



NUEVAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS SENSORIALES BASADOS EN LA GEOMETRÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Curso: 2017/18

Alumna: Cristina Júlvez Obispo

Tutora: Encarnación Fernández Fernández

Cotutor: David Orden Martín

Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos

E.T.S. Ingenierías Agrarias, Campus de la Yutera(Palencia)

Universidad de Valladolid

RESUMEN:

En la industria alimentaria el análisis sensorial es muy importante. Los métodos clásicos pueden ser largos y costosos, haciéndolos menos adecuados para ciertas industrias como la vinícola, por lo que cada vez se tiende más a utilizar metodologías rápidas utilizando consumidores. Una alternativa es el método Napping®.

El principal objetivo de este estudio es comparar los resultados obtenidos del método Napping® empleando dos técnicas de análisis de datos sensoriales: una técnica estadística mediante el análisis factorial múltiple (AFM), y una técnica geométrica utilizando el software SensoGraph. Para ello se evaluarán vinos tintos comerciales empleando un panel de catadores no entrenado, pero con experiencia en la cata de vinos. Además de realizar la descripción sensorial de las muestras utilizando la técnica de Ultra Flash Profiling.

Ambas técnicas de tratamiento de datos (AFM y SensoGraph) mostraron resultados muy similares. Además, SensoGraph permite una mejor discriminación entre las muestras de vino, obteniendo diferencias entre vinos de distintas Denominaciones de Origen y variedades de uva. También, con el empleo conjunto de las metodologías de análisis sensorial Napping® y Ultra Flash Profiling se ha podido realizar la descripción de las características sensoriales de los vinos, siendo los de D.O. Ribera del Duero afrutados y de color violeta, mientras que los vinos elaborados con uva Monastrell tienen aromas a miel e higos, y un color castaño.

Palabras clave: análisis sensorial, Napping®, análisis factorial múltiple, SensoGraph, vino.

ABSTRACT:

In the food industry, sensory analysis is very important. Classical methods can be long and expensive, making them less suitable for certain industries such as the wine industry, so there is a growing tendency to use rapid methodologies using consumers. An alternative is the Napping® method.

The main objective of this study is to compare the results obtained from the Napping® method using two sensory data analysis techniques: a statistical technique using multiple factorial analysis (AFM), and a geometric technique using the SensoGraph software. For this, commercial red wines will be evaluated using a panel of untrained tasters, but with experience in wine tasting. In addition to performing the sensory description of the samples using the Ultra Flash Profiling technique.

Both data processing techniques (AFM and SensoGraph) showed very similar results. In addition, SensoGraph allows better discrimination between wine samples, obtaining differences between wines from different Denominations of Origin and grape varieties. Also, with the joint use of the Napping® and Ultra Flash Profiling sensory analysis methodologies, it has been possible to describe the sensory characteristics of the wines, with D.O. Ribera del Duero fruity and violet, while wines made with Monastrell grape have aromas of honey and figs, and a chestnut color.

Keywords: sensory analysis, Napping®, multiple factorial analysis, SensoGraph, wine.

1. Introducción

La industria agroalimentaria siempre ha sido un sector con una alta competitividad, por lo que tiene una gran necesidad de innovar en nuevos productos para competir en el mercado. La industria vitivinícola tiene esta especial necesidad ya que el vino es un producto que hasta la actualidad ha sido muy explotado y necesita innovar para seguir compitiendo en el mercado. Por lo tanto, conocer la aceptabilidad de los mismos por parte de los consumidores es fundamental. El problema radica en que la mayoría de los nuevos productos fallan (Stewart-Knox y Mitchell, 2003) debido a la deficiencia en la metodología empleada para su desarrollo e innovación (Rudolph, 1995; Stewart-Knox y Mitchell, 2003). Es por ello que el análisis sensorial se ha convertido en la herramienta más eficaz para evaluar las características organolépticas de los productos a través de los sentidos, siendo ampliamente aplicado en ciencia y tecnología de los alimentos.

El método que más se utiliza dentro de las técnicas de evaluación analítica es el análisis sensorial descriptivo. Mayormente se emplea para el desarrollo de nuevos productos, para el control de calidad o la investigación de mercados (Lawless y Heymann, 2010). El objetivo de esta técnica es caracterizar sensorialmente los productos para así poder cuantificar las diferencias sensoriales que pueda haber entre ellos (Varela y Ares, 2012). Para ello se emplean paneles descriptivos, los cuales son instrumentos altamente especializados que proporcionan resultados muy detallados, robustos, consistentes y reproducibles, que son estables en el tiempo dentro de un cierto espacio temporal (Stone y Sidel, 2004). Estos paneles descriptivos están formados por un grupo de catadores expertos, los cuales han sido entrenados para describir y evaluar sensorialmente diferencias entre productos.

En las empresas se han desarrollado procesos de optimización del producto a través de calificaciones de consumidores mediante el gusto (Lagrange y Norback, 1987). Además, emplean paneles entrenados que evalúan las características y propiedades sensoriales de los productos, para posteriormente realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos (Van Trijp *et al.*, 2007). En la ciencia sensorial clásica, las pruebas analíticas sensoriales las han realizado evaluadores altamente capacitados, mientras que los consumidores se han

empleado principalmente para realizar pruebas de afectividad cualitativa y cuantitativa (Stone y Sidel, 2004). Sin embargo, aunque estas técnicas analíticas proporcionen unos resultados satisfactorios, crear y mantener un panel calibrado y bien entrenado puede ser muy costoso y llevar mucho tiempo (Labbe *et al.*, 2004).

Algunos autores en sus investigaciones (Kennedy, 2010; Dehlholm, 2012; Hopfer y Heymann, 2013) han afirmado que el periodo de formación podría ser eliminado y se podría realizar la caracterización sensorial utilizando consumidores. Dichos autores observaron que los consumidores y los evaluadores entrenados del panel proporcionan resultados similares en cuanto a la discriminación, el consenso y la reproducibilidad, y que los espacios de productos obtenidos a partir de los dos paneles son similares (Varela y Ares, 2012).

Por este motivo, la ciencia sensorial se ha dirigido hacia herramientas sensoriales más flexibles y rápidas que dan agilidad adicional a la caracterización sensorial, tanto en tiempo como de requisitos de entrenamiento del panel (Varela y Ares, 2012), así como maneras de recopilar información sensorial de los productos directamente de los consumidores (Faye *et al.*, 2006). El empleo de consumidores en la industria alimentaria para realizar los métodos de descripción sensorial ha aumentado significativamente desde hace unos años hasta la actualidad. La idea de que los consumidores son capaces de describir con precisión los productos, desde un punto de vista sensorial, es cada día más aceptada dentro de la comunidad científica. Además, la comprensión de que este tipo de enfoque ofrece respuestas rápidas y flexibles a las necesidades cambiantes de la industria, ha aumentado el interés en las herramientas de generación de productos de consumo (Varela y Ares, 2014).

Uno de los métodos que emplea consumidores, es el Napping® o técnica proyectiva, cuyo objetivo es cuantificar de una forma rápida las percepciones individuales de similitud y diferencias globales entre productos (Pagès, 2005).

En este método, las muestras se presentan simultáneamente y se les pide a los consumidores que las coloquen en un espacio bidimensional de acuerdo con sus propios criterios (Perrin *et al.*, 2008). Ya que los criterios para la colocación de las muestras son elegidos individualmente por cada consumidor, hace que el Napping® sea un procedimiento flexible y espontáneo (Varela y Ares, 2012). Según Risvik *et al.* (1997) la realización de esta prueba podría ser una forma útil y

sencilla de evaluar la percepción de los consumidores sobre los productos alimenticios.

La técnica de mapeo proyectivo se introdujo en el campo de la ciencia sensorial en 1994 y se presentó como un enfoque rápido para recopilar diferencias/similitudes de un conjunto de productos; y el Napping® se estableció como una variante de la técnica proyectiva empleando las mismas instrucciones de evaluación (Pagès, 2005). Esta técnica aplica la idea de “colocar” psicológicamente las muestras y proyectarlas dentro de un área en dos dimensiones, el cual está representado por una hoja de papel (Risvik *et al.*, 1994). Además, cuando la cata se realiza a ciegas, es una práctica común agregar una muestra de control ciego repetido en el conjunto de muestras para examinar el rendimiento individual del evaluador, verificando posteriormente en el mapa perceptual final que la muestra y el control a ciegas están cerca (Ferrage *et al.*, 2010). A los evaluadores se les introduce en la técnica pero no reciben ningún entrenamiento formal (Varela y Ares, 2014).

Para el análisis de datos de Napping® siempre se ha empleado el análisis estadístico, destacando el análisis factorial múltiple (AFM) (Pagés, 2005). Sin embargo, en la actualidad se están desarrollando otros métodos para el tratamiento de los datos. Una alternativa al análisis estadístico clásico es el software SensoGraph, que emplea técnicas geométricas (De Miguel *et al.*, 2013).

El Napping® se ha aplicado a varios productos alimenticios entre los que se encuentra el vino (Perrin y Pagès, 2009), y ha demostrado ser un método bastante fácil y comprensible para los consumidores. Risvik *et al.* (1997) incluso sugirieron la posibilidad de usarlo con niños. Así mismo, tiene la ventaja de ser un método rápido de realizar y, por lo tanto, ahorra recursos en tiempo y en evaluadores. Sin embargo, este método no permite la caracterización sensorial de las muestras (Valentin *et al.*, 2012).

Para solucionar este inconveniente, y que los resultados se vuelvan más valiosos, a veces se les pide a los participantes que escriban descriptores de las muestras o grupos de muestras después de haber finalizado las proyecciones. Este método es conocido como "Ultra Flash Profiling" (Pagès, 2003) y se consideró como una metodología complementaria para Napping® ya que

constituía la recopilación de las descripciones semánticas de los evaluadores a los productos.

Ultra Flash Profiling es una variante del Flash Profile convencional. Dairou y Sieffermann (2002) sugirieron el uso del Flash Profile (FP) para la descripción sensorial, desarrollado como una variante del perfil de libre elección. Se definió como una evaluación comparativa de los productos mediante clasificación, basada en la presentación simultánea de todo el conjunto de muestras, lo cual podría permitir una mejor discriminación del producto. Además, cuando los productos probados pertenecen a la misma categoría de productos o a categorías similares, Ultra Flash Profiling puede ser más selectivo que los perfiles convencionales (Delarue y Sieffermann, 2004).

Ultra Flash Profiling presenta la ventaja de ser una herramienta de descripción sensorial rápida, fácil de comprender para los consumidores, adecuada para aplicaciones cuando se necesita una respuesta rápida, pero también como herramienta de selección inicial para un nuevo conjunto de productos o categoría, y para estudiar un mercado específico (Dairou y Sieffermann, 2002; Delarue y Sieffermann, 2004; Tarea *et al.*, 2007).

2. Objetivo

El objetivo de este estudio es comparar los resultados obtenidos del método Napping® empleando dos técnicas de análisis de datos sensoriales: una técnica estadística mediante el análisis factorial múltiple (AFM), y una técnica geométrica mediante el software SensoGraph. Para ello se evaluarán vinos tintos comerciales empleando un panel de catadores no entrenado, pero con experiencia en la cata de vinos. Además de realizar la descripción sensorial de las muestras utilizando la técnica de Ultra Flash Profiling.

3. Materiales y Métodos

3.1. Catadores

Para la realización de este estudio participó un grupo de 24 consumidores no entrenados, pero con experiencia en la cata de vinos y con edades comprendidas entre 21 y 29 años. El 54% eran hombres y el 46% mujeres, con estudios comprendidos entre bachillerato y una carrera superior.

Las pruebas se llevaron a cabo en la sala de cata de la ETSIIAA del Campus de Palencia (Universidad de Valladolid) y en cabinas individuales. Esta sala cumple con los requisitos que se indican en la Norma UNE-EN ISO 8589:2010, y su modificación a UNE-EN ISO 8589:2010/A1:2014.

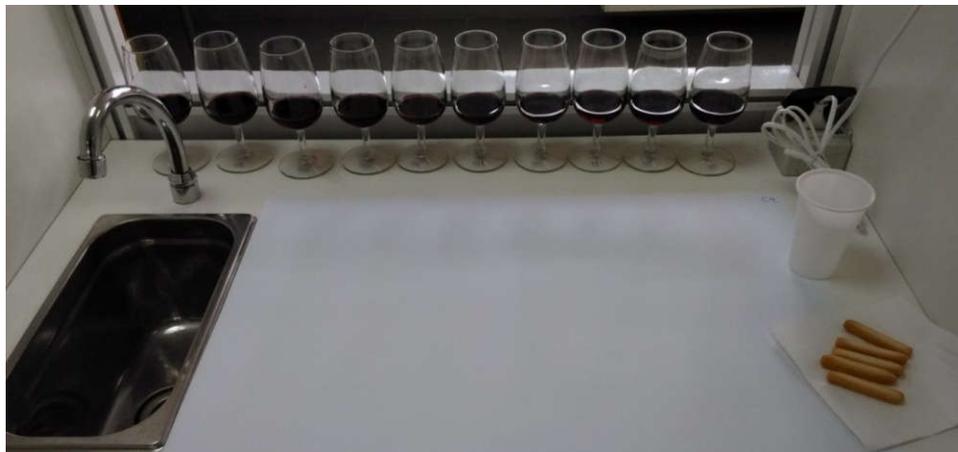


Figura 1. Cabina con las copas y las muestras de vino.

3.2 Muestras

Se emplearon 9 vinos tintos comerciales de diferentes Denominaciones de Origen (D.O.) del territorio español, con precios comprendidos entre 5 y 11 euros; y a cada vino se le asignó un número de muestra:

- D.O. Ribera del Duero:
 - 1- Veintisiete.
 - 2- Carmelo Rodero.
- D.O. Toro:
 - 3- Dehesa Gago.
- D.O. Bierzo:
 - 4- Castro de Valtuille.
 - 5- El Pájaro Rojo.
- D.O. Ribeira Sacra:
 - 6- Algueira.

- D.O. Ca. Rioja:
7- LZ.
- D.O. Conca de Barberá:
8- 8 DiesClos de Peguera.
9- 8DiesClos de Peguera.
- D.O. Jumilla:
10- Honoro Vera Organic Monastrell.

En la Tabla 1 se muestran las características de los vinos empleados en la prueba. Estas características hacen referencia a la D.O. a la que pertenecen, la variedad de uva con la que han sido elaborados y, por último, a la graduación alcohólica.

Tabla 1. Características de los vinos.

Muestras	D.O.	Variedades	Graduación alcohólica
1	Ribera del Duero	100% Tempranillo	13,5°
2	Ribera del Duero	100% Tempranillo	14°
3	Toro	100% Tinta de Toro	14°
4	Bierzo	100% Mencía	13°
5	Bierzo	100% Mencía	13,5°
6	Ribeira Sacra	100% Mencía	13°
7	Rioja	Tempranillo, Garnacha y Graciano	13,5°
8	Conca de Barberá	Cabernet Franc (60%), Merlot (30%), Garnacha (5%) y Monastrell (5%)	14°
9	Conca de Barberá	Cabernet Franc (60%), Merlot (30%), Garnacha (5%) y Monastrell (5%)	14°
10	Jumilla	100% Monastrell	15°

Se evaluaron 10 muestras que se sirvieron aleatoriamente según un diseño de bloques completos con códigos de tres cifras elegidos al azar. Para ello se emplearon copas para la degustación de vinos según la Norma UNE 87022:1992.

El motivo de que hubiera 10 muestras es que se presentó una muestra de control ciego repetida en el conjunto de muestras (números 8 y 9), para examinar la capacidad de los evaluadores de identificar dos muestras iguales.

3.3. Napping®

Para realizar el mapeo proyectivo o Napping® a los catadores se les proporcionó una hoja en blanco de 60cm x 40 cm. Los evaluadores tenían que posicionar las muestras de vino en la hoja de acuerdo con sus propios criterios, y según la importancia relativa que cada uno quisiera dar. De tal forma que los vinos que hayan sido colocados muy cerca se considera que han sido percibidos como idénticos, es decir, con características sensoriales muy similares, mientras que los vinos que hayan sido posicionados muy distantes entre sí se consideran sensorialmente muy diferentes y, por lo tanto, percibidos como distintos.

Con los mapas obtenidos de cada evaluador, se determinaron las coordenadas X e Y de cada muestra, teniendo en cuenta el ángulo inferior izquierdo de la hoja como origen del sistema de coordenadas.

Los datos del Napping® se analizaron mediante análisis factorial múltiple (AFM) usando el lenguaje R (R Development Core, 2007) (Pagès, 2005) para obtener un mapa sensorial de los productos.

Después, se construyeron las elipses de confianza para ver entre qué muestras existen diferencias estadísticamente significativas (Cadoret y Husson, 2013). Para ello se utilizó el paquete SensoMine R (Lê y Husson, 2008).

Por otra parte, para analizar los datos del Napping® por técnicas geométricas se utilizó el software SensoGraph (De Miguel *et al.*, 2013).

3.4. Ultra Flash Profiling

Tras haber finalizado las proyecciones de Napping®, se les pidió a los evaluadores que escribieran junto a cada muestra una serie de descriptores que

consideraran apropiados, según su propio criterio, para describir la muestra que se estaba evaluando.

El análisis de datos obtenido de Ultra Flash Profiling se realizó mediante análisis de correspondencias múltiple (ACM) utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics (23.0).

3.5. Uniones manuales

Por último, se les pidió a los evaluadores que hicieran uniones entre las muestras que consideraran similares, dando como resultado una figura geométrica en forma de constelación (Figura 2).

Para el tratamiento de datos de estas uniones se utilizaron las técnicas geométricas mediante el software SensoGraph (De Miguel *et al.*, 2013). Como resultado se obtiene un gráfico de consenso con la situación de los productos de todos los evaluadores.

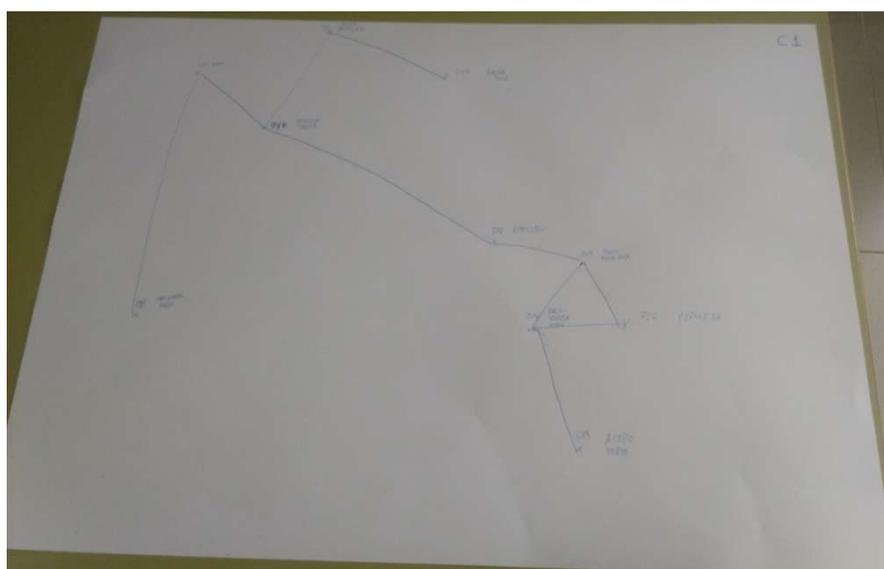


Figura 2. Uniones en forma de constelación de las muestras de vino.

4. Resultados y Discusión

En este apartado se van a exponer los resultados obtenidos en cada prueba a través de su representación gráfica, y las discusiones que pueden ir surgiendo de los mismos.

4.1. Napping®

4.1.1. Análisis factorial múltiple (AFM)

Pagès (2003,2005) propuso utilizar el análisis factorial múltiple (AFM), porque esta técnica tiene en cuenta las diferencias entre los evaluadores.

En la Figura 3 se representa mediante un análisis factorial múltiple (AFM) las dos primeras dimensiones de los datos obtenidos con el método Napping®. En este caso, las dos dimensiones explican el 50,62% de la variabilidad de los datos. Se puede observar que aparecen cuatro subconjuntos bien diferenciados. En el primero se agrupan los vinos 1 y 2, en el segundo se encuentran agrupados los vinos 5, 6, 7 y 9, en el tercero se encuentran los vinos 3, 4 y 8, y por último el vino 10 formaría un subgrupo él solo.

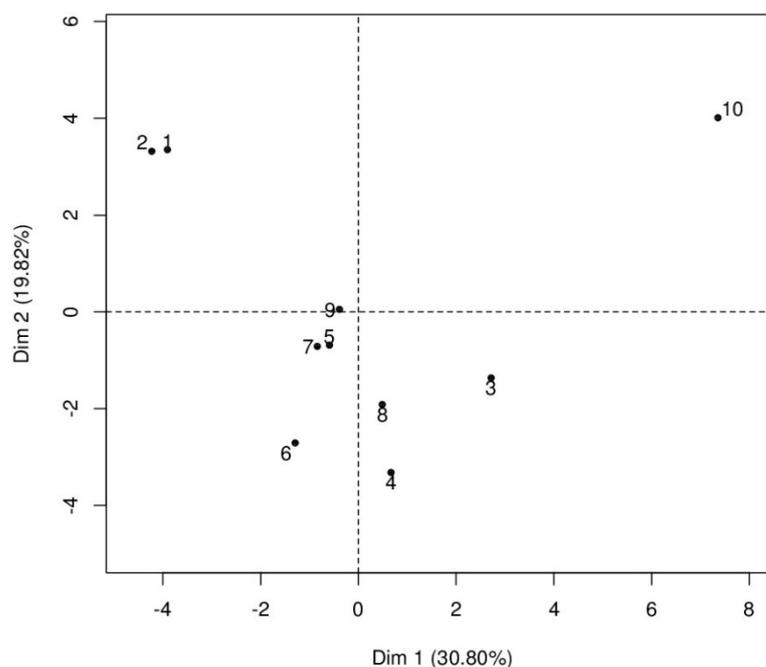


Figura 3. Representación de las muestras de vino en las dos primeras dimensiones del análisis factorial múltiple (AFM) para el método Napping®.

Los resultados muestran que los evaluadores fueron capaces de reconocer y agrupar los vinos 1 y 2 por sus características similares, ya que ambos vinos pertenecen a la misma Denominación de Origen (D.O. Ribera del Duero). Sin embargo, mediante esta técnica, los evaluadores no colocaron cerca los vinos 8 y 9, que eran la misma referencia, lo que indica que los han percibido como diferentes.

En el mapeo proyectivo las distancias entre las muestras se manejan actualmente mediante modelos de algoritmos como distancias euclídeas. Por lo tanto, las diferencias entre las muestras se manejan de acuerdo con las instrucciones de evaluación de Napping®, es decir, los productos considerados más similares se posicionan más cercanos, y los productos más diferentes, se colocan más separados. Pero aun cuando la introducción del evaluador puede ser clara y directa, los consumidores interpretan de manera distinta, reflejándose en la estrategia de proyección (Dehlholm, 2012). Por lo tanto, las elipses de confianza se pueden usar para evaluar las diferencias entre productos (Valentin *et al.*, 2016).

Por todo ello, en la Figura 4 se representa mediante análisis factorial múltiple (AFM) las dos primeras dimensiones de los datos obtenidos con el método Napping® para las muestras de vino con las elipses de confianza.

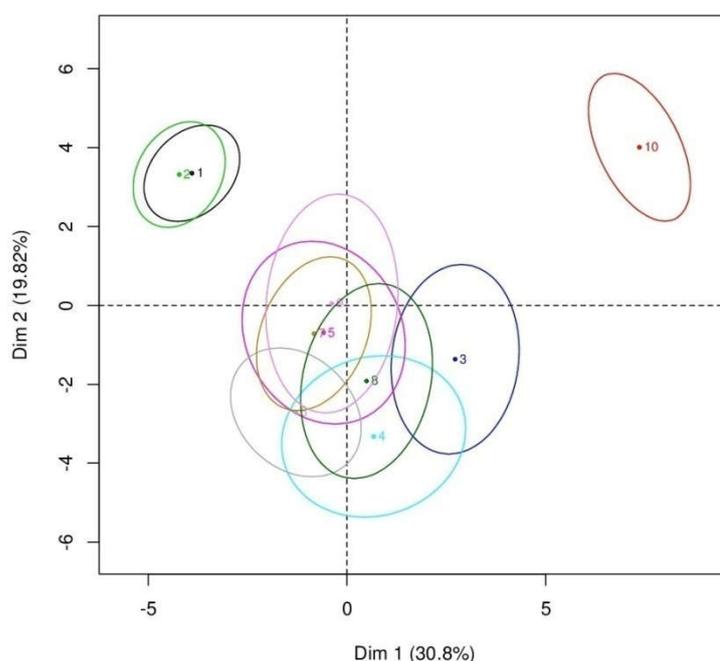


Figura 4. Representación de las muestras de vino en las dos primeras dimensiones del AFM con elipses para el método Napping®.

Cuando dos elipses de dos muestras no se cruzan, estos dos vinos pueden considerarse significativamente diferentes (Abdi *et al.*, 2009). Se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo formado por los vinos 1 y 2 con el vino 10 y con el resto de muestras. Esto puede ser debido a que las muestras 1 y 2 pertenecen a vinos elaborados con uva Tempranillo en su

totalidad y a la D.O. Ribera del Duero, como se ha comentado anteriormente. Mientras que el resto han sido elaborados con otras variedades diferentes de uva.

Por otra parte, la muestra 10 pertenece al único vino ecológico elaborado con la variedad Monastrell y a la D.O. Jumilla, el cual tiene unas características únicas en cuanto a sabor y color, además de ser un vino con una mayor graduación alcohólica (15%), que claramente lo diferencia del resto de vinos.

Se puede destacar también que existen diferencias significativas entre la muestra 3 y las muestras 6, 7 y 9; mientras que entre el resto de vinos, los catadores no han percibido diferencias. El vino 3 está elaborado con la variedad de uva Tinta de Toro, lo que le hace ser diferente en comparación con las muestras que presentan otras variedades de uva (Tabla 1).

Las muestras 4, 5 y 6 no presentan diferencias significativas, quizás debido a que los tres vinos se elaboran con 100 % uva Mencía, a pesar de que dos de ellos (4 y 5) son de la D.O. Bierzo y la muestra 6 de la D.O. Ribeira Sacra.

En este gráfico (Figura 4) se puede observar que las elipses de los vinos 8 y 9 (ambos la misma referencia) se cruzan, por lo tanto se puede decir que los catadores no encontraron diferencias significativas entre ellos.

4.1.2. SensoGraph

Los datos obtenidos de Napping® se procesaron con el software SensoGraph, que emplea técnicas geométricas en vez de estadísticas. De esta manera, se obtuvo el gráfico representado en la Figura 5.

Los productos percibidos como similares se unen por líneas más gruesas y se sitúan cerca, mientras que los productos considerados diferentes se unen por líneas más delgadas (De Miguel *et al.*, 2013).

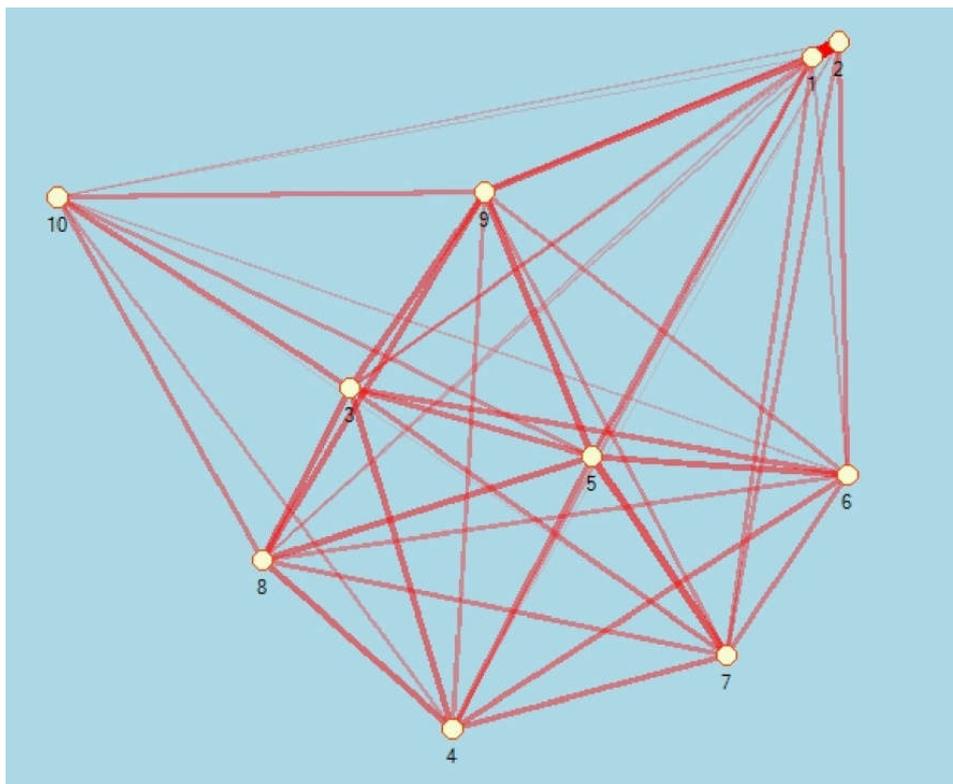


Figura 5. Representación de las muestras de vino del análisis geométrico (SensoGraph) para el método Napping®

Como se observa en la Figura 5, los vinos 1 y 2 aparecen posicionados cerca y con líneas gruesas, lo que indica que han sido percibidos como similares. Estos resultados coinciden con los obtenidos por el análisis factorial múltiple, lo cual tiene sentido ya que ambos vinos pertenecen a la misma Denominación de Origen (D.O. Ribera del Duero).

Coincidiendo con los resultados obtenidos mediante la técnica AFM, se puede observar que las muestras 5, 7 y 9 aparecen colocadas cerca y con uniones gruesas. Lo mismo ocurre con las muestras 3, 4 y 8, y con las muestras 3, 8 y 9.

Indicar que en este gráfico (Figura 5) las muestras 8 y 9 (el mismo vino) aparecen unidas con una línea gruesa, lo que significa que los evaluadores los han percibido como similares.

Por otro lado, el vino 10 ha sido posicionado más lejos del resto de muestras. Este resultado coincide con el obtenido en el AFM.

Finalmente, las muestras 1 y 2 fueron percibidas más similares a la muestra 9 que al resto de muestras; observando que estas muestras (1, 2 y 9) aparecen en el mismo cuadrante de la Figura 3.

Cuando a los evaluadores, tras finalizar el mapeo proyectivo, se les pidió hacer las uniones manuales más significativas entre las muestras de vino, de tal manera que unieran los vinos que identificaran como similares y después de aplicar el SensoGraph (Figura 6), se observa que los vinos 1 y 2 aparecen casi superpuestos, lo que indica que la gran mayoría de evaluadores los identificaron casi idénticos.

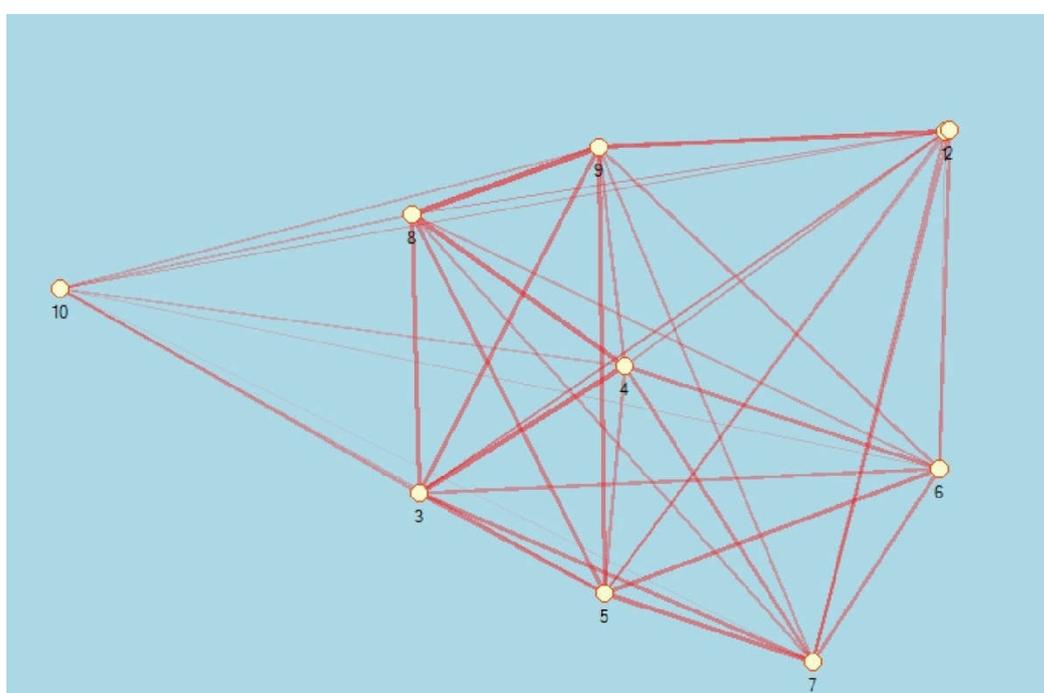


Figura 6. Representación de las uniones de las muestras de vino por SensoGraph.

Por otra parte, las muestras 8 y 9 aparecen unidas por muchos de los evaluadores (línea gruesa) y cerca en el gráfico obtenido por SensoGraph (Figura 6). Puesto que ambas muestras pertenecen al mismo vino, se podría afirmar que gran parte de los evaluadores fueron capaces de identificarlos como iguales.

También se observa en el gráfico que el vino 6 (perteneciente a la D.O. Ribeira Sacra), al igual que el vino 7 (D.O.Ca.Rioja), apenas fueron unidos por los

evaluadores a ninguna otra muestra. Este resultado podría indicar que los evaluadores identificaron ambos vinos como diferentes.

4.2. Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM)

Debido a que en el Napping® no se caracterizan o describen los vinos desde el punto de vista sensorial (Pagès, 2005), la prueba se completó con el método Ultra Flash Profiling.

En la Tabla 2 se presentan todos los atributos que emplearon los evaluadores en la prueba. Ya que la técnica de Ultra Flash Profiling deja a elección libre por parte del evaluador el empleo de adjetivos o atributos característicos de cada muestra, en este caso, se obtuvieron un total de 66 descriptores para las diez muestras de vino. La mayoría de descriptores hacen referencia al aroma, al sabor y, en menor número, a la sensación global que les provoca ese vino a los evaluadores.

Tabla 2. Listado de descriptores empleado por los evaluadores en la prueba de Ultra Flash Profiling.

Número	Descriptor	Número	Descriptor	Número	Descriptor
1	Afrutado	23	Tánico	45	Cocido
2	Frutos rojos	24	Málico	46	Pegamento
3	Frutos negros	25	Brett	47	Salino
4	Fruta madura	26	Heno	48	Moscatel
5	Miel	27	Compotado	49	Tono violeta
6	Higos	28	Seco	50	Color granate
7	Floral	29	Olor dulce	51	Color castaño
8	Fresa	30	Ligero	52	Ahumado
9	Frambuesa	31	Especiado	53	Vainilla
10	Cereza	32	Húmedo	54	Persistente
11	Mora	33	Suave	55	Poco intenso en nariz
12	Piruleta	34	Café	56	Cítrico
13	Alcohólico	35	Tostado	57	Picante
14	Láctico	36	Envejecido/Añejo	58	Encurtidos
15	Joven	37	Ajerezado	59	Metálico
16	Sulfuroso	38	Evolucionado	60	Terruño
17	Con madera	39	Reducción	61	Postgusto corto
18	Amargo	40	Oxidado	62	Poco volumen
19	Verdor/ Herbáceo	41	Sucio	63	Generoso
20	Pimiento verde	42	Limpio	64	Lágrima muy coloreada
21	Acidez	43	Carne (Umami)	65	Acuoso
22	Astringente	44	Jamón cocido rancio	66	Fácil de beber

En la Figura 7 se representa el gráfico del análisis de correspondencias múltiple (ACM) que se obtuvo con los datos de Ultra Flash Profiling para las muestras de vino, y en la Tabla 3 se muestra la frecuencia de citación de los descriptores más relevantes.

Tabla 3. Frecuencia de citación de los atributos más característicos de las muestras de vino.

MUESTRAS	ATRIBUTOS																							
	1	2	3	4	5	6	8	13	14	15	17	18	19	21	22	27	32	33	36	38	41	43	49	51
1	6	9	2	0	0	0	1	1	0	3	0	3	2	1	3	0	0	1	0	0	0	1	3	0
2	7	5	0	0	0	0	2	2	0	2	0	1	2	5	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0
3	0	2	1	1	0	0	0	3	2	0	2	3	2	5	5	0	1	1	0	1	0	0	0	0
4	2	2	2	1	0	0	0	2	3	0	2	3	0	3	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0
5	2	4	0	1	0	0	1	1	2	0	6	1	1	1	1	0	0	2	0	1	1	0	1	0
6	1	1	0	1	0	0	0	0	3	1	0	2	4	4	3	0	0	0	0	1	1	2	1	0
7	0	3	0	0	0	0	0	4	1	1	2	4	4	2	4	0	0	3	0	1	2	0	2	0
8	1	1	3	1	0	0	0	2	1	0	3	3	5	4	3	0	1	1	0	0	0	0	1	0
9	2	4	4	1	0	0	0	2	3	1	1	0	2	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	2	0	0	2	6	1	0	0	5

En las muestras 4 (D.O. Bierzo) y 6 (D.O. Ribeira Sacra) predominan los atributos acidez (21), astringente (22) y láctico (14). Ambos vinos se elaboran con variedad Mencía.

La muestra 3 de la D.O. Toro se caracteriza por el aroma a fresa (8), por ser alcohólico (13) y por contener acidez (21) y astringencia (22) algo característico de la uva Tinta de Toro.

Por último, la muestra 7 de la D.O.Ca. Rioja ha sido evaluada con los descriptores frutos rojos (2), amargo (18), verdor (19), sabor umami (43) y sucio (41).

Comparando y discutiendo los resultados obtenidos cabe destacar que:

Según Ares *et al.* (2015) existen diferencias en las características sensoriales de los productos percibidos por los evaluadores entrenados y los consumidores capacitados, es decir, tienen distinto grado en la identificación de las diferencias entre muestras utilizando el método Napping®. Sin embargo, en este trabajo este método ha permitido discriminar entre muestras de distintas Denominaciones de Origen y variedades de uva.

Los resultados obtenidos a través del análisis factorial múltiple y de SensoGraph han mostrado ser muy similares, aunque SensoGraph hace una discriminación más exhaustiva entre muestras, lo que demuestra ser una técnica muy válida para el tratamiento de datos de Napping®. Además, SensoGraph es un sistema rápido, eficaz y sencillo de usar, además de que no necesita un periodo de aprendizaje lo que reduce el coste del proceso (De Miguel *et al.*, 2013).

Por otro lado, para el método Ultra Flash Profiling los consumidores han demostrado ser capaces de generar un amplio abanico de atributos específicos (66) a la hora de describir un producto. Los consumidores a menudo usan hedonismos o términos relacionados con beneficios, junto con atributos sensoriales; este hecho puede verse como una limitación porque complica el análisis (Veinand *et al.*, 2011), y hace más difícil para los desarrolladores de alimentos saber cómo estos conceptos pueden traducirse en características específicas del producto (Van Kleef *et al.*, 2005). Sin embargo, esta información podría ser interesante para relacionar las características del producto con las características comerciales y la preferencia y/o aceptabilidad del consumidor.

Se ha demostrado que incluso si este método produce una gran cantidad de atributos variados, los atributos básicos para la descripción del conjunto de muestras están bien cubiertos cuando se usa Ultra Flash Profiling (Moussaoui y Varela, 2010). Además, su rapidez y relativa simplicidad los hacen aplicables en trabajos con consumidores que no pueden ser entrenados (Varela y Ares, 2014) ya que les dejan un grado de libertad en su descripción de los productos.

Se puede destacar que los vinos jóvenes de Ribera del Duero son muy diferentes al resto de vinos tintos y que se caracterizan por ser vinos afrutados, con aromas a frutos rojos, a fresa y por tener un tono violeta. También que el vino de la D.O. Jumilla es característico por sus aromas a miel, higos y su toque ajerezado. Por otro lado, el vino de la D.O. Conca de Barberá se caracteriza por su aroma a frutos negros y por ser ácido y suave. Además, el vino 5 de la D.O. Bierzo, el único vino con crianza del conjunto de muestras, ha sido perfectamente identificado por su toque a madera.

5. Conclusiones

- Los resultados de las dos técnicas para el tratamiento de datos de Napping® (AFM y SensoGraph) mostraron mapas muy similares en la representación de las muestras, lo que indica su alta concordancia. SensoGraph permite una mejor discriminación entre las muestras de vino y además puede mostrar el número de catadores que han unido las muestras en función del grosor de las líneas.
- La metodología Napping® ha permitido discriminar entre muestras de distintas Denominaciones de Origen y variedades de uva.
- Con la técnica Ultra Flash Profiling, se ha podido llevar a cabo la descripción de muestras características, pudiendo distinguir claramente entre los vinos elaborados con distintas variedades de uva y D.O.
- La técnica Napping® junto a Ultra Flash Profiling permiten realizar caracterizaciones sensoriales con los consumidores, que podrían ser útiles para descubrir la percepción del consumidor de los alimentos, empleando su propio vocabulario, proporcionando datos valiosos para el desarrollo de nuevos productos o el diseño de planes de marketing o comunicación.
- Por último, es importante tener en cuenta que la mayoría de las nuevas metodologías para la caracterización sensorial han sido empleadas durante un período relativamente corto de tiempo y para un número limitado de aplicaciones; a diferencia del análisis descriptivo clásico; y es por este motivo que se necesita una mayor investigación sobre la aplicabilidad, la fiabilidad y la reproducibilidad de los nuevos enfoques para la caracterización sensorial, sobre todo cuando se trata de productos complejos, como es el vino.

AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias a mi tutora, Encarnación Fernández Fernández por ayudarme en la realización y aplicación estadística de este trabajo final de máster.

Quiero dar las gracias también por la colaboración a los alumnos del Grado en Enología de la ETSIIAA que participaron en la cata, ya que sin su ayuda este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo.

BIBLIOGRAFÍA

Abdi, H., Dunlop, J. P. y Williams, L. J. 2009. How to compute reliability estimates and display confidence and tolerance intervals for pattern classifiers using the Bootstrap and 3-way multidimensional scaling (DISTATIS). *NeuroImage* 45:89–95.

Ares, G., Antúnez, L., Bruzzone, F., Vidal, L., Giménez, A., Pineau, B., Beresford, M. K., Jin, D., Paisley, A., Roigard, C. y Jaeger, S. 2015. Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. *Food Quality and Preference* 45:75–86.

Cadoret, M. y Husson, F. 2013. Construction and evaluation of confidence ellipses applied at sensory data. *Food Quality and Preference*, 28(1):106-115.

Dairou, V. y Sieffermann, J.M. 2002. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, flash profile. *Journal of Food Science*, 67:826–834.

Delarue, J. y Sieffermann, J. M. 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*, 15:383–392.

De Miguel, D., Orden, D., Fernández, E, Rodríguez, J.M. y Vila, J. 2013. SensoGraph: Using proximity graphs for sensory analysis. Spain. XV Spanish Meeting on Computational Geometry. P. 69.

Dehlholm, C. 2012. Descriptive Sensory Evaluations: Comparison and Applicability of Novel Rapid Methodologies. Copenhagen, Denmark: SL grafik.

Faye, P., Brémaud, D., Teillet, E., Courcoux, P., Giboreau, A. y Nicod, H. 2006. An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference*, 17:604–614.

Ferrage, A., Nicod, L. y Varela, P. 2010. How does assessors' performance influence the outcome of alternative sensory methodologies? Eurosense 2010. A sense of quality. Vitoria-Gasteiz, Spain, 5–8 September, 2010.

- Hopfer, H. y Heyman, H. 2013. A summary of projective mapping observations-The effect of replicates and shape, and individual performance measurements. *Food Quality and Preference* 28:164-181.
- Kennedy, J. 2010. Evaluation of replicated projective mapping of granola bars. *Journal of Sensory Studies* 25:672-684.
- Labbe, D., Rytz, A. y Hugi, A. 2004. Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context. *Food Quality and Preference* 15:341-348.
- Lagrange, V. y Norback, J. P. 1987. Product optimization and the acceptor set size. *Journal of Sensory Studies*, 2:119-136.
- Lawless, H. T. y Heymann, H. 2010. *Sensory evaluation of food. Principles and practices* (2nd ed.). New York: Springer.
- Lê, S. y Husson, F. 2008. SensoMineR: A package for sensory data analysis. *Journal of Sensory Studies*, 23(1):14-25.
- Moussaoui, K. A. y Varela, P. 2010. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. *Food Quality and Preference*, 21:1088-1099.
- Pagès, J. 2003. Recueil direct de distances sensorielles: Application à l'évaluation de dix vins blancs du Val-de-Loire. *Sciences des Aliments*, 23:679-688.
- Pagès, J. 2005. Collection and analysis of perceived product inter-distances using Multiple Factor Analysis: Application to the study of 10 white wines from the Loire Valley. *Food Quality and Preference*, 16:642-649.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F. y Pagès, J. 2008. Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case of ten wines from Loire Valley. *Food Quality and Preference*, 19:1-11.
- Perrin, L. y Pagès, 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*, 24:373-395.
- R Development Core Team (2007). *R: A language and environment for statistical*

computing. Available at <http://www.R-project.Org>.

Risvik, E., McEvan, J. A., Colwill, J. S., Rogers, R. y Lyon, D. H. 1994. Projective mapping: A tool for sensory analysis and consumer research. *Food Quality and Preference*, 5:263–269.

Risvik, E., McEwan, J. A. y Rodbotten, M. 1997. Evaluation of sensory profiling and projective mapping data. *Food Quality and Preference*, 8:63–71.

Rudolph, M. J. 1995. The food development process. *British Food Journal*, 97:3–11.

Stewart-Knox, B. J. y Mitchell, P. 2003. What separates the winners from the losers in new food product development? *Trends in Food Science & Technology*, 14:58–64.

Stone, H. y Sidel, J.L. 2004. *Sensory Evaluation Practices*. London, UK: Elsevier Academic Press.

Tarea, S., Cuvelier, G. y Sieffermann, J. M. 2007. Sensory evaluation of the texture of 49 commercial apple and pear purees. *Journal of Food Quality*, 30:1121–1131.

UNE 87022:1992. Análisis sensorial. Utensilios. Copa para la degustación de vino.

UNE- EN ISO 8589:2010. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de una sala de cata.

UNE- EN ISO 8589:2010/A1:2014. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de una sala de cata.

Varela, P. y Ares, G. 2012. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48:893–908.

Varela, P. y Ares, G. 2014. *Novel Techniques in Sensorial Characterization and Consumer Profiling*. CRC Press Taylor & Francis Group. BocaRatón U.S.A. 1,1 – 5.

Valentin, D., Chollet, S., Lelievre, M. y Abdi, H. 2012. Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science and Technology* 47:1563-1578.

Valentin, D., Chollet, S., Lelievre, M., Abdi, H., 2016. Descriptive analysis in sensory evaluation. Projective Mapping & Sorting Task. London: Wiley-Blackwell. 2016. 12-15.

Van Kleef, E., H.C.M. Van Trijp, y P. Luning. 2005. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference* 16(3):181–201.

Van Trijp, H. C. M., Punter, P. H., Mickartz, F. y Kruithof, L. 2007. The quest for the ideal product: Comparing different methods and approaches. *Food Quality and Preference*, 18:729–740.

Veinand, B., Godefroy, C., Adam, C. y Delarue, J. 2011. Highlight of important product characteristics for consumers. Comparison of three sensory descriptive methods performed by consumers. *Food Quality and Preference*, 22:474–485.