Etapa 3. Comparación de la discriminación

Se aplicó la técnica elipses de confianza (95 % y 500 re-muestréos) para hacer la comparación de la discriminación entre las técnicas sensoriales (Cadoret y Husson, 2013). El ACP, AFM y R_v se efectuó mediante el software XLSTAT versión 2009 (Addinsoft, New York, NY, USA). Las elipses de confianza fueron generadas mediante la librería para SensoMineR versión 1.23 (Husson *et al.*, 2017). implementado en lenguaje de programación R versión 3.2.5 (R Core Team, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa 1. Generación del vocabulario y desempeño del panel QDA®

El número de atributos sensoriales generados por la técnica QDA® fue de 29 (citados 278 veces) y reducida a una lista de nueve atributos acorde a la media aritmética (ISO

11035, 1994): Color blanco (16.65 %), Presencia de suero (22.02 %), Suave al tacto (9.51 %), Grumoso al tacto (22.60 %), Grumos en vista (10.11 %), Olor a suero (12.48 %), Olor a cuajo (17.85 %), Salado (13.08 %) y Aroma a cuajo (10.11 %).

El factor producto indicó que el panel fue discriminante en ($P \leq 0.05$) los atributos C-Blanco, Grumoso-T, O-Suero, Grumoso-V, Salado y A-Cuajo (Tabla 2). Los factores Juez y Sesión evidenciaron que los jueces usaron la escala de inten-

sidad de manera similar y fueron repetitivos entre sesiones. La interacción Producto x Juez mostró que el panel posicionó los quesos de manera similar sobre la escala de intensidad ($P \geq 0.05$) en los atributos C-Blanco, Grumoso-V, Grumoso-T, O-Suero y O-Cuajo (Tabla 2). Por lo tanto, este panel es consistente y cumple con los aspectos de discriminación, consenso y repetitividad indicados por Tomic *et al.* (2007 y 2010).

Tabla 2. Valores de *F* del ANOVA con interacción para la evaluación del desempeño del panel QDA*.

Table 2. ANOVA *F* values with interaction for the evaluation of the performance of the QDA* panel.

Atributos	F-Producto	F-Juez	F-Sesión	F-Interacción (Producto x Juez)
C-Blanco	4.37**	0.66	0.61	0.93
Presencia de suero	2.06	1.08	0.15	1.92**
Suave-T	2.09	0.72	0.28	2.0**
Grumoso-T	5.3**	0.84	3.03	1.36
O-Suero	3.2*	0.14	0.25	1.06
O-Cuajo	2.09	1.66	0.05	1.11
Grumoso-V	4.65**	1.95	0.78	0.74
Salado	4.3**	1.35	0.62	1.6**
A-Cuajo	2.48**	1.02	0.42	1.6**

*, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.0001$. A, Aroma; C, Color; O, Olor; T, Tacto; V, Vista.

*, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.0001$. A, Aroma; C, Color; O, Smell; T, Touch; V, Sight.

Tabla 3. Valores de *F* del ANOVA a un factor para datos del panel Perfil Flash.

Table 3. ANOVA *F* values to a factor for data of the Flash Profile panel.

Atributos	CON 1	CON 2	CON 3	CON 4	CON 5	CON 6	CON 7	CON 8	CON 9	CON 10
Presencia de suero										1.19
O-Leche		9.71***			5.79**		1.31			19.12***
Duro-T		0.82	2.25	22.9***	6.27**	4.09*		2.98*	1.2	12.63***
R-amargo					2.67*				3.81*	1.39
A-Oreado										1.93
O-Suero	2.43	2.0	0.91	9.14***	6.28**		2.97*	0.73		0.53
Granuloso-T	1.98	7.55**	1.43	0.38	26.98**	2.4*	0.92	0.57	0.77	1.87
O-Cuajo			1.58		3.04**			1.01		10.18***
Salado		25.62***	10.19**	1.47	2.9**		2.98*	3.28*	2.62	1.13
Esponjoso-T										2.83*
Poroso-V	0.84	1.54	2.05		1.55	4.68**	0.39			1.36*
C-Amarillo		3.12**	2.80		4.1*					6.85**
Suave-T	3.81**			4.9**	4.99*		1.6*	1.08	3.72*	9.34***
Superficie lisa	0.39									
Creimoso-T	1.21	5.63***				4.1**			2.08	
C-Blanco	0.71					0.25	7.86**	0.82	3.01*	
Desprendimiento de suero					1.39				1.71	
A-Suero						1.2				
A-Cuajo						2.28				
Poroso-T								1.1		
A-Leche										4.38**

CON, Consumidor. *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.0001$. A, Aroma; C, Color; O, Olor; T, Tacto; V, Vista.

CON, Consumer. *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.0001$. A, Aroma; C, Color; O, Smell; T, Touch; V, Sight.

Generación del vocabulario y desempeño del panel Perfil Flash

Mediante la técnica PF se generaron un total de 82 atributos, los cuales fueron reducidos a una lista de 21 atributos. Posterior a la aplicación del ANOVA, se observó que los consumidores fueron discriminantes ($P \leq 0.05$) en 14 atributos, por lo cual, se obtuvieron un total de 39 datos significativos ($P \leq 0.05$) (Tabla 3) que fueron usados para la generación del mapa sensorial y elipses de confianza. La repetitividad del panel PF fue Rv_{1-2} de 0.903, Rv_{1-3} de 0.906 y Rv_{2-3} de 0.95, estos valores son consistentes con el valor de $Rv = 0.84$ ($P = 0.001$) reportado por Liu *et al.* (2016).

Generación del vocabulario y desempeño del panel Napping®-PUF

Con la técnica Napping®-PUF se obtuvieron un total 32 atributos por repetición (para un total de 64), de los cuales, un total de 20 atributos (C-blanco, C- amarillo, Poroso-V, Seco-V, Presencia de suero, Grumoso-T, Suave-T, Esponjoso-T, Blando-T, Duro-T, Áspero-T, Desmoronable-T, Olor-S, O-Cuajo, Salado, A-Suero, Grumoso-B, S-B, Arenoso-B y Duro-B) tuvieron frecuencias superiores a 4 (Perrin y Pagès, 2009). En los aspectos

de desempeño, solamente tres de 20 consumidores fueron repetitivos ($P \leq 0.05$), al ubicar los quesos sobre el mantel de la misma manera entre repeticiones. Por lo tanto, el consumidor cinco distribuyó los quesos en la misma parte del mantel entre sesiones (Figura 1). El consumidor 11 ordenó los quesos A, B, C, D, E sobre el eje X para la primera repetición y sobre el eje Y para la segunda repetición (Figura 1B) y el consumidor 19 ubicó los quesos B, D, H, C, E y F hacia la derecha en cada una de las sesiones (Figura 1C). La repetitividad individual fue baja mientras que a nivel de panel fue consistente en la ubicación de los quesos sobre los manteles ($Rv_{sesiones\ 1-2} = 0.93$, $P \leq 0.0001$) y en la generación de los atributos mediante Napping®-PUF ($Rv = 0.89$, $P \leq 0.05$). La repetitividad baja en esta técnica puede deberse a que no existe algún punto de referencia que permita al consumidor colocar las muestras sobre el mantel. Sin embargo, los resultados obtenidos concuerdan con Kennedy (2010) quien reportó un $Rv > 0.85$ en la evaluación de la repetitividad del Napping® aplicado a barras de granola. Vidal *et al.* (2014) reportaron valores de $Rv > 0.75$ en la evaluación de galletas comerciales usando esta misma técnica sensorial.

Etapa 2. Comparación de los vocabularios y mapas sensoriales

En la Figura 2 se muestran los resultados de la cantidad de atributos sensoriales generados por modalidad y por técnica. Por lo tanto, los resultados de la prueba de Friedman (F) demostraron que la cantidad de atributos de apariencia, olor, gusto y resabios generados mediante la técnica PF son superiores ($F = 10.57$, $P = 0.005$) a comparación de las otras

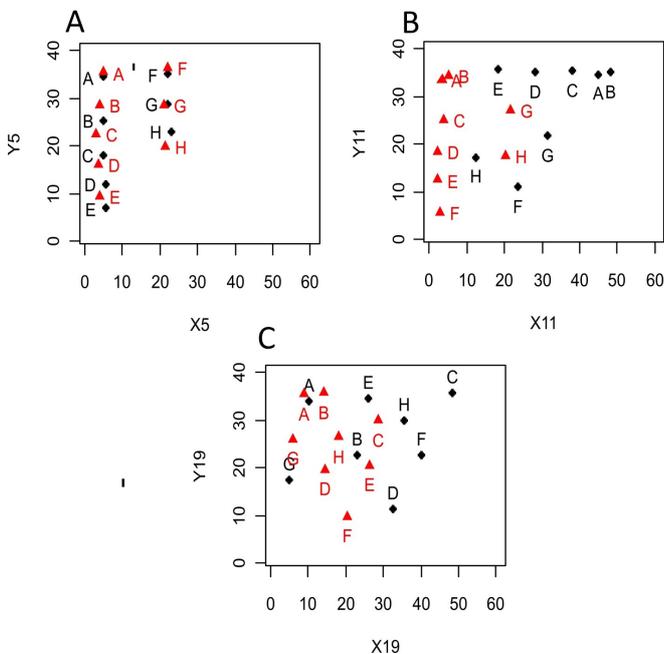


Figura 1. Manteles de los consumidores repetitivos A) Consumidor 5; B) Consumidor 11; C) Consumidor 19. Color negro, Repetición 1; Color rojo = Repetición 2.
Figure 1. Tablets from repetitive consumers A) Consumer 5; B) Consumer 11; C) Consumer 19. Black color, Repetition 1; Red color, Repetition 2.

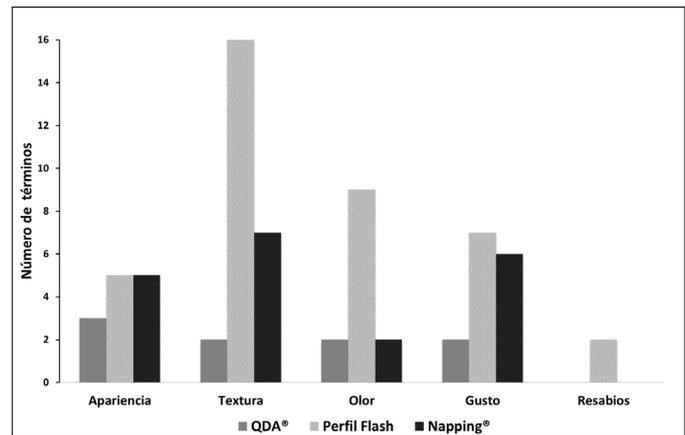


Figura 2. Número de términos generados por modalidad y técnica sensorial.
Figure 2. Number of terms generated by modality and sensory technique.

técnicas (Figura 2). Sin embargo, los resultados del PF y Napping®-PUF son similares en la generación de atributos de apariencia y gusto. Las discrepancias del QDA® con las otras técnicas, puede deberse a las restricciones indicadas en la ISO 11035 (1994), en donde se especifica que el vocabulario sensorial no debe ser mayor a 12 atributos. Los mayores porcentajes de varianza se encontraron en la técnica QDA® (83.76 %) seguido del PF (70 %) y Napping®-PUF (50.65 %). Albert *et al.* (2011) mencionaron que un alto porcentaje de varianza del QDA®, se debe a que el mapa sensorial es generado por el promedio de los resultados del panel.

Los mapas sensoriales por técnica se muestran en las Figuras 3 A-C. Respecto al componente dos, se observa que el panel QDA® (Figura 3A) diferenció los quesos elaborados con el cuajo Cuamix® (formulaciones del A-D) de los quesos elaborados con el cuajo Villamex® (formulaciones E-H). En el uso del vocabulario sensorial, el panel QDA® asignaron intensidades altas a los atributos de C-Blanco, salado y O-Suero de las formulaciones elaboradas con el cuajo Cuamix® y el resto de las formulaciones exhibieron intensidades altas en los atributos de Grumosos-V, Grumosa-Tacto y A-Cuajo (Figura 3A).

Con la técnica PF, el panel agrupó los quesos A, B, C, D (cuajo Cuamix®) y E (cuajo Villamex®) oponiéndolos al resto de los quesos. Los quesos elaborados con el cuajo Cuamix® fueron caracterizados como C-Blanco, Poroso-V, Granuloso-T, O-Cuajo, O-Suero, O-Leche, Salado, R-Amargo y R-Suero mientras que el queso E fue de C-Amarillo y con mayor Dureza-T conforme aumenta la concentración del cuajo, además de que se generaron otros atributos como Cremoso-T, Suave, Esponjoso-T y O-Leche (Figura 3B).

Con la técnica Napping®-PUF, el panel de consumidores agrupó a los quesos A, B y C (cuajo Cuamix®) caracterizándolos como Color blanco, Poroso-V, Seco-V, Duro-T, Esponjoso-T, Áspero-T, O-Cuajo, Grumoso-B, Duro-B y Salado. El resto de los quesos (D-H) fueron caracterizados como C-Amarillo, Presencia de suero, Desmonorable-T, Blando-T, Suave-T, A-Suero y Suave-B (Figura 3C).

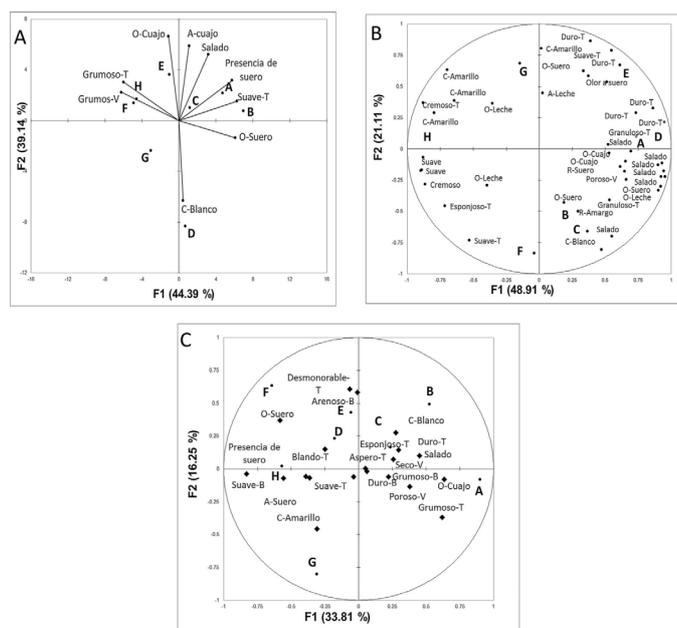


Figura 3. Mapas sensoriales A) QDA[®], B) Perfil Flash, C) Napping[®]-PUF. A, Aroma; C, Color; O, Olor; T, Tacto; V, Vista.
Figure 3. Sensory maps: A) QDA[®], B) Flash Profile, C) UFP-Napping[®]. A, Aroma; C, Color; O, Smell; T, Touch; V, Vista.

De manera general, con la técnica QDA[®], la clasificación de los quesos acorde al tipo de cuajo comercial usado y concentración fue del 100 % mientras que con las técnicas PF y Napping[®]-PUF fue del 50 %. Este resultado pudo deberse al proceso de entrenamiento del panel QDA[®], el cual, le permite a los jueces familiarizarse con el producto y el uso de la escala (Ramírez-Rivera *et al.*, 2017b).

Etapas 3. Comparación de la discriminación sensorial

En la Figura 4 se muestran las elipses de confianza de cada técnica sensorial. Se observa que mediante la técnica QDA[®] solamente las formulaciones B y D fueron diferentes ($P \leq 0.05$) (Figura 4A) mientras que con el PF las formulaciones F, G y H se percibieron como diferentes (Figura 4B). En el caso del panel Napping[®]-PUF se observa ausencia de discriminación de las formulaciones de quesos debido al traslape de las elipses (Figura 4C), este efecto también fue observado por Liu *et al.* (2016) en la caracterización de vinos. Lo anterior pudo deberse a que no hay un punto de referencia para posicionar las muestras sobre el mantel y no puede aplicarse herramientas estadísticas como Análisis de Varianza para determinar los atributos sensoriales importantes acorde a su valor de probabilidad. Por su parte, Ares *et al.* (2011) mencionaron que el Napping[®]-PUF es considerado como una técnica que dificulta la caracterización de los productos. Una alternativa para incrementar la discriminación de esta técnica, es implementar una etapa de familiarización y limitar el número de atributos a evaluar (Liu *et al.*, 2016). Los resultados de esta investigación demostraron que las técnicas PF y Napping[®]-PUF deben ser aplicadas solo para generación de terminología sensorial considerando la percepción del consumidor. Liu *et al.* (2016) mencionaron que usar la técnica Napping con

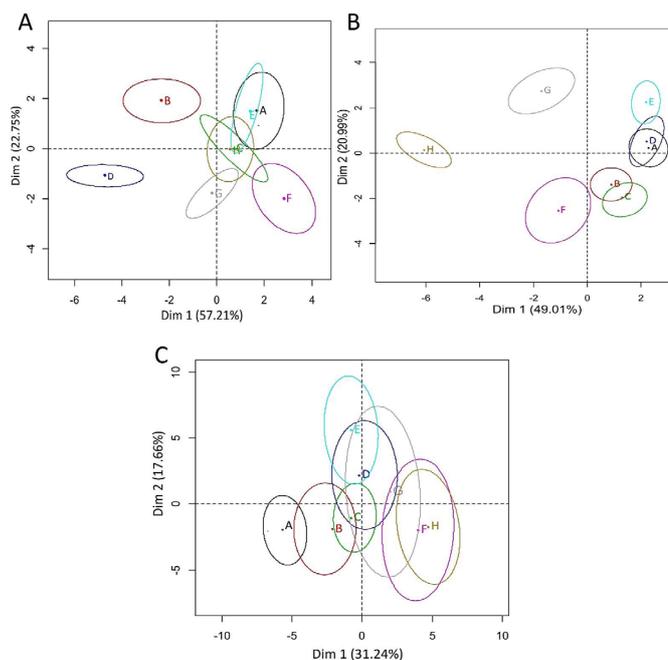


Figura 4. Elipses de confianza al 95 % (500 re-muestras): A) QDA[®], B) Perfil Flash, C) Napping[®]-PUF.
Figure 4. Confidence ellipses 95 % (500 times): A) QDA[®], B) Flash Profile, C) UFP-Napping[®].

consumidores tiene gran importancia cuando se permite al panel generar los atributos en vez de usar atributos predefinidos. Adicionalmente, las técnicas PF y Napping[®]-PUF son de fácil ejecución y el vocabulario sensorial desarrollado puede implementarse en otras técnicas sensoriométricas.

CONCLUSIONES

La técnica Perfil Flash es eficiente para la generación de terminología sensorial y diferenciación de los quesos basado en la percepción de los consumidores, lo cual, contribuye a minimizar costos y tiempo para su caracterización sensorial. Por lo cual, puede ser una herramienta importante que puede ser implementada por los productores de quesos artesanales. Sin embargo, una segunda estrategia es la combinación de las técnicas Perfil Flash y QDA[®] para obtener una mayor definición de los resultados. Los autores recomiendan realizar la implementación de ambas técnicas tanto por separado como en combinación con los productores para determinar los mejores resultados y con ello implementar diferentes estudios como caracterización, trazabilidad y vida útil sensorial de los quesos artesanales.

REFERENCIAS

Albert, A; Varela, P; Salvador, A; Hough, G. y Fiszman, S. 2011. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA[®], flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. *Food Quality and Preference*. 22(5):463-473.
 Ares, G. y Valera, P. 2017. Trained vs consumer panels for analytical testing: Fueling a long lasting debate in the field. *Food Quality and Preference*. 61:79-86.

- Ares, G; Varela, P; Rado, G. y Giménez, A. 2011. Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavored powder drinks. *International Journal Food Science and Technology*. 46:1600-1608.
- Barcenas, P; Pérez-Elortondo, F.J. y Albisu, M. 2004. Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: A study on consumers and trained panel performance. *Food Research International*. 37:723-729.
- Cadoret, M. y Husson, F. 2013. Construction and evaluation of confidence ellipse applied at sensory data. *Food Quality and Preference*. 28:106-115.
- Da Silva, T. L. T; de Souza, V. R; Pinheiro, A. C. M; Nunes, C. A. y Freire, T. V. M. 2014. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 67:31-38.
- Dairou, V. y Sieffermann J. M. 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.
- Dehlholm, C; Brockhoff, P. B; Meinert, L; Aaslyng, M. D. y Bredie, W. L. P. 2012. Rapid descriptive sensory methods – Comparison of Free Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. *Food Quality and Preference*. 26:267-277.
- Gkatzionis, K; Hewson, L; Hollowood, T; Hort, J; Dodd, C. E. R. y Linforth R. S. T. 2013. Effect of *Yarrowia lipolytica* on blue cheese odour development: Flash profile sensory evaluation of microbiological models and cheeses. *International Dairy Journal*. 30:8-13.
- Gellynck, X; Kuhne, B; Van, B. F; Van, W.D. y Dewettinck, K. 2009. Consumer perception of bread quality. *Food Quality and Preference*. 53:16-23.
- Husson, F; Lê, S. y Cadoret, M. 2017. *SensoMineR: Sensory Data Analysis*. R package version 1.23. [Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=SensoMineR>].
- ISO 8586-1. 1993. *Sensory Analysis—General Guidance for the Selection, Training, and Monitoring of Assessors, Part 1 – Selected assessors*. Geneva, Switzerland.
- ISO 11035. 1994. *Sensory analysis- Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach*. Geneva, Switzerland.
- ISO 16820. 2004. *Sensory analysis — Methodology — Sequential analysis*. Geneva, Switzerland.
- ISO 4120. 2004. *Sensory analysis. Methodology. Triangle test*. Geneva, Switzerland.
- ISO 10399. 2004. *Sensory analysis—Methodology—Duo-trio test*. Geneva, Switzerland.
- ISO 5496. 2005. *Sensory analysis—Methodology—Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odors*. Geneva, Switzerland.
- Josse, J; Pagés, J. y Husson, F. 2008. Testing the significance of the RV coefficient. *Computational statistics and data analysis*. 53:82-91.
- Kennedy, J. 2010. Evaluation of replicated projective mapping of granola bars. *Journal of Sensory Studies*. 25:672-684.
- Liu, J; Grønbeck, M. S; Di Monaco, R; Giacalone, D. y Bredie, W. 2016. Performance of flash profile and napping with and without training for describing small sensory differences in a model wine. *Food Quality and Preference*. 48:41-49.
- López-Guzmán, G; Palomec-Aragón, E; Carrasco-Ramírez, K. C; Mata-Luis, R; Castillejos-Antonio, Z; Ramírez-Rivera, E. J. y Santiago-Cabrera, R. 2012. Elaboración de queso fresco “cuajada” con dos tipos de cuajos comerciales: impacto sobre las reacciones de preferencia de los consumidores. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3(1):14-27.
- MacFie, H. J; Bratchell, N; Greenhoff, K; y Vallis, L. V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*. 4:129-148.
- Perrin, L. y Pagés, J. 2009. Construction of a product space from the ultra-flash profiling method: application to 10 red wines from the Loire valley. *Journal of Sensory Studies*. 24:372-395.
- Perrin, L; Symonneaux, R; Maître, I; Asselin, C; Jourjon, F. y Pagés, J. 2008. Comparison of three sensory methods for use with the Napping procedure: Case of ten wines from Loire valley. *Journal Food Quality and Preference*. 19:1-11.
- R Core Team. 2016. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Disponible en: www.R-project.org].
- Rainey, B. 1986. Importance of reference standards in training panelists. *Journal of Sensory Studies*. 1:149-154.
- Ramírez-Rivera, E. J; Díaz-Rivera, P; Ramón-Canul, L. G; Juárez-Barrientos, J. M; Rodríguez-Miranda, J; Herman-Lara, E; Prinyawiwatkul, W. y Herrera-Corredor, J. A. 2018. Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel. *Journal of Dairy Science*. 101: 5851-5864.
- Ramírez-Rivera, E.J; Juárez-Barrientos, J. M; Rodríguez-Miranda, J; Díaz-Rivera, P; Ramón-Canul, L. G; Herrera-Corredor, J. A; Hernández-Serrano, M. I. y Herman-Lara, E. 2017a. Typification of a goat fresh cheese of México by path models. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 41:213-220.
- Ramírez-Rivera, E.J; Ramón-Canul, L. G; Díaz-Rivera, P; Juárez-Barrientos, J. M; Herman-Lara, E; Prinyawiwatkul, W. y Herrera-Corredor, J.A. 2017b. Sensory profiles of artisan goat cheeses as influenced by the cultural context and the type of panel. *International Journal of Food Science & Technology*. 52:1789-1800.
- Rodrigues, J. F; Gonçalves, C. S; Pereira, R. C; Carneiro, J. D. S. y Pinheiro, A. C. M. 2014. Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. *Journal of Dairy Science*. 97(8):4733-4744.
- Tomic, O; Luciano, G; Nilsen, A; Hyldig, G; Lorensen, K. y Naes, T. 2010. Analyzing sensory panel performance in a proficiency test using the Panel CHECK software. *European Food Research and Technology*. 230:497-511.
- Tomic, O; Nilsen, A; Martens, M. y Naes, T. 2007. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. *LWT Food Science and Technology*. 40:262-269.
- Vidal, L; Silva-Cadena, R; Correa, S; Ábalos, R.A; Gómez, B; Giménez, A; Varela, P. y Ares, G. 2014. Assessment of global and individual reproducibility of projective mapping with consumers. *Journal of Sensory Studies*. 29:74-87.