

Calidad fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración

Physicochemical and sensory quality of Manchego cheese type during ripening

José Guadalupe GAMBOA ALVARADO ¹, Daniela Rojas ALMARAZ ¹ y Emmanuel de Jesús RAMÍREZ RIVERA ² ✉

¹Universidad del Mar, *Campus* Puerto Escondido. Carretera a Oaxaca vía Sola de Vega km 1,5, San Pedro Mixtepec, Juquila, C. P. 71980, Oaxaca, México y ²Universidad del Mar, *Campus* Puerto Ángel. Colonia Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Pochutla, C. P. 70902, Oaxaca, México. E-mail: oax2010@hotmail.com

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 10/02/2012 Fin de primer arbitraje: 06/04/2012 Primera revisión recibida: 22/06/2012
Fin de segundo arbitraje: 22/07/2012 Segunda revisión recibida: 30/07/2012 Aceptado: 15/08/2012

RESUMEN

Se describieron sensorialmente ocho quesos tipo manchego madurados a diferentes días (19, 26, 28, 30, 42, 50, 52 y 60). Se aplicó la técnica de caracterización sensorial Perfil Flash (PF) usando un panel entrenado y se efectuaron análisis fisicoquímicos de color (L^* y b^*), pH y temperatura interna. La correlación entre un atributo y alguna variable fisicoquímica fue validada mediante la correlación de Pearson (r) y la correlación general entre los datos sensoriales y fisicoquímicos fue determinada mediante el coeficiente de correlación vectorial R_v . Los resultados del PF demostraron que los jueces generaron un total de 39 atributos, donde los términos “color amarillo”, “textura granulosa al tacto”, “cremoso en tacto”, “untable”, “pastoso”, “pegajoso”, “elástico al tacto”, “olor a leche”, “olor a suero”, “olor a leche cortada”, “olor a mantequilla”, “cremoso en boca”, “elástico en boca”, “suave en boca”, “textura granulosa en boca”, “aroma a mantequilla”, “salado”, “ácido”, “resabio amargo” y “resabio ácido” contribuyeron a la diferenciación de grupos de quesos en el espacio sensorial, el valor de (r) demostró una correlación positiva entre la variable b^* y el color amarillo mientras que la variable L^* se correlacionó con los atributos pastoso en boca, aroma a mantequilla, ácido, resabio ácido, pegajoso que al mismo tiempo se anti-correlacionaron con el pH; la temperatura interna se correlacionó con el olor a suero. El valor de R_v fue de 0,723 entre los datos sensoriales y físico-químicos. En conclusión los términos generados por el PF pudieron correlacionarse con datos fisicoquímicos y pueden ser usados para su posterior conexión descriptiva-hedónica.

Palabras claves: Análisis Generalizado Procrusteno, calidad fisicoquímica y sensorial, maduración, Perfil Flash, queso tipo manchego

ABSTRACT

Eight “manchego” style cheese matured over different periods of time (60, 52, 50, 42, 28, 30, 26 and 19) were sensorially described. Flash profile (PF) sensory characterization was applied using a trained and physicochemical analyses of color (L^* and b^*), pH and internal temperature were made. The correlation between an correlation (r) and the general correlation between sensorial and physiochemical data was determined by using vector correlation R_v . The PF results demonstrated that the judges generated a total 39 attributes, where the terms “yellow color”, “grainy texture to the touch”, “creamy to the touch”, “spreadable”, “doughy”, “sticky”, “elastic to the touch”, “milk smell”, “whey smell”, “clabbered milk smell”, “buttery smell”, “creamy in the mouth”, “elastic in the mouth”, “soft in the mouth”, “grainy texture in the mouth”, “buttery aroma”, “salty”, “acid”, “bitter aftertaste” and “acid aftertaste” contributed to the differentiation of groups of cheese in the sensory space. Value (r) demonstrated a positive correlation between b^* and yellow color while variable L^* was correlated with the attributes doughy in the mouth, buttery aroma, acidic aftertaste and sticky while at the same time they were anticorrelated with pH. The internal temperature was correlated with the whey smell. The R_v value was at 0,723 between the sensorial and physicochemical data. In conclusion, the terms generated by the Pf could be correlated with physicochemical data and can used for latter hedonic-descriptive connection.

Key words: Generalized Procrustean analysis, physicochemical and sensory quality, ripening, Flash Profile, Manchego cheese

INTRODUCCIÓN

En el estado de Oaxaca, parte de la producción láctea es destinada para la elaboración de diferentes quesos (López *et al.* 1997; Morales *et al.* 2003); sin embargo dicho producto carece de estudios sensoriales que ponga en evidencia las posibles diferencias generadas por el proceso de elaboración, el efecto de la adición de cuajos de proveedores diferentes pero sobre todo las variaciones a nivel fisicoquímicos y sensorial como resultado del efecto de maduración, desarrollando diferentes atributos sensoriales; por tal motivo, los atributos sensoriales juegan un papel importante en la elección de los alimentos por parte de los consumidores Issanchou *et al.* (1996). La maduración de los quesos es un fenómeno complejo que experimenta la pasta cuando es sometida a condiciones ambientales y microbiológicas específicas y consiste en la transformación de la caseína y de la materia grasa, mediante procesos enzimáticos, que conducen a modificaciones de su calidad fisicoquímica y sensorial, aportando características de calidad al producto haciéndose más atractivo para los consumidores (Villegas de Gante, 2004).

Actualmente investigadores en el ámbito sensorial han desarrollado técnicas de caracterización sensorial, las cuales se identifican por suprimir el tiempo de entrenamiento y con ello minimizar los costos que con lleva la formación y mantenimiento de un panel entrenado, como ejemplo de dicha metodología se encuentran el Perfil Flash (PF) (Dairou y Sieffermann, 2002), el cual es una combinación del Perfil Libre Elección (Williams y Langron 1985) y un modo de presentación comparativa de las muestras; dicha metodología ha sido usada con éxito en la descripción sensorial de salchichas Rason *et al.* (2006), camarón ahumado Ramírez *et al.* 2009), caracterización sensorial de hamburguesas elaboradas de *Euthynnus lienatus* (Ramírez *et al.* 2010) y para la descripción sensorial de queso fresco cuajada en diferentes localidades del estado de Oaxaca, México (Gómez *et al.* 2010); sin embargo dicha metodología no ha sido aplicada para analizar el efecto de la maduración en quesos.

Por otro lado datos sensoriales generados mediante este tipo de metodología descriptiva son evaluados por el Análisis Generalizado Procrusteno (AGP) (Gower, 1975) con la cual se obtiene el mapa sensorial basado en el consenso de los jueces y al mismo tiempo los datos del PF ser correlacionados

con datos de naturaleza fisicoquímica donde el espacio de la correlación y validación del mismo se puede efectuar mediante Análisis Factorial Múltiple (AFM) y correlación vectorial R_v (Escofier y Pages, 1983; Lê-Dien y Pages, 2003), Lassoued *et al.* (2008) aplicó el PF para la caracterización y correlación instrumental en productos de panificación para la obtención de atributos de textura (visual y tacto).

Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo determinar las características fisicoquímicas y los atributos sensoriales de queso tipo Manchego, así como su posible interrelación, durante la maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales del producto

Materia prima

La materia prima láctea empleada se obtuvo de dos vacas de la cruce de $\frac{3}{4}$ Suizo $\frac{1}{4}$ Cebú del campo experimental de la Universidad del Mar, en Puerto Escondido, Oaxaca, México. Se trabajaban entre 25 kg de leche por queso madurado presentado. Los cultivos lácticos liofilizados de inoculación directa en la elaboración del queso fueron: *Lactococcus* (*lactys* + *cremoris* + *diacetilactys*): marca DANISCO, COOZIT, FRANCIA. El manejo de los cultivos fue adicionado (1%) antes de incorporarlos a la leche en un matraz a temperatura de 35°C, durante 30 minutos (pre-siembra) en 50 ml de leche ya pasteurizada. El cuajo de acción enzimática empleado fue, de la marca mexicana Cuamix[®], el tratamiento de la cuajada fue adicionarla a la leche, esperar de 45 minutos para que la quimosina formara el gel o cuajada; este cuajo fue adquirido en distribuidoras veterinarias de la ciudad de Puerto Escondido, Oaxaca, México.

Proceso de elaboración del queso tipo manchego

Los quesos tipo manchego fueron elaborados en la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Oaxaca, en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios. La leche fue pesada, filtrada y pasteurizada a temperatura de 63°C por 30 minutos (pasteurización lenta). Después del tratamiento térmico, la leche se enfrió a 35 °C y se inoculó el 1% del cultivo láctico, dejando reposar la mezcla durante 45 minutos a una temperatura de 37 °C. Después de este tiempo, se adicionó el 15% de cuajo y se dejó

durante 45 minutos de reposo a temperatura de 35 °C. La cuajada se cortó en trozos aproximadamente 1 cm, con un cuchillo y se elevó la temperatura de la cuajada a 38 °C por 20 minutos. Se desueró y fueron prensados en una prensa de acero inoxidable, de tornillo, de la marca todo en cocinas, durante 24 h. a temperaturas de 25 a 28 °C, dando una forma circular al queso. Posterior, los quesos fueron empacados al vacío, con una presión de 10 V. y colocados para su maduración a temperatura controlada de 10 °C y humedad relativa de 85% en una cámara fría marca Sobrinox, modelo rus 230 durante 19, 26,28, 30, 42, 50, 52 y 60 días.

Análisis fisicoquímico

Las evaluaciones fisicoquímicas efectuados a los quesos se realizaron en el laboratorio de tecnología de productos pecuarios de la Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Se analizaron las siguientes mediciones:

pH

Se utilizó un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción Hanna mod. HI 99163, El potenciómetro se calibró al inicio de las mediciones bajo temperaturas de trabajo de 25 C. La medición se realizó por cuadruplicado utilizando solo una decima, haciendo un orificio con un cuchillo para después colocar el electrodo a una profundidad de 2 cm. en cada medición, realizado 4 punciones a una distancia de 3 cm entre cada una de ellas.

Temperatura interna del queso

Se utilizó un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción Hanna mod. HI 99163. Las mediciones de temperatura se hicieron con el mismo potenciómetro y fueron las mismas posiciones y profundidad de la muestra.

Color (L*y b*)

Se tomó una muestra de 300 g de queso, El sistema de referencia a usar fue el CIE (1976; Commission Internationale pour l'Eclairage), determinándose los valores de L* y b* con un espectrofotómetro de esfera X-rite modelo HI SP60. Este se calibró al inicio de las mediciones bajo las condiciones ambientales de trabajo. Todas las mediciones fisicoquímicas se realizaron por cuadruplicado.

Análisis sensorial

Los quesos fueron trasladados a la Universidad del Mar Campus Puerto Ángel en contenedores de refrigeración a una temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$ para su caracterización sensorial, previo al estudio sensorial los quesos fueron cortados en forma de cubos de 3,5 x 3,5 cm y se dejaron a temperatura ambiente para ser evaluados con una temperatura de 25 °C (Bárceñas *et al.* 2004; Drake *et al.* 2009a; Drake *et al.* 2009 b) los quesos fueron codificados con tres dígitos, sin embargo para el tratamiento estadístico el analista sensorial ubicó letras de la A hasta la H incluyendo su fecha de elaboración de cada queso para ver la evolución del tiempo de maduración y su influencia en la caracterización sensorial.

Características del panel entrenado y procedimiento sensorial

Para la obtención de atributos sensoriales y el posicionamiento de los quesos evaluados, se aplicó la técnica de descripción sensorial perfil flash (PF), la cual consiste en cuatro sesiones y permite usar un grupo compuesto entre 4 a 8 sujetos (Dairou y Sieffermann, 2002; Delarue y Sieffermann, 2004). El panel estuvo conformado por 5 profesores (4 hombres y 1 mujer) con un rango de edad entre los 30 a 50 años pertenecientes a la Universidad del Mar Campus Puerto Ángel y con previa experiencia en la caracterización sensorial de productos lácteos. Previo a la caracterización sensorial se les explicó al panel de jueces el objetivo y la metodología del PF durante 40 minutos.

Durante la primera sesión, se les presentó a los jueces las muestras de quesos con diferentes tiempos de maduración y se les pidió que generaran una lista individual de atributos que les permita discriminar las muestras; Para ayudar a los sujetos en 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 a los jueces comparar su lista con la del resto del grupo con el objetivo de actualizar su lista final si lo consideraban necesario. En la tercera y cuarta sesión, cada juez realizó la evaluación de los quesos basado en los atributos elegidos por el mismo, para tal efecto se les pidió a los sujetos clasificar los productos para cada atributo sobre una escala tipo ordinal (Rason *et al.* 2006). Cada sesión tuvo una duración aproximada de 30 a 50 minutos. Las muestras de queso fueron

presentadas a los sujetos de manera simultánea múltiple y en orden aleatorio (Mazzucchelli y Guinard, 1999). Estas últimas sesiones sirvieron como sesiones de repetición. Se efectuaron dos repeticiones (sesiones 3 y 4) para evaluar el efecto discriminativo de los jueces en los atributos propuestos.

Análisis estadístico

Evaluación del desempeño del panel entrenado y análisis fisicoquímicos

Se aplicó análisis unidimensionales en específico el análisis de varianza (ANOVA) a un factor (producto) con un $\alpha = 0,05$ para medir el poder discriminante de cada uno de los jueces 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 quesos madurados y que sirvan para la generación del espacio sensorial (Pagés y Husson, 2001; Rason *et al.* 2006; Gómez *et al.* 2010).

Espacio sensorial

Se aplicó el análisis bidimensional (AGP) para la construcción del espacio sensorial únicamente con los atributos que tuvieron efecto significativo del ANOVA a un factor, dicho estadístico bidimensional usa traslación, rotación y escalamiento (Tarea *et al.* 2007; Lassoued *et al.* 2008; Gómez *et al.* 2010; Ramírez *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 físico-químicos y sensoriales se efectuó mediante el Análisis Factorial Múltiple (AFM) así mismo para la determinación del consenso multidimensional de los jueces; el grado de correlación de un determinado atributo sensorial y alguna variable fisicoquímica fue validado mediante la correlación de Pearson (r) y la medición de la similitud entre el conjunto de los datos sensoriales y fisicoquímicos fue evaluado mediante el coeficiente de correlación vectorial R_v (Husson *et al.* 2001; Faye *et al.* 2006; Lê *et al.* 2008). Tomando como criterio de que valores superiores de $R_v = 0,67$ se considera aceptables (Cartier *et al.* 2006, Nestrud y Lawless, 2008).

El análisis unidimensional (ANOVA) se realizó mediante el programa para computadora Statgraphic®

Plus, versión 4.0 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA) mientras que el AGP, el AFM, el R_v y la correlación de Pearson (r) se obtuvieron mediante el programa para computadora XLSTAT, versión 2009 (Addinsoft, Nueva York, NY, EUA).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Aspectos unidimensionales

Evaluación del desempeño del panel entrenado

Mediante el PF cada juez generó entre 8 y 12 atributos sensoriales para un total de 39 términos descriptivos, la cantidad de términos sensoriales generados mediante el PF fueron similares a los obtenidos por otras investigaciones usando el mismo método sensométrico, Tarea *et al.* 2007; Ramírez *et al.* 2009; Veinand *et al.* 2011 quienes obtuvieron 32, 50 y 50 atributos sensoriales respectivamente en la evaluación de purés elaborados a base de manzana-pera, en la optimización de las formulaciones de camarón ahumado y descripción sensorial de té de limón. Cervantes *et al.* 2010 aplicó el PF en la caracterización sensorial de queso denominado “cuajada” reportando una generación de términos sensoriales de 42 términos usando un panel sin entrenamiento.

En el Cuadro 1 se muestra el poder discriminante (F_{Producto}) de cada juez; donde el sujeto 1 fue discriminante significativamente (en 10 de 12 atributos propuestos) en los atributos color amarillo, pastoso al tacto, elástico al tacto, suave en boca, ácido, pastoso en boca, aroma a mantequilla, elástico en boca, resabio ácido y cremoso en boca; mientras que el juez 2 fue discriminante ($p \leq 0,05$) en un promedio de 4 de 8 atributos propuestos los cuales fueron color amarillo, olor a leche, untado y ácido; para el juez 3 el mejor desempeño de discriminación ($p \leq 0,05$) estuvo en los atributos color amarillo, olor a leche cortada, pegajoso, cremoso en boca y amargo; el juez 4 solo fue discriminativo ($p \leq 0,05$) en los atributos color amarillo y pastoso mientras que el juez 5 discriminó las muestras de quesos significativamente en los atributos color amarillo, textura granulosa al tacto, salado y ácido. Los atributos antes mencionados son comparables a los obtenidos en otras investigaciones, Mendía *et al.* (2003) reportaron que los atributos de olor, aroma y textura tuvieron efecto altamente significativo ($p < 0,001$) en la evaluación del queso tipo Roncal, Van *et*

al. 2006 pudieron determinar diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los atributos salado, amargo, agrio, aroma a leche, aroma a suero dichos atributos fueron detectados en quesos tipo Chihuahua elaborados con diferentes tipos de leches. Las diferencias entre los jueces respecto al número generado de términos sensoriales puede deberse las

diferencias en la percepción sensorial de los jueces (Sulmont *et al.*, 1997; Bárcenas *et al.* 2004). De manera general los atributos sensoriales obtenidos en la presente investigación contribuyeron a la formación de grupos y al mismo tiempo a la diferenciación de los quesos madurados a diferentes días.

Cuadro 1. Valores de discriminación (F_{producto}) y probabilidad (p) del análisis de varianza de un factor para cada juez en la evaluación sensorial de queso manchego con diferentes tiempos de maduración.

	Atributo sensorial	F	p
Juez 1	Color amarillo	31,29	0,00**
	Olor a mantequilla	1,52	0,229
	Pastoso al tacto	7,14	0,0006**
	Elástico al tacto	7,23	0,0005**
	Suave en boca	1,93	0,01313*
	Ácido	10,35	0,0001**
	Pastoso en boca	12,93	0,00**
	Aroma a mantequilla	4,95	0,0038*
	Elástico en boca	37,59	0,00**
	Resabio ácido	13,07	0,00**
	Cre moso en boca	54,71	0,00**
Juez 2	Color amarillo	3,11	0,02*
	Olor a leche	3,32	0,02*
	Untable	2,29	0,04*
	Olor a suero	1,87	0,14 ^{ns}
	Áspero al tacto	0,99	0,47 ^{ns}
	Suave en boca	1,82	0,15 ^{ns}
	Ácido	3,11	0,028*
	Salado	0,12	0,99 ^{ns}
Amargo	8,73	0,0002**	
Juez 3	Color amarillo	17,51	0,00**
	Olor a leche cortada	2,12	0,01*
	Cre moso en tacto	1,57	0,214 ^{ns}
	Pegajoso	2,69	0,04*
	Cre moso en boca	10,29	0,0001**
	Ácido	0,87	0,55 ^{ns}
	Olor a leche	1,85	0,14 ^{ns}
	Resabio amargo	0,55	0,78 ^{ns}
Juez 4	Color amarillo	9,22	0,0001**
	Pastoso	3,91	0,011*
	Salado	1,71	0,177 ^{ns}
	Resabio a leche	0,64	0,71 ^{ns}
Juez 5	Color amarillo	10,87	0,00**
	Salado	3,95	0,0108*
	Olor a suero	0,46	0,85 ^{ns}
	Olor a leche	1	0,44 ^{ns}
	Ácido	7,98	0,0003**
	Textura granulosa en tacto	2,73	0,042*
Textura granulosa en boca	1,36	0,28 ^{ns}	

Diferencia significativa a nivel * ($p \leq 0,05$) y ** ($p \leq 0,01$) y Diferencia no significativa a nivel ns ($p > 0,05$)

Aspectos multidimensionales

Caracterización sensorial y consenso multidimensional de los jueces sensoriales

De los 39 atributos sensoriales que se generaron mediante el panel solo 25 atributos con efecto significativo se introdujeron al AGP, esta cantidad de atributos usados para la generación del mapa sensorial represento el 64,1% , de los cuales, los atributos en la categoría de vista y tacto representaron el 12,82 % cada uno mientras que los atributos percibidos mediante el olfato representaron el 5,12% y los atributos percibidos en boca (sabores, texturas y resabios) contribuyeron el 33,34%, de acuerdo con Prescott, 1998; Asp, 1999 y Gómez *et al.* 2010 los atributos del sentido del gusto tiene una mayor influencia en la selección de los alimentos e incluso son más importantes que los de los otros sentidos. La prueba de permutación determinó que los dos primeros ejes principales del AGP fueron significativos ($F_1= 52,774$, $p < 0,0001$; $F_2= 26,08$, $p < 0,0001$) y por lo tanto el porcentaje de varianza fue de 72,69 %; este valor fue bajo comparado a los obtenidos por Gómez *et al.* 2010 y Cervantes *et al.* 2010 quienes reportaron valores de 94,22, 93,92, 85,12 % y 94,22 en la caracterización de quesos en diferentes partes del estado de Oaxaca, México y en la comparación de la caracterización del queso cuajada mediante el QDA® y el PF; por lo tanto, con respecto al eje 1 (Figura 1) los quesos codificados como F, H, B y A forman un grupo oponiéndose a los quesos G, D y C mientras que el queso E se opone a los dos grupos de quesos antes mencionados, estas diferencias en las agrupaciones puede deberse a que

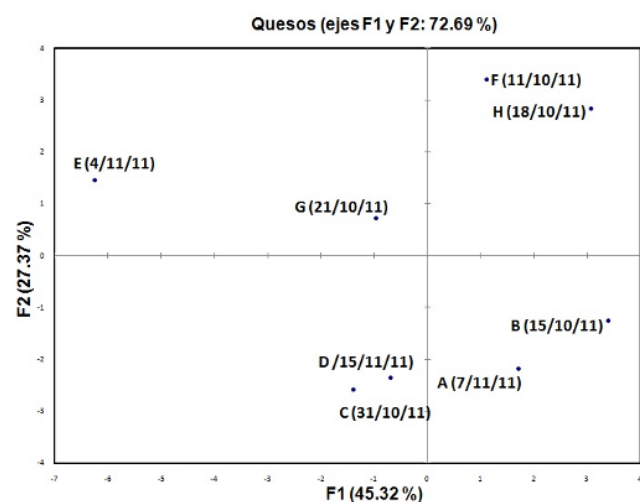


Figura 1. Espacio sensorial de los quesos manchego con diferente tiempo de maduración.

los quesos F, H, B y A (Figura 2) fueron clasificados por tener mayor intensidad en los atributos color amarillo, elástico al tacto, elástico en boca, suave en boca, olor a leche, olor a mantequilla, áspero al tacto y textura granulosa en boca; mientras que los quesos G,D y C (Figura 2) fueron percibidos como olor a leche cortada, olor a suero y textura granulosa al tacto. El queso E (Figura 2) fue caracterizado por tener mayor intensidad en atributos como son pastoso, untable, cremoso en tacto, cremoso en boca, pegajoso, aroma a mantequilla, salado, ácido, resabio amargo y resabio ácido. El resultado del R_v aplicado al análisis de consenso de los jueces, demostró que los jueces tuvieron valores de R_v en un rango de 0,82 a 0,89 dichos valores reflejan un consenso entre ellos (Cartier *et al.* 2006, Nestrud y Lawless, 2008), los valores obtenidos del R_v para la evaluación del consenso son similares a los obtenidos por Cervantes *et al.* 2010 quienes reportaron un rango de consenso de 0,81 a 0,94. Los resultados del consenso (R_v) se reflejan en la Figura 3 se puede apreciar que los jueces 1, 2, 3 y 4 se encuentran muy cercanos (determinando un consenso entre los mismos) a diferencia del juez 5 quien se ubica ligeramente alejado del resto de los jueces, dicho efecto pudo contribuir con algunas discrepancias en la caracterización sensorial de los quesos tipos manchego (Ramón *et al.* 2011), los valores de varianza en los dos primeros ejes del AFM fue de 59,10 %, dicho porcentaje de varianza es bajo al reportado por Marjorie *et al.* 1999 de 66% para la

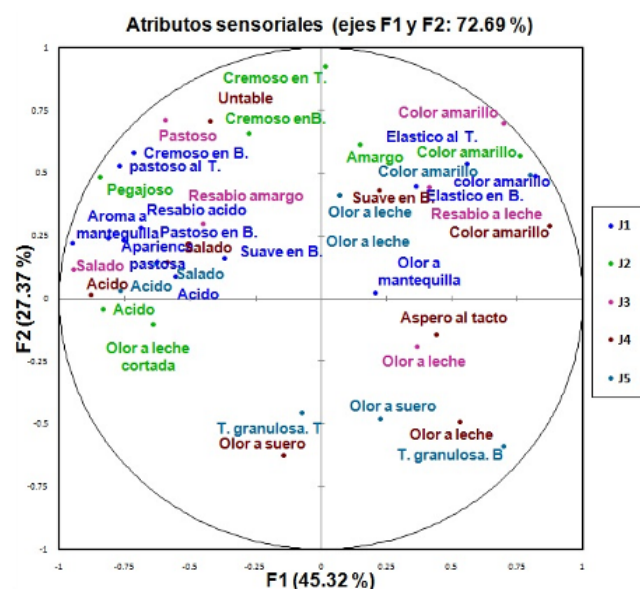


Figura 2. Espacio sensorial de los atributos generados mediante la técnica perfil flash de los quesos manchego con diferente tiempo de maduración. J: Jueces, B: Boca y T: Tacto.

evaluación del consenso de jueces evaluadores de vinos y similar al obtenido por Ramírez *et al.* 2012 en la evaluación de los jueces para la caracterización de carne de pavo alimentado con diferentes dietas.

Correlación sensorial y fisicoquímica

En la Figura 4 se muestra el resultado del AFM, donde los dos primeros ejes principales demostraron el 65,72% de la variación total de los datos, este valor fue superior al reportado por Lassoued *et al.* (2008) de 51,42%, la cual encontró similitudes entre las configuraciones de la descripción sensorial y los datos instrumentales para la evaluación de productos de panificación, además esta figura muestra la distribución de los atributos sensoriales y los datos fisicoquímicos, por tal motivo el color amarillo detectado por el panel entrenado se correlacionó con el valor fisicoquímico de b^* (amarillo) ($r = 0,952$), este resultado puede deberse a que durante la maduración las cualidades iniciales de la pasta van cambiando de acuerdo con el tipo de queso, el cual, al principio es blanco y al madurar cambia a un color amarillo, de la misma forma la consistencia va cambiando, de suave a dura. De acuerdo con Villegas de Gante (2004) la masa del queso al principio es elástica y grasosa y va cambiando al pasar los días de maduración volviéndose más elástica. Por otro lado la variable de pH se anti-correlacionó con los atributos ácido ($r = -0,824$), pastoso en boca ($r = -0,732$), aroma a mantequilla ($r = -0,724$), salado ($r = -0,868$), resabio ácido ($r = -0,939$) y cremoso en boca ($r = -0,769$), según Ong *et al.* 2012 el pH contribuye en las alteraciones de la textura en los quesos ya que el pH de leche influye directamente en la agregación de las micelas de caseína. La luminosidad (L^*) se

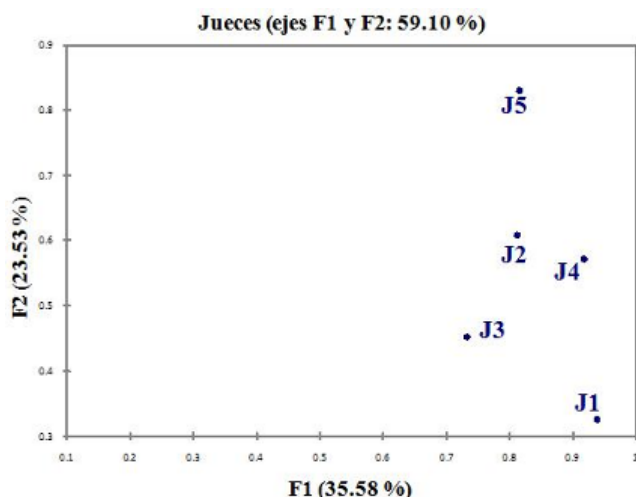


Figura 3. Espacio sensorial del consenso de los jueces.

correlacionó con los atributos salado ($r = 0,923$), ácido ($r = 0,789$), pastoso en boca ($r = 0,863$), aroma a mantequilla ($r = 0,772$), resabio ácido ($r = 0,974$) y pegajoso ($r = 0,80$). La variable temperatura interna se correlacionó con el atributo olor a suero ($r = 0,70$), es importante mencionar que altas temperaturas (superiores a los 16 °C) contribuyen con el proceso de maduración (cambios químicos como lipólisis, proteólisis) repercutiendo en los aspectos sensoriales de aromas, olores y textura en los quesos (Kraggerud *et al.* 2008) permitiendo a los jueces discriminar las muestras de queso en base a los atributos propuestos, por otro lado Trujillo *et al.* 2002 demostró que el proceso bioquímico de proteólisis generada en la maduración de los quesos tienen un efecto significativo en la formación de aromas vía formación de péptidos y aminoácidos y de igual forma en los cambios de textura debido al rompimiento de la red de la proteína.

En la Figura 5 se muestra que las configuraciones más cerradas se ubicaron para los quesos A, D, G, F y H determinando que los datos obtenidos por ambos métodos de evaluación tienen una estructura similar en el interior de las matrices (Lê y Pagés, 2003) en otras palabras el vocabulario generado por los jueces pudo ser correlacionado con los datos fisicoquímicos, esto quedó confirmado por el $R_v = 0,723$.

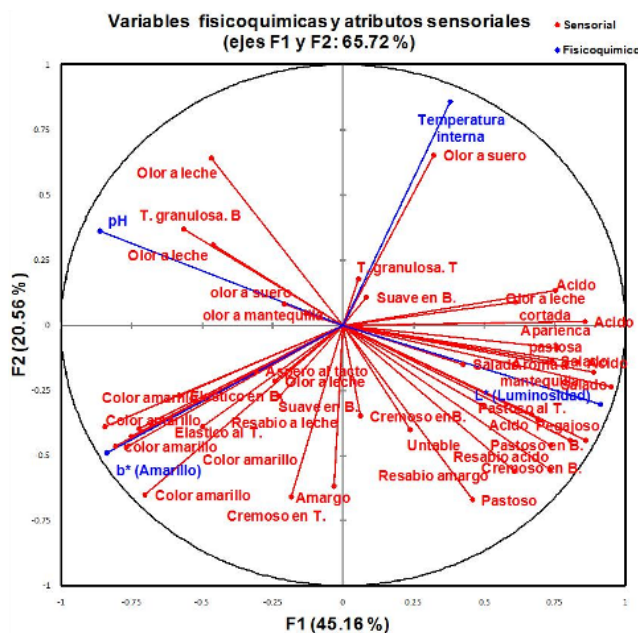


Figura 4. Correlación entre los atributos sensoriales y fisicoquímicos mediante el Análisis Factorial Múltiple.

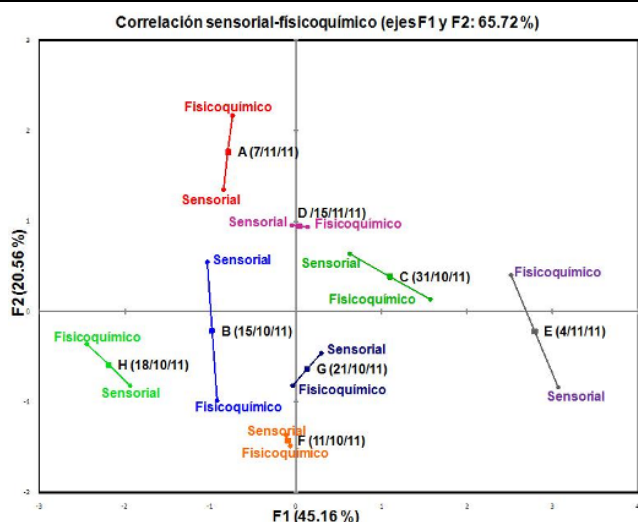


Figura 5. Configuraciones de las variables sensoriales y fisicoquímicas mediante el Análisis Factorial Múltiple.

CONCLUSIONES

Mediante el uso del perfil flash para la evaluación de los quesos tipo manchego madurados con diferentes días se pudo tener un rápido acceso al posicionamiento sensorial de los quesos y atributos. Los atributos sensoriales como color amarillo, textura granulosa al tacto, cremoso en tacto, untable, pastoso, pegajoso, elástico al tacto, olor a leche, olor a suero, olor a leche cortada, olor a mantequilla, cremoso en boca, elástico en boca, suave en boca, textura granulosa en boca, aroma a mantequilla, salado, ácido, resabio amargo y resabio ácido contribuyeron a la diferenciación y formación de grupos de quesos en el espacio sensorial basados en su fecha de maduración y al mismo tiempo pudieron ser correlacionados con los datos fisicoquímicos, esto quedó comprobado mediante el uso de los diferentes recursos estadísticos.

Con los atributos detectados en el presente estudio pueden ser de utilidad en dos vertientes del ámbito sensorial, la primera es en el uso de la técnica del análisis descriptivo cuantitativo (QDA[®]) para su cuantificación real de los atributos sensoriales y la segunda vertiente es la conexión entre los datos descriptivos y hedónicos con el objetivo de monitorear los cambios de aceptabilidad sobre los productos para la orientación en la formulación y la optimización de los mismos permitiendo anticipar las reacciones de los consumidores mediante técnicas como el mapa externo de preferencia o la regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS) del mismo modo

los autores recomiendan realizar análisis de composición de volátiles, ácidos grasos y análisis de textura en función de la cantidad de triptófano, riboflavina y vitamina A mediante espectroscopia de fluorescencia con el objetivo de monitorear la formación de compuestos químicos responsables de aromas, el tipo de ácidos grasos y los cambios en la textura respectivamente y al mismo tiempo correlacionarlo con los aspectos sensoriales antes mencionados.

LITERATURA CITADA

- Asp, E. H. 1999. Factors affecting food decisions made by individual consumers. *Food Policy* 24: 287-294.
- Barcenas, P.; F. J. Pérez Elortondo and M. Albisu. 2004. Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: a study on consumers and trained panel performance. *Food Research International* 37 (7): 723-729.
- Cartier, R.; A. Rytz, A. Lecomte, F. Poblete, J. Krystlik, E. Belin and N. Martin. 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.
- Cervantes, M.; J. López, T. Gómez, R. Santiago, L. Ramón, F. Delgado, J. Shain, Y. Huante y E. Ramírez. 2010. Comparación de la descripción sensorial del queso fresco "cuajada" mediante el análisis descriptivo cuantitativo y el perfil flash. *Ciencia y Mar* 14 (42): 3-12.
- Dairou, V. and J. M. Sieffermann. 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. and J. M. Sieffermann. 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.
- Drake, S. L.; K. Lopetcharat, S. Clark, H. S. Kwak, S. Y. Lee, and M. A. Drake. 2009a. Mapping differences in consumer perception of sharp cheddar cheese in the United States. *Journal of Food Science* 74 (6): S276-S285.

- Drake, S. L.; K. Lopetcharat and M. A. Drake. 2009b. Comparison of two methods to explore consumer preferences for cottage cheese. *Journal of Dairy Science* 92 (12): 5883-5897.
- Escofier, B. et J. Pages. 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.; D. Brémaud, E. Teillet, P. Courcoux, A. Giboreau and H. Nicod. 2006. An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference* 17 (7-8): 604-614.
- Gómez Alvarado, T.; M. Hernández Cervantes, J. López Velázquez, R. S. Cabrera, L. G. Ramón Canul, J. M. Juárez Barrientos y E de J. Ramírez Rivera. 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 (2): 127-140.
- Gower, C. J. 1975. Generalized procrustes analysis. *Psychometrika* 40 (1): 33-51.
- Husson, F.; S. Lê-Dien and J. Pagès. 2001. Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? *Methodology and results. Food Quality and Preference* 12 (5-7): 291-296.
- Issanchou, S. 1996. Consumer expectations and perception of meat and meat product quality. *Meat Science* 43 (1): 5-19.
- Kraggerud, H.; S. Skeie, M. Hoy, L. Rokke and R. Abrahamsen. 2008. Season and ripening temperature influence acid composition and sensory properties fo semi-hard cheese during maturation. *International Dairy Journal* 18: 801-810.
- Lassoued, N.; J. Delarue, B. Launay and C. Michon. 2008. Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using flash profile. *Journal of Cereal Science* 48 (1): 133-143.
- Lê-Dien, S. et J. Pagès. 2003. Analyse factorielle multiple hiérarchique. *Revue de Statistique Appliquée* 50 (2): 47-73.
- Lê, S.; J. Pagès and 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 (2): 179-184.
- López Aldama, P.; J. J. Martínez Maya y L. S. Sánchez del Ángel. 1997. Determinación de penicilina y otros inhibidores en quesos frescos de la ciudad de Oaxaca, México. *Veterinaria México* 28 (3): 185-188.
- Marjorie, C.; J. King and C. Margaret. 1999. A comparison of methods for evaluation the performance of a trained sensory panel. *Journal of Sensory Studies* 16: 567-581.
- Mazzucchelli, R. and J. X. Guinard. 1999. Comparison of monadic and simultaneous sample presentation modes in descriptive analysis of milk chocolate. *Journal of Sensory Studies* 14 (2): 235-248.
- Mendía, C.; P. Larráyo, A. Ordóñez, F. Ibáñez and P. Torre. 2003. Monitoring taste panel efficiency during evaluation of the sensory quality of Roncal cheese. *Journal of Sensory Studies* 18: 91-102.
- Morales de León, J. C.; M. L. Cassís Nosthas y L. G. García Beltrán. 2003. Elaboración de un queso tipo "cotija" con base en una mezcla de leche y garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 53 (2): 202-207.
- Nestrud, M. A. and H. T. Lawless. 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.
- Ong, L.; R. Dagastine, S. Kentish and S. Gras. 2012. The effect of pH at renneting on the microstructure, composition and texture of Cheddar cheese. *Food Research International* 48: 119-130.
- Pagès, J. and F. Husson. 2001. Inter-laboratory comparison of sensory profiles: methodology and results. *Food Quality and Preference* 12 (5-7): 297-309.
- 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, E. de J.; L. G. Ramón Canul, Y. Huante González, A. J. Shaín Mercado, H. R. Bravo Delgado y C. Martínez Liébana. 2009. Caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) mediante la técnica perfil flash. *Ciencia y Mar* 13 (38): 27-34.
- Ramírez Rivera, E. de J.; L. G. Ramón Canul, M. A. Camacho Escobar, V. Reyes Borques, M. Rodríguez de la Torre y A. J. Shaín Mercado. 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, E. de J.; M. A. Camacho Escobar, J. C. García López, V. Reyes Borques and M. Rodríguez de la Torre. 2012. Sensory analysis of Creole turkey meat with flash profile method. *Open Journal of Animal Science* 2 (1): 1-10.
- Ramon Canul, L. G.; E. de J. Ramírez Rivera, R. Santiago Cabrera, F. K. Delgado Vidal, J. M. Juárez Barrientos, M. Hernández Cervantes, J. López Velázquez and T. Gómez Alvarado. 2011. Performance comparison trained judges and panels for the evaluation of cuajada type fresh cheese in two regions from Oaxaca in México. *Journal of Food and Nutrition Sciences* 2: 1166-1179.
- Rason, J.; L. Léger, E. Dufour and 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. *European Food Research and Technology* 222 (5-6): 580-589.
- Sulmont. C.; I. Lesschaeve, F. Sauvegeot and S. Issanchou. 1997. Comparative training procedures to learn odor descriptors: Effects on profiling performance. *Journal of Sensory Studies* 14: 467-490.
- Statgraphics Plus Software. Version 5.1. 1994. Statistical Graphics Corporation. Sigma Plus.
- Tarea, S.; G. Cuvelier and J. M. Sieffermann. 2007. Sensory evaluation of the texture of 49 commercial apple and pear purees. *Food Quality* 30 (6): 1121-1131.
- Trujillo, A.; M- Buffa, I. Casals, P. Fernandez and B. Guamis. 2002. Proteolysis in goat cheese made from raw, pasteurized or pressure-treated milk. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 3: 309-319.
- Van, D.; M. Drake, F. Molina, M. Guerrero and A. Gardea. 2006. Mexican Chihuahua cheese: sensory profiles of young cheese. *Journal of Dairy Science* 89: 3729-3738.
- Wu, W.; Q. Guo, S. de Jong and D. L. Massart. 2002. Randomisation test for the number o dimensions of the group average space in generalised procrustes analysis. *Food Quality and Preference* 13 (3): 191-200.
- Veinand, B.; C. Godefroy, C. Adam and J. Delarue. 2011. Highlight of important product characteristics for consumer. Comparison of three sensory descriptive methods performed by consumers. *Food Quality and Preference* 22: 474-485.
- Villegas de Gante, A.. 2004. Tecnología quesera. Ed. Trillas. Mexico, D.F. 398 p.
- Williams, A. A. and S. P. Langron. 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.
- Wu, W.; Q. Guo, S. Jong and L. Massart. 2002. Randomisation test for the number o dimensions of the group average space in generalized procrustes analysis. *Food Quality and Preference* 13 (3): 191-200.
- Xiong, R.; K. Blot, J. F. Meullenet and J. M. Dessirier. 2008. Permutation test for generalized procrustes analysis. *Food Quality and Preference*. 19 (2): 146-155.
- XLSTAT® para Microsoft Excel® versión 7.5. 2004. Fahym. Paris, Francia.