

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos  
Farmazia eta Elikagaien zientziak saila

## TESIS DOCTORAL

# Enfoque múltiple sobre la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal



Presentada por: **Mónica Ojeda Atxiaga**

Dirigida por:  
Dr. Francisco José Pérez Elortondo  
Dr. Iñaki Etaio Alonso

Vitoria-Gasteiz, 2022



eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos  
Farmazia eta Elikagaien zientziak saila

# Enfoque múltiple sobre la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal

## TESIS DOCTORAL

Presentada por:  
**Mónica Ojeda Atxiaga**

Dirigida por:  
Dr. Francisco José Pérez Elortondo  
Dr. Iñaki Etaio Alonso

Vitoria-Gasteiz, 2022



*A mis padres,  
a mi hermano,  
a José Ángel,  
a Pablo y Olaia*



*Las metas son el resultado final de una larga y dura lucha que se forma con el fruto de todos los esfuerzos.*

Hermann J. Steinherr





## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una manera u otra han contribuido a la realización de este trabajo.

En primer lugar, a Patxi e Iñaki, directores de este trabajo e inestimables amigos y compañeros de laboratorio. A ellos quisiera agradecer su confianza en mí y darme la oportunidad de aprender y de realizar esta tesis. Asimismo, les quiero dar las gracias por su acertada dirección, dedicación, consejos y abierta disposición para resolver cualquier duda surgida a lo largo de estos años. *Sin vosotros, nada de esto hubiera sido posible.*

Quisiera agradecer su colaboración al resto de coautores/as de los artículos que forman parte de esta tesis: Jesus Salmerón, Marta Albisu, M<sup>a</sup> Pilar Fernández Gil, Luis Guerrero, Dominique Valentin, Catherine Dacremont, Mario Zannoni, Tuomo Tupasela y Leena Lilleberg.

A Luis Guerrero y Carolina Chaya, por formarme en el campo de la sensometría y animarme a llegar hasta aquí.

Quiero expresar mi agradecimiento a los miembros del CRDOP Idiazabal Mirian Molina y Jose María Uztarroz, así como a los/as productores/as de queso Peio Etxeberria, Maria Puy Arrieta y Miguel Maria Aguirre por su interés y colaboración en las sesiones de adaptación del método de evaluación.

También quiero agradecer la colaboración en esta tesis a todos/as los/as evaluadores/as sensoriales del panel de queso DOP Idiazabal. Gracias a su conocimiento e interés constante, hemos ido construyendo poco a poco una historia y una gran amistad.

A mis compañeras y compañeros del Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos de la UPV/EHU, por la amistad que me brindasteis desde el primer día y apoyo continuo.

A mis colegas, amigas y amigos del grupo de wasap *catadores de queso*, por compartir conmigo tanto conocimiento y experiencias en torno al queso.

Finalmente, a mis padres, a mi hermano, a José Ángel y a mis hijos, ya solo por estar ahí y ser el hombro sobre el que apoyarme.



# ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	III
LISTA DE TABLAS .....	V
ABREVIATURAS .....	VI
<b>SECCION 1</b>	
<b>Capítulo I.</b> Introducción .....	3
<b>Capítulo II.</b> Marco teórico .....	9
1. Control de la calidad sensorial en productos con DOP.....	13
2. Definición sensorial del queso DOP Idiazabal y su control sensorial oficial ...	15
3. Relación entre calidad sensorial y aceptabilidad .....	21
4. Calidad sensorial percibida .....	25
<b>Capítulo III.</b> Objetivos e hipótesis .....	27
<b>Capítulo IV.</b> Material y métodos.....	33
1. Instalaciones .....	36
2. Muestras .....	36
3. Participantes .....	39
3.1. Expertos/as y profesionales en análisis sensorial .....	39
3.2. Panel de evaluadores/as entrenados/as .....	39
3.3. Consumidores/as .....	40
4. Metodología .....	41
4.1. Preparación y servicio de las muestras .....	41
4.2. Condiciones generales de evaluación .....	42
4.3. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal .....	43
4.3.1. Adaptación del método .....	43
4.3.2. Selección y entrenamiento específico de los/as evaluadores/as ...	45
4.3.3. Evaluación de las muestras .....	45
4.4. Descripción sensorial .....	46
4.4.1. Generación, selección de términos, diseño de la ficha de evaluación y desarrollo de referencias sensoriales .....	46
4.4.2. Evaluación de las muestras .....	48
4.5. Evaluación de la aceptabilidad y de la calidad sensorial percibida .....	48
5. Tratamiento de datos .....	49
5.1. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal .....	50
5.2. Descripción sensorial .....	51
5.3. Evaluación de la aceptabilidad y de la CSP .....	52

<b>Capítulo V. Resultados y discusión</b> .....	55
1. Estudio 1 .....	57
1.1. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal .....	57
1.1.1. Adaptación del método .....	57
1.1.1.1. Parámetros y características sensoriales .....	57
1.1.1.2. Referencias sensoriales .....	63
1.1.1.3. Escala y árboles de decisión .....	65
1.1.1.4. Procedimiento de evaluación .....	66
1.1.1.5. Informe .....	67
1.2. Utilización de la escala, discriminación entre muestras y dispersión de las puntuaciones .....	68
2. Estudio 2 .....	72
2.1. Relación entre calidad sensorial y aceptabilidad .....	72
2.2. Características sensoriales que determinan la aceptabilidad de los/as consumidores/as .....	77
3. Estudio 3 .....	82
3.1. Efecto del origen del consumidor, origen del queso y DOP/no-DOP en la CSP .....	82
3.2. Relación entre aceptabilidad y CSP .....	86
3.3. Características sensoriales que influyen en la CSP .....	87
4. Anexo I. Tabla suplementaria Estudio 3 .....	90
<b>Capítulo VI. Bibliografía</b> .....	91
 <b>SECCIÓN II</b>	
<b>Capítulo VII. Conclusiones</b> .....	103
 <b>SECCIÓN III</b>	
<b>Anexo II. Trabajos publicados</b> .....	109

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Perspectiva múltiple de la evaluación de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal (tomado como modelo de estudio) que se aborda en esta tesis. Los rectángulos de color verde, azul y naranja encuadran los aspectos relativos a los estudios 1, 2, y 3, respectivamente .....	12
<b>Figura 2.</b> Muestras utilizadas, personas participantes y pruebas sensoriales o actividades desarrolladas en cada uno de los tres estudios .....	35
<b>Figura 3.</b> Procedimiento de evaluación sensorial de las muestras de queso DOP Idiazabal .....	66
<b>Figura 4.</b> Representación de la asignación de las puntuaciones de calidad en cada uno de los ocho parámetros en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencias tanto para M1 como para M2.....	68
<b>Figura 5.</b> Mapa de preferencias interno de los datos de los/as 212 consumidores/as distribuidos/as según su nivel de correlación individual ( $r$ ) entre CSG y aceptabilidad. Consumidores/as con correlación negativa en triángulos (en rojo, correlación media-alta; en azul, correlación baja) y consumidores/as con correlación positiva en círculos (en rojo, correlación alta; en verde, correlación media; en azul, correlación baja). Correlación alta: $r \geq 0,7$ ; correlación media: $0,4 \leq r < 0,7$ ; correlación baja: $r < 0,4$ .....	74
<b>Figura 6.</b> Representación de las nueve muestras de queso y de las características sensoriales discriminantes sobre los dos primeros componentes del análisis simple de correspondencias (AC). Características adecuadas en rombos azules, CNTA en círculos verdes y defectos en triángulos rojos. O: olor; TX: textura; SA: sabor-aroma y P: persistencia. <i>aus</i> : ausencia; <i>nd</i> : intensidad nula a débil; <i>d</i> : intensidad débil; <i>dm</i> : intensidad débil a media; <i>a</i> : intensidad alta; <i>m</i> : muy; <i>ma</i> : intensidad media a alta; <i>ama</i> : intensidad alta a muy alta .....	77
<b>Figura 7.</b> Mapa de preferencias externo representando las nueve muestras de queso y el vector de máxima aceptabilidad de cada uno de los cinco grupos de consumidores/as .....	78
<b>Figura 8.</b> CSP en cada "origen del consumidor" según el "origen del queso" (locales o no locales). Las barras de color verde y azul representan los quesos locales y no locales, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): <i>s</i> , significativo ( $p \leq 0,003$ ) y <i>ns</i> , no significativo ( $p > 0,003$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media .....	83

**Figura 9.** CSP en cada "origen del consumidor" según el "origen del queso" (Italia, España, Francia, Finlandia). Barras de color verde representan los quesos DOP PR y nDOP QD-IT, barras de color azul los quesos DOP ID y nDOP QD-SP, barras de color naranja los quesos DOP CO y nDOP EM-FR y barras de color granate los quesos TRA TU y nDOP EM-FI. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,0083$ ) entre pares de muestras con el test de Dunn (asociado a la corrección de Bonferroni). Las barras de error representan el error estándar de la mediación de Bonferroni). Las barras de error representan el error estándar de la media ..... 83

**Figura 10.** CSP en cada "origen del consumidor" para los quesos DOP y no-DOP. Las barras de color verde y azul representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): s, significativo ( $p \leq 0,006$ ) y ns, no significativo ( $p > 0,006$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media ..... 84

**Figura 11.** CSP en cada "origen del consumidor" de acuerdo al "origen del queso" y "DOP/no-DOP". Las barras de color verde y azul representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): s, significativo ( $p \leq 0,006$ ) y ns, no significativo ( $p > 0,006$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media. DOP PR: queso DOP Parmigiano-Reggiano; nDOP QD-IT: queso duro no DOP (Italia); DOP ID: queso DOP Idiazabal; nDOP QD-SP: queso duro no DOP (España); DOP CO: queso DOP Comté; nDOP EM-FR: queso Emmental no DOP (Francia); TRA TU: queso tradicional Turunmaa; nDOP EM-FI: queso Emmental no DOP (Finlandia) ..... 85

**Figura 12.** Coeficiente de correlación de Spearman ( $r$ ) entre CSP y aceptabilidad en cada ciudad para quesos DOP y no-DOP locales y no locales. Barras de color verde representan el promedio del valor  $r$  de los quesos DOP y no-DOP, barras de color azul y naranja representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente, barras de color negro y gris el promedio del valor  $r$  de los quesos DOP y no-DOP no locales, respectivamente. ns, correlación no significativa ( $p > 0,05$ ); \*,  $p \leq 0,05$ ; \*\*,  $p \leq 0,01$ . Las barras de error representan el error estándar de la media. DOP PR: queso DOP Parmigiano-Reggiano; nDOP QD-IT: queso duro no DOP (Italia); DOP ID: queso DOP Idiazabal; nDOP QD-SP: queso duro no DOP (España); DOP CO: queso DOP Comté; nDOP EM-FR: queso Emmental no DOP (Francia); TRA TU: queso tradicional Turunmaa; nDOP EM-FI: queso Emmental no DOP (Finlandia) ..... 87

**Figura 13.** Representación de los quesos, características sensoriales y CSP de los/as consumidores/as de cada ciudad sobre los dos primeros componentes del ACP. A = aroma; S = sabor; Tx = textura ..... 88

**Figura 14.** Análisis de clasificación ascendente jerárquica (CAJ) de los descriptores sensoriales y la CSP de las cuatro ciudades. A = aroma; S = sabor; Tx = textura ..... 89

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Evolución de la definición sensorial del queso DOP Idiazabal y límites de conformidad utilizados en el control sensorial oficial .....	18
<b>Tabla 2.</b> Trabajos en los que se estudia la relación entre la calidad sensorial, evaluada por un panel de evaluadores/as entrenados/as en base a un método de control armonizado, y el grado de aceptación de los/as consumidores/as .....	22
<b>Tabla 3.</b> Estudios en los que se analizan las características sensoriales que influyen de manera positiva o negativa en la aceptabilidad de los/as consumidores/as hacia quesos .....	24
<b>Tabla 4.</b> Quesos utilizados en el tercer estudio .....	38
<b>Tabla 5.</b> Laboratorios que participaron en el tercer estudio .....	38
<b>Tabla 6.</b> Características socio-demográficas y hábitos de consumo de queso de los consumidores de cada estudio (datos expresados como número de individuos, y, en paréntesis, porcentaje sobre la muestra total [n]) .....	40
<b>Tabla 7.</b> Principales diferencias entre M1 y M2 con respecto a los parámetros y las características sensoriales .....	59
<b>Tabla 8.</b> Tabla de contingencia con el número de citaciones de cada puntuación de calidad con M1 y con M2. Resultados del test Chi - cuadrado ( $X^2$ ) y de la prueba exacta de Fisher. ....	69
<b>Tabla 9.</b> Promedio de la desviación estándar (PDST) y porcentaje de muestras con una desviación estándar (DST) mayor a 1 para cada parámetro, método y año .....	71
<b>Tabla 10.</b> Media y desviación estándar (DST) de cada uno de los parámetros sensoriales y de la aceptabilidad evaluada para cada una de las nueve muestras de queso. Diferencias entre muestras en base al análisis pos hoc .....	72
<b>Tabla 11.</b> Características sociodemográficas, hábitos de consumo de queso, conocimiento subjetivo y objetivo sobre queso para cada grupo de consumidores/as, categorizados de acuerdo a su nivel de correlación ( $r$ ) entre CSG y aceptabilidad. Para cada característica, hábito y tipo de conocimiento, resultados del test Chi-cuadrado ( $X^2$ ) con la corrección de Yate calculado para los individuos de todos los grupos de consumidores/as considerados conjuntamente y para los individuos de cada grupo de consumidores/as .....	76
<b>Tabla suplementaria Estudio 3.</b> Diferencias entre las muestras de queso en base a los descriptores sensoriales .....	90

## ABREVIATURAS

AC	Análisis simple de correspondencias
ACP	Análisis de componentes principales
AFC	Análisis factorial de correspondencias
ANOVA	Análisis de la varianza
CAJ	Análisis de clasificación ascendente jerárquica
CNTA	Característica no del todo adecuada
CRDOP	Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida
CSG	Calidad sensorial global
CSP	Calidad sensorial percibida
DI	Dijon
DOP	Denominación de Origen Protegida
DOP CO	Queso DOP Comté;
DOP ID:	Queso DOP Idiazabal
DOP PR:	Queso DOP Parmigiano-Reggiano
DST	Desviación estándar
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación
FC	Frecuencia de citación
HSD	<i>Honest significant difference</i>
JH	Jokioinen-Helsinki
LASEHU	Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea
M1	Método 1
M2	Método 2
nDOP EM-FI	Queso Emmental no DOP (Finlandia).
nDOP EM-FR	Queso Emmental no DOP (Francia)
nDOP QD-IT	Queso duro no DOP (Italia)
nDOP QD-SP	Queso duro no DOP (España)
PDST	Promedio de la desviación estándar
RE	Reggio-Emilia
SAST	Sabor-aroma-sensaciones trigeminales
TRA TU	Queso tradicional Turunmaa;
VG	Vitoria-Gasteiz



# SECCIÓN I



# Capítulo I

## Introducción

---



Esta tesis se presenta en la modalidad de tesis por compendio de publicaciones e incluye tres artículos originales de investigación publicados. Consta de tres estudios independientes, aunque con un hilo en común: la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal.

En el primer estudio se abordó la adaptación de la metodología utilizada en el Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU) de la UPV/EHU para el control oficial de la calidad sensorial del queso Denominación de Origen Protegida Idiazabal. La necesidad de modificar el método fue, en parte, consecuencia de la revisión y modificación de los estándares sensoriales de calidad y los límites de certificación en el pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal por parte del Consejo Regulador. Por un lado, para adaptarlo a las nuevas exigencias y, por otro lado, aunque relacionado con lo anterior, en la modificación del método se buscó un mayor grado de detalle en la descripción de cada muestra. El método se desarrolló a través de sesiones de discusión con la participación de expertos/as conocedores/as del producto y profesionales en análisis sensorial. A diferencia de la metodología anterior, que solo tenía en cuenta la identificación de características defectuosas, el nuevo método incluye también la identificación de características no defectuosas (adecuadas y no del todo adecuadas). Una vez definido el método se aplicó con el panel de evaluadores/as entrenados/s que realizaban de manera sistemática dicho control en el LASEHU para comparar, posteriormente, las últimas dos campañas del método antiguo (años 2009 y 2010) con las dos primeras campañas del método nuevo (años 2011 y 2012). El nuevo método llevó a una utilización mayor de la escala y a una mayor discriminación entre quesos no defectuosos. La identificación de características adecuadas, no del todo adecuadas y defectuosas hace que los/as evaluadores/as presten más atención a la presencia de todas las características y no solo a la de los defectos. Asimismo, este segundo método permitió la revisión de algunas referencias ya utilizadas y el desarrollo de nuevas referencias para entrenar al panel.

El nuevo método permite avanzar en la categorización de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal, proporcionando información descriptiva más completa al Consejo Regulador y a los/as elaboradores/as acerca de la calidad sensorial del producto permitiendo además conocer cuáles son los puntos débiles y fuertes del mismo. Esta información también puede ayudar a otros Consejos Reguladores, laboratorios y entidades de certificación de productos tradicionales a establecer métodos de control sensorial oficial al objeto de evaluar, categorizar y certificar sus productos.

El segundo estudio abordó el grado de coincidencia entre la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal analizada por el panel de evaluadores/as entrenados/as y la aceptabilidad de los/as consumidores/as locales. En la industria alimentaria la calidad sensorial suele estar asociada a la aceptabilidad de los/as consumidores/as. Sin embargo, en los productos tradicionales como es el caso de los productos DOP, la calidad sensorial debe ser evaluada por evaluadores/as entrenados/as en base a una definición previa de los estándares de calidad del producto asociados a su origen, materias primas y prácticas tradicionales de elaboración. A día de hoy apenas hay trabajos que hayan estudiado la relación entre calidad sensorial evaluada por evaluadores/as entrenados/as en base a una metodología establecida de control y la aceptabilidad por parte de los/as consumidores/as. En el estudio también se identificaron las características sensoriales más determinantes de la aceptabilidad de dichos/as consumidores/as. Este segundo estudio permitió observar cinco grupos de consumidores/as con diferentes patrones de aceptabilidad. Tres de ellos coincidían en gran medida con la calidad sensorial definida por los/as evaluadores/as entrenados/as siendo “dulce” y “torrefacto” las principales características sensoriales que determinaron su aceptabilidad. Los otros dos grupos preferían los quesos defectuosos con notas a “animal”, “rancio” y “amargo”.

Asimismo, es interesante conocer el efecto de factores culturales y de familiaridad sobre el grado de aceptación y percepción de la calidad sensorial de los productos DOP por parte de los/as consumidores/as evaluando sensorialmente el producto. Por esta razón, se ha realizado un tercer estudio con consumidores/as de diferentes regiones europeas para analizar el efecto del origen del consumidor/a, el origen del queso, la aceptabilidad y las características sensoriales del producto en la percepción de la calidad sensorial en quesos DOP y no-DOP de distintas regiones europeas. Los resultados de este tercer estudio permitieron observar que el origen del consumidor influye en la percepción de la calidad sensorial, probablemente debido a la familiaridad con el producto. Asimismo, cuando la familiarización con el producto es menor o inexistente, la aceptabilidad tiene un mayor peso en la percepción de la calidad sensorial.

Con este tercer estudio se demuestra que hay factores que influyen la percepción de calidad sensorial de un producto que son ajenos al producto (como, por ejemplo, la familiaridad con el mismo), lo que indicaría que la percepción de la calidad sensorial en base a los juicios y/o aceptabilidad por parte de los/as consumidores/as es relativa. Esto refuerza la idea de que para productos DOP es necesario un control de calidad mediante paneles de evaluadores/as entrenados.

Con los resultados del segundo y tercer estudio se pretende proporcionar información relacionada con diferentes grupos de preferencia de consumidores/as, todo ello sobre la base de evidencias científicas y no sólo intuitivas o, en el mejor de los casos, únicamente obtenidas a partir de la información procedente de agentes comerciales, siempre necesarias, pero no suficientes. Además, esta base científica facilitaría información al Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Idiazabal para orientar las actividades de formación encaminadas a aumentar el conocimiento y apreciación de las características particulares de estos productos entre los/as consumidores/as, especialmente entre aquellos/as con cierto grado de preferencia hacia los quesos defectuosos. La información y familiarización de los/as consumidores/as con los productos DOP constituye un factor determinante para aumentar la aceptabilidad y la percepción de la calidad de los mismos, lo que puede contribuir a aumentar su valorización.





# Capítulo II

## Marco Teórico

---

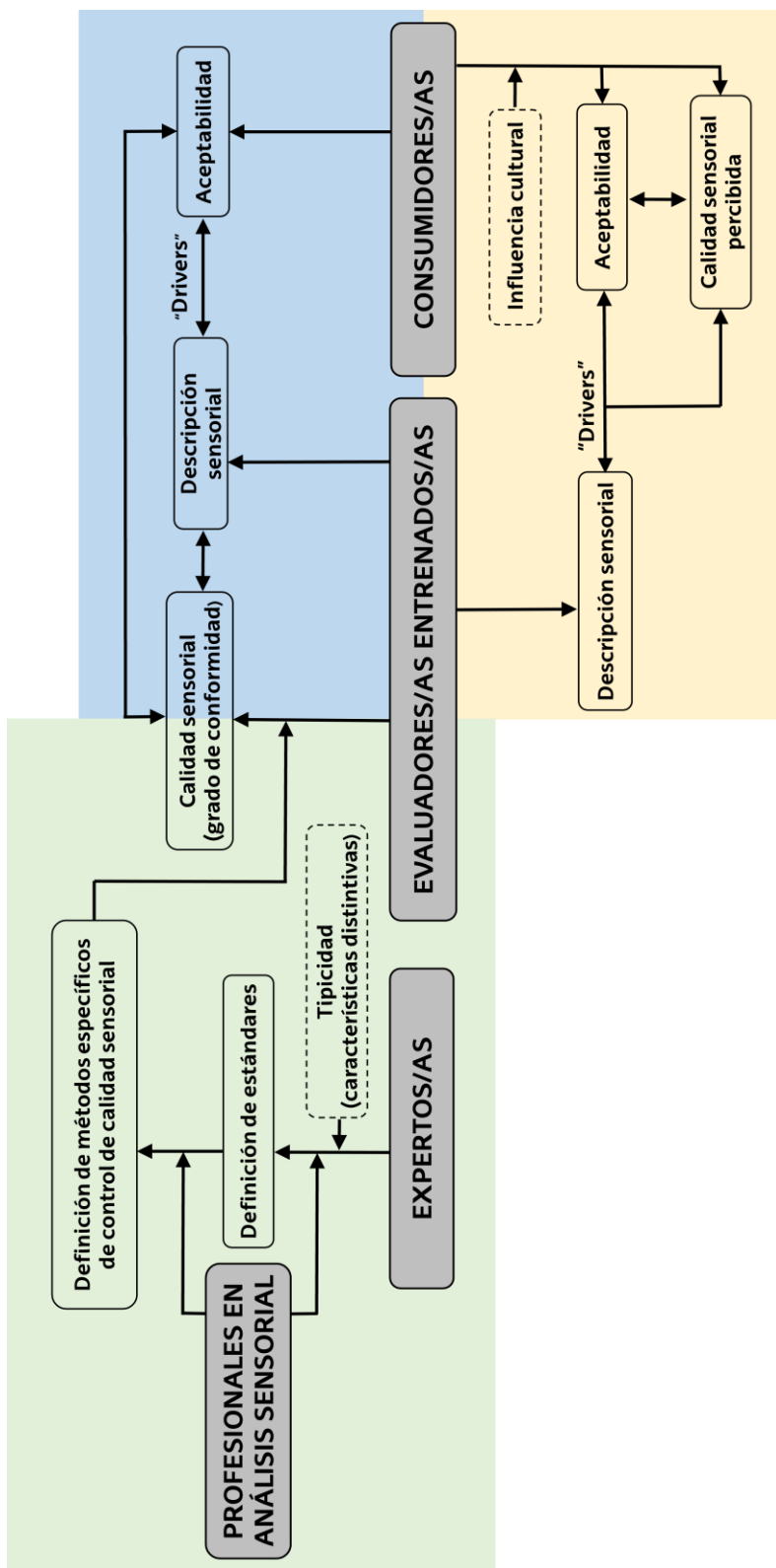


Esta tesis aborda la evaluación de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal desde diferentes perspectivas. La Figura 1 muestra este enfoque múltiple que podría servir de modelo para cualquier producto con DOP.

La evaluación de la calidad sensorial de los productos con DOP debe ser realizada en base a una definición previa de los estándares o características sensoriales de calidad del producto. Estos estándares tienen que ser definidos teniendo en cuenta la tipicidad o características distintivas del mismo, a diferencia de los productos convencionales, cuya definición de estándares de calidad sensorial suele estar determinada principalmente por las preferencias de los/as consumidores/as. La participación de expertos/as conocedores/as de los productos con DOP es imprescindible para definir y revisar las características sensoriales y el método específico de control de la calidad sensorial; todo ello dinamizado por profesionales en análisis sensorial. A partir de aquí, los/as evaluadores/as entrenados/as en el análisis de las características sensoriales y en la metodología de evaluación evalúan el producto, de manera que los resultados obtenidos permitan garantizar el cumplimiento de dichos estándares sensoriales de calidad (**Estudio 1**).

Comprobar el grado de coincidencia de la información procedente de la evaluación de la calidad sensorial por los/as evaluadores/as entrenados/as y la aceptabilidad de los/as consumidores/as es interesante para conocer hasta qué punto la aceptabilidad de los/as segundos/as coincide con la calidad sensorial medida por los/as primeros/as. Asimismo, la descripción sensorial del producto realizada por evaluadores/as entrenados/as permite disponer de información precisa acerca de las características sensoriales del producto e identificar aquellas (*drivers*) que influyen en la aceptabilidad (**Estudio 2**).

Por otro lado, conviene determinar en qué medida la aceptabilidad y el lugar de procedencia de los/as consumidores/as (influencia cultural) condiciona la percepción de la calidad sensorial por parte de los/as mismos/as (**Estudio 3**). En este caso el estudio se ha desarrollado en ausencia de información sobre los productos, a diferencia de aquellos trabajos en los que se busca, precisamente, conocer como dicha información condiciona la percepción. En este tercer estudio, la percepción de calidad se ha basado, por tanto, exclusivamente en las características sensoriales de los productos evaluados. Asimismo, al disponer de la descripción de las características sensoriales del producto realizada por evaluadores/as entrenados/as, es posible identificar cuáles de ellas (*drivers*) influyen en la percepción de la calidad sensorial (**Estudio 3**).



**Figura 1.** Perspectiva múltiple de la evaluación de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal (tomado como modelo de estudio) que se aborda en esta tesis. Los rectángulos de color verde, azul y naranja encuadran los aspectos relativos a los estudios 1, 2, y 3, respectivamente.

Los cuatro apartados del marco teórico siguientes tratan los antecedentes y referencias bibliográficas, así como las consideraciones teóricas que contextualizan el tema de esta tesis.

## **1. Control de la calidad sensorial en productos con DOP**

La evaluación de la calidad sensorial de un producto requiere la definición previa de estándares o características sensoriales de calidad. El subsiguiente control de la calidad sensorial es una actividad necesaria para asegurar que el producto cumple las especificaciones sensoriales previamente establecidas. En la industria alimentaria, la definición y el control sensorial de estos estándares suelen estar asociados a las preferencias de los/as consumidores/as (Muñoz, 2002). Por el contrario, hay ciertos alimentos tradicionales con marcas de calidad diferenciada, como es el caso de los productos con DOP, en los que las preferencias de los/as consumidores/as tienen una menor influencia en la definición de los estándares sensoriales. La explicación radica en que estos productos presentan unas características sensoriales específicas, asociadas a su origen, materias primas y prácticas tradicionales de elaboración (Bertozzi, 1995; Ballester *et al.*, 2005; Cayot, 2007), que deben tenerse en cuenta y garantizarse (Pérez-Elortondo *et al.*, 2007).

La normativa europea que regula estos productos tradicionales con distintivos de calidad diferenciada señala que la autoridad competente, o los organismos de certificación en quienes delegue, deben llevar a cabo un control de los requisitos incluidos en los pliegos de certificación de dichos productos (OJEU, 2012). En el caso de que la autoridad competente delegue el control y la certificación de los productos con DOP en organismos ajenos a la administración, dichos organismos de control y certificación deben estar acreditados de acuerdo a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 (UNE, 2012). Los controles aplicados deben permitir verificar el cumplimiento de los requisitos recogidos en los pliegos de condiciones, incluidas, si ha lugar, las descripciones organolépticas de los productos.

El análisis sensorial es la única herramienta capaz de evaluar la conformidad de las descripciones organolépticas incluidas en los pliegos de condiciones de los productos con DOP, siendo por tanto esencial para garantizar al consumidor la tipicidad sensorial de estos productos y para diferenciarlos de otros alimentos del mismo tipo, tanto DOP como no-DOP. Como medio de demostración de competencia técnica, la norma UNE-

EN ISO/IEC 17065 establece que un organismo de control y certificación puede realizar actividades de ensayo sensorial, bien sea con recursos internos (panel de evaluadores/as del propio Consejo Regulador) o subcontratando a recursos externos (laboratorios de análisis sensorial). Con recursos internos se deben cumplir determinados requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 (UNE, 2017) pero no todos, no siendo obligatorio que el ensayo sensorial esté en el alcance de acreditación de la Entidad. En el caso de subcontratar recursos externos, los laboratorios subcontratados deben cumplir todos los requisitos aplicables a la norma y deben estar acreditados.

Actualmente en España, hay pocos laboratorios acreditados para la aplicación de métodos de control de calidad sensorial en alimentos, siendo aún más reducido el número de laboratorios acreditados para el control sensorial de productos con DOP. En mayo de 2022 había registrados 31 laboratorios acreditados para la realización de ensayos sensoriales en alimentos (ENAC, 2022a): 20 para categorizar el aceite de oliva mediante el método sensorial oficial definido en el Anexo XII del reglamento CEE 2568/91 y sus posteriores modificaciones (OJEU, 1991), ocho para vino (siendo dos de ellos para vinos con distintivos de calidad diferenciada: txakoli blanco DOP Araba, DOP Getaria y DOP Bizkaia y vino tinto joven elaborado en Rioja Alavesa), dos para jamón curado, dos para queso (DOP Roncal y DOP Idiazabal) y uno para sidra natural elaborada en el País Vasco.

En lo que respecta a las fuentes de información para el establecimiento de estándares sensoriales de calidad y el desarrollo de métodos de análisis sensorial para el control de los productos con DOP, apenas existen documentos normativos que sirvan de guía a las entidades de control y certificación. Solamente en el caso del aceite de oliva existe un reglamento europeo (OJEU, 1991) que incluye, como exigencia legal, la aplicación de un método de análisis sensorial para la categorización de su calidad. Asimismo, hay un documento del Comité Oleico Internacional (COI, 2005) que, sin ser de obligado cumplimiento, propone un enfoque metodológico para describir sensorialmente los aceites de oliva virgen extra y comprobar su conformidad con respecto a características específicas de las diferentes DOP.

Tampoco en la literatura científica hay apenas contribuciones que describan como podría llevarse a cabo la definición de estándares sensoriales de los productos con DOP. Atendiendo a las indicaciones de algunos/as de estos/as autores/as, las características sensoriales distintivas y el método específico de control de la calidad sensorial deben ser definidas por expertos/as conocedores del producto, en sesiones dinamizadas por

profesionales en análisis sensorial (Ballester *et al.*, 2005; Casabianca *et al.*, 2005; Pérez-Elortondo *et al.*, 2007; Etaio *et al.*, 2012;). Asimismo, son escasos los artículos científicos que proponen métodos de control para la evaluación de la conformidad sensorial de los productos con DOP (Pérez-Elortondo *et al.*, 2018).

Dada la ausencia de normativas o guías para el desarrollo de las actividades de control sensorial de los productos con DOP, cada entidad de control y certificación decide la manera de cumplir los requerimientos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 (UNE, 2012). En este sentido, es frecuente que las entidades de control y certificación encuentren dificultades para definir las características sensoriales a incluir en las fichas de evaluación sensorial y los criterios de conformidad a aplicar para la certificación de los productos con DOP ya que, en ocasiones, algunas de las descripciones organolépticas de los pliegos de condiciones son genéricas y/o ambiguas.

Con el fin de intentar paliar en la medida de lo posible estas deficiencias técnicas y la falta de armonización en el control sensorial de los productos DOP, el grupo de trabajo *PDO product* de la *European Sensory Science Society (E3S)*, en colaboración con la *European Accreditation (EA)*, ha desarrollado y publicado recientemente una guía informativa destinada a laboratorios y paneles que trabajen en la evaluación de la conformidad sensorial de productos con DOP, que describe posibles métodos sensoriales e incluye criterios técnicos aplicables en el control sensorial de dichos productos (Pérez-Elortondo y Zannoni, 2021).

## **2. Definición sensorial del queso DOP Idiazabal y su control sensorial oficial**

El queso DOP Idiazabal es un alimento tradicional elaborado en la Comunidad Autónoma del País Vasco y en la Comunidad Foral de Navarra (a excepción de la zona del Valle del Roncal). Se obtiene exclusivamente a partir de leche cruda de ovejas autóctonas de las razas Latxa y/o Carranzana, mediante la acción de cuajo animal (tradicionalmente, cuajo de cordero en pasta) y el posterior desuerado de la cuajada. Es un queso de pasta prensada no cocida dura o semidura con un tiempo mínimo de maduración de dos meses y un mínimo de 45% de materia grasa sobre extracto seco. Su peso oscila entre 1 y 3,5 Kg y se puede comercializar ahumado o sin ahumar (DOP Idiazabal, 2019).

El queso DOP Idiazabal tiene una larga historia y un reconocido valor cultural, social, económico y medio ambiental. Es un alimento tradicional declarado en 1992 Producto Patrimonio Gastronómico Europeo por la Comunidad Europea de Cocineros (Euro-Toques) y reconocido con muchos premios en concursos nacionales e internacionales (DOP Idiazabal, 2022).

El reglamento del queso DOP Idiazabal fue aprobado por primera vez en 1987 (BOE, 1987). Sin embargo, este documento solamente incluía algunas características de apariencia y no hacía referencia a la textura y a las características olfato-gustativas. Desde su constitución en 1987, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida (CRDOP) Idiazabal siempre ha mostrado un especial interés en desarrollar actividades encaminadas a conocer y describir las características organolépticas específicas del producto y disponer de métodos para su evaluación sensorial.

Por iniciativa del CRDOP Idiazabal y gracias a la financiación del Gobierno Vasco, se desarrolló entre 1991 y 1992 un trabajo de descripción y caracterización sensorial del queso Idiazabal que permitió establecer por primera vez su definición sensorial. Esta definición fue publicada por Pérez-Elortondo (1993) y en ella se incluía una descripción organoléptica de las características de apariencia, olfato-gustativas y de textura correspondientes a la situación óptima del producto. Durante el desarrollo de la definición sensorial fue necesario establecer un vocabulario que describiera el amplio abanico de sensaciones olfato-gustativas asociadas a este producto, establecer un procedimiento de evaluación sensorial adecuado, seleccionar los descriptores y consensuar las intensidades de cada uno de ellos. Para ello se realizaron numerosas reuniones y evaluaciones sensoriales durante dos años. En estas reuniones participaron expertos/as de diversos colectivos relacionados con el queso, como críticos gastronómicos, consumidores/as, restauradores, productores/as de queso Idiazabal e investigadores/as universitarios/as (Pérez-Elortondo, 1996).

A partir de este grupo de trabajo se fue configurando un panel de evaluadores/as entrenados/as, constituido por personal técnico, investigadores/as y restauradores/as, encargado de evaluar sensorialmente los quesos acogidos a esta DOP para su certificación. Estos análisis se desarrollaron en las instalaciones del CRDOP Idiazabal hasta el año 1997 y, a partir de ese año, en instalaciones de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). De manera paralela (sobre todo a lo largo de la última década del pasado siglo y la primera década del presente) numerosas investigaciones llevadas a cabo en la UPV/EHU en colaboración con el CRDOP Idiazabal



han contribuido a una profundización en el conocimiento de las características sensoriales de este producto tradicional (Ordoñez *et al.*, 1998; Bárcenas *et al.*, 1999; Ortigosa *et al.*, 1999; Bárcenas *et al.*, 2001a; Bárcenas *et al.*, 2003; Bustamante *et al.*, 2003, Virto *et al.*, 2003; Barrón *et al.*, 2004, 2005a, 2005b y 2007; Etaio *et al.*, 2006; Bárcenas *et al.*, 2007; Zabaleta *et al.*, 2016; Amores *et al.*, 2021).

La Tabla 1 muestra la evolución de la definición sensorial del queso DOP Idiazabal y de los límites de conformidad.



Tabla 1. (Continuación)

Parámetro	Entre 1987 y 1992 BOE (1987)	Entre 1993 y 2010 Pérez Elortondo (1993)	A partir de 2011 DOP Idiazabal (2019)
	Situación óptima	Situación óptima	Situación óptima
TEXTURA		LC <sup>ab</sup>	LC <sup>bc</sup>
TEXTURA		20/130	Crítico: puntuación <10% del rango de medida Principal: puntuación entre 10-25% del rango de medida
CARACTERÍSTICAS OLFATO-GUSTATIVAS			
OLOR		Ligeramente elástico; cremosidad y firmeza medias; granulosis muy débiles.  Olor característico intenso a leche de oveja, penetrante y limpio; picante débil; ácido variable (intensidad nula a media); dulce variable (intensidad nula a media); a humo (intensidad media, en quesos ahumados); ausencia de olores extraños.	Elasticidad variable (de débil a media); firmeza variable (de media a elevada); granulosis variable (de débil a media).  Intenso y penetrante; integrado: lácteo, cuajo natural, torrefacto; a humo (variable, de intensidad débil a media en quesos ahumados).  Crítico: puntuación <10% del rango de medida
SABOR (entre 1993 y 2010)		Sabor característico, equilibrado e intenso, a leche de oveja madurada, con algo de sabor a cuajo natural, limpio y consistente; picante débil; dulce y ácido de intensidad muy débil a media; ausencia de amargor; salado de intensidad media; a humo de intensidad débil en quesos ahumados.	Aroma: intenso; integrado: lácteo, cuajo natural, torrefacto; a humo (variable, de intensidad débil a media en quesos ahumados).  Crítico: puntuación <10% del rango de medida
SABOR (aroma-sabor-sensaciones trigeminales) (a partir de 2011)		30/130	Sabor: dulce (de intensidad nula a débil); ácido (de intensidad débil a media); salado (de intensidad media); ausencia de amargor.  Sensaciones trigeminales: picante (de intensidad débil a media).  Crítico: puntuación <10% del rango de medida
REGUSTO (entre 1993 y 2010)		Continuidad del sabor característico; persistente; pronunciado.	Ausencia de sensaciones extrañas; pronunciado; aroma global prolongado.  Crítico: puntuación <10% del rango de medida
PERSISTENCIA (a partir de 2011)		20/130	

<sup>a</sup>LC: límites de conformidad. Puntuación necesaria para certificar una muestra de queso DOP Idiazabal.

<sup>b</sup> Puntuación máxima de cada parámetro en relación a la puntuación máxima total posible. Puntuación mínima total: 78; puntuación mínima en el conjunto de características olfato-gustativas: 18.

<sup>c</sup> Un parámetro con puntuación por debajo del límite crítico; o un parámetro por debajo del límite principal más un parámetro por debajo del límite secundario; o tres parámetros por debajo del límite secundario; supondrán la descalificación de todo el lote al que pertenece la muestra analizada.

Desde el año 1997 el control sensorial oficial del queso Idiazabal se lleva a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU) de la UPV/EHU, el cual está acreditado desde 2005 por ENAC según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para desarrollar esta actividad (ENAC, 2022b).

El método desarrollado y aplicado en LASEHU para el control sensorial oficial del queso DOP Idiazabal fue descrito y publicado por primera vez por Pérez-Elortondo *et al.* (2007). En aquel momento, el método consistía en la asignación de una puntuación de calidad a cada uno de los ocho parámetros a evaluar y en la identificación de posibles defectos. Para la asignación de las puntuaciones, los/as evaluadores/as tenían en cuenta, para cada uno de los parámetros sensoriales, las características que se correspondían con la situación óptima de conformidad sensorial del producto, aunque sin marcarlas en la ficha de evaluación sensorial. Así, si el producto se ajustaba a la situación óptima de conformidad sensorial del parámetro el/la evaluador/a asignaba la puntuación máxima en una escala de 7 puntos. En el caso de que el queso no tuviera la puntuación máxima pero tampoco presentara características defectuosas, la ficha de evaluación no permitía registrar características no del todo adecuadas recogiendo únicamente una puntuación entre 4 y 6, ya que una puntuación igual o inferior a 3 se correspondía con la presencia de defectos.

El informe final de este análisis incluía el valor medio de cada parámetro y la indicación de la presencia de los defectos atendiendo a la frecuencia de citación por los/as evaluadores/as (al menos cinco de siete tenían que coincidir en la identificación del defecto), pero carecía de una descripción sensorial con indicación de las características sensoriales no defectuosas.

En el año 2010, el CRDOP Idiazabal se planteó incluir por primera vez los estándares sensoriales de calidad y los límites de conformidad en el pliego de condiciones para su aprobación por parte de la Comisión Europea. Para ello, se decidió, de común acuerdo entre el CRDOP Idiazabal y el LASEHU, estudiar de forma conjunta dichos estándares y mejorar la ficha de evaluación sensorial para que los informes finales de análisis permitieran obtener una información más completa, incluyendo, además de la presencia de defectos, una descripción de las características sensoriales no defectuosas del producto.

### **3. Relación entre calidad sensorial y aceptabilidad**

Relacionar la información procedente de la calidad sensorial evaluada por un panel de evaluadores/as entrenados/as (en base a una metodología establecida de control) y la aceptabilidad de los/as consumidores/as es importante para conocer en qué medida la aceptabilidad de los/as consumidores/as coincide con la calidad sensorial definida por los paneles de control de calidad sensorial. A día de hoy apenas hay trabajos en los que se haya estudiado esta relación. La Tabla 2 muestra siete estudios en productos no-DOP. En cinco de ellos se relaciona la aceptabilidad con la calidad sensorial de productos genéricos (tres en aceite y dos en queso), calidad sensorial categorizada en base a un método de control (OJEU, 1991, para aceite e IDF, 1997, para queso, respectivamente). Asimismo, la Tabla 2 incluye dos estudios en vino en los que se relacionan las preferencias de los/as consumidores/as con las puntuaciones de calidad otorgadas por expertos/as, en los cuales estos/as últimos/as no siguen unos criterios de evaluación de la calidad sensorial previamente armonizados. Como se deduce de estos trabajos, no siempre la calidad sensorial tiene por qué coincidir con la aceptabilidad.

También en el caso de los productos con DOP es importante estudiar la relación entre la aceptabilidad y la calidad sensorial (determinada en gran medida por la tipicidad) para conocer si son aceptados por los/as consumidores/as de la misma zona de producción, que es, frecuentemente, la zona donde el producto es consumido mayormente. Además, los resultados procedentes de estudios en productos con DOP que relacionen su calidad sensorial y aceptabilidad pueden ayudar a orientar la información de las actividades de formación encaminadas a aumentar el conocimiento y apreciación de las características particulares de estos productos entre los/as consumidores/as. La información, familiarización o experiencia y educación de los/as consumidores/as en relación con los productos DOP constituye un factor determinante para aumentar la aceptabilidad de los mismos, lo que puede contribuir a incrementar su producción y comercialización.

**Tabla 2.** Trabajos en los que se estudia la relación entre la calidad sensorial, evaluada por un panel de evaluadores/as entrenados/as en base a un método de control armonizado, y el grado de aceptación de los/as consumidores/as.

Producto y procedencia	Nº Evaluadores/as	Método de categorización de la calidad sensorial	Descripción del método	Nº Consumidores/as y procedencia	Relación calidad sensorial-aceptabilidad	Referencia
Aceite oliva virgen (8): España	Sin especificar			400: 200 Barcelona, 200 Madrid (España)	197 consumidores/as mostraron preferencia por el aceite con defecto atrojado/borras	Guerreiro <i>et al.</i> (2012).
Aceite oliva virgen extra (4): Italia	8 <sup>a</sup>	Anexo XII del reglamento (CEE) 2568/91 y sus posteriores modificaciones	Cuantificación de la intensidad de descriptores positivos (afrutado, amargo, picante) y defectos en escala continua de 10 cm	74: Helsinki (Finlandia)	El aceite que más gustó fue uno de calidad regular y el que menos uno de los de calidad alta	Recchia <i>et al.</i> (2012)
Aceite oliva virgen extra (22): Italia, España, Chile, Australia, EEUU	23 <sup>a</sup>			110: Davis, California (EEUU)	Solo en el caso de unos/as pocos/as consumidores/as la aceptabilidad se correlacionó positivamente con la calidad	Delgado y Guinard (2011)
Vino Cabernet Sauvignon (27): California	27 <sup>b</sup>	A criterio de los expertos en base a su experiencia, no en base a un método de control sensorial	Evaluación de la calidad global en una escala discontinua de 5 puntos	174: Davis, California (EEUU)	Los patrones de aceptabilidad de algunos/as consumidores/as no coincidían con las puntuaciones de calidad de los/as expertos	Hopfer y Heymann (2014)
Vino Cabernet Sauvignon (5), Shiraz (5): Australia	67 <sup>b</sup>		Evaluación de la calidad global en una escala continua de 20 puntos	203: Adelaida (Australia)	Puntuaciones de aceptabilidad alejadas de las puntuaciones de calidad aunque en ambos casos se otorgaron puntuaciones bajas a los vinos con aroma a <i>Brettanomyces</i>	Lathey <i>et al.</i> (2010)
Queso variedad Noruega (12): Noruega	5 <sup>a</sup>	Norma IDF 99C (1997)	Evaluación de la calidad de la apariencia, consistencia y flavor en una escala discontinua de 5 puntos	110: Noruega	Se identificó un grupo de consumidores/as con cierta preferencia hacia los quesos de calidad más baja	Hersleth <i>et al.</i> (2005)
Queso Gouda (7): Noruega	5 <sup>a</sup>			342: Noruega	Se identificaron 165 consumidores/as en desacuerdo con las puntuaciones de calidad de los/as evaluadores/as entrenados/as	Kraggerud <i>et al.</i> (2012)

<sup>a</sup> Calidad sensorial evaluada por evaluadores/as entrenados/as específicamente.

<sup>b</sup> Calidad sensorial evaluada por expertos/as no por evaluadores/as entrenados/as.

En el caso de productos con DOP no existen trabajos que estudien la relación entre calidad sensorial y aceptabilidad. La mayoría de las publicaciones existentes, como las incluidas en el trabajo de revisión realizado por Grunert y Aachmann (2016), no incluyen productos con DOP y, en base a la realización de encuestas y análisis conjunto, se centran en el estudio de respuestas no sensoriales de los/as consumidores/as, como, por ejemplo, el conocimiento y preferencia hacia el distintivo de calidad diferenciada, la decisión de compra y la disposición del precio a pagar. De acuerdo a estos autores, en general el nivel de conocimiento de los/as consumidores/as sobre los distintivos de calidad diferenciada es bajo, aunque existen diferencias entre países, siendo mayor el conocimiento entre los/as consumidores/as del sur de Europa que entre los/as del norte de Europa. Los/as consumidores/as con mayor nivel adquisitivo, de edad media-avanzada y mayor nivel de estudios expresan una mayor preferencia por los productos con distintivos de calidad diferenciada. En relación a la decisión de compra, la mayoría de los/as consumidores/as tienden a dar más importancia al precio, a la información o apariencia del producto que al distintivo de calidad en sí. Los/as consumidores/as con un mayor conocimiento sobre estos productos diferenciados estarían dispuestos/as a pagar más.

Además de estudiar la relación entre calidad sensorial y aceptabilidad de productos con DOP es interesante identificar las características sensoriales (*drivers*) que determinan dicha aceptabilidad, para lo cual se debe disponer de información sensorial descriptiva del producto. En la literatura científica hay un gran número de publicaciones que identifican *drivers* de aceptación o rechazo en alimentos. Algunos de ellos se recogen en las revisiones bibliográficas realizadas por Francis y Williamson (2015) en vino (en su mayoría no-DOP) y Yang y Lee (2019) en alimentos tradicionales. Con respecto a queso, varios/as autores/as han relacionado características sensoriales y aceptabilidad, principalmente en quesos no-DOP (Tabla 3). En base a esta información, se puede señalar que existen notables diferencias en los *drivers* de preferencia de los/as consumidores/as de queso, aunque una pauta general observada es que los sabores "dulce", "salado", "ácido", "umami", el aroma a "mantequilla" y características de textura como la "humedad en boca", la "cremosidad" y la "cohesividad" son características sensoriales que influyen de manera positiva en la aceptabilidad. Por el contrario, el sabor "amargo" es, en muchos casos, una característica sensorial que influye negativamente en la aceptabilidad.

**Tabla 3.** Estudios en los que se analizan las características sensoriales que influyen de manera positiva o negativa en la aceptabilidad de los/as consumidores/as hacia quesos.

Tipo de queso y procedencia	Nº consumidores/as y procedencia	Clusters (CL) de consumidores/as	Drivers <sup>a</sup> positivos	Drivers <sup>a</sup> negativos	Referencia
Bajo en grasa: Uruguay	84: Montevideo (Uruguay)	-	O_intensidad; S_intensidad (ácido, salado); Tx_firmeza en boca, Tx_firmeza táctil, Tx_solubilidad, Tx_friabilidad	S_amargo; Tx_impresión de humedad en boca, Tx_elasticidad	Arcia <i>et al.</i> (2013)
Para untar: Valencia (España)	106: Valencia (España)	3 <sup>b</sup>	CL1 (39%): O_queso, A_queso; Tx_cohesividad, Tx_consistencia, Tx_cremosidad, Tx_granulosidad, Tx_sensación envolvente en boca. CL3 (50%): A_queso; S_ácido; Tx_cremosidad, Tx_granulosidad, Tx_cohesividad, Tx_sensación envolvente en boca	CL1 (39%): S_salado, S_ácido; ST_astringencia; A_defectuoso. CL3 (50%): O_queso; ST_astringencia; Tx_consistencia	Bayarri <i>et al.</i> (2012)
Minas: Región Serra da Canastra (Brasil)	60: Región Serra da Canastra (Brasil)	-	S_amargo; S_ácido; S_salado; A_mantequilla; Tx_cremosidad, Tx_firmeza	*	Bemfeito <i>et al.</i> (2016)
Minas Frescal: Barra Mansa-Rio de Janeiro (Brasil)	100: Rio de Janeiro (Brasil)	-	A_queso; Tx_jugosidad	S_amargo	Rocha <i>et al.</i> (2020)
Cheddar: Mississippi (EEUU)	140: Mississippi (EEUU)	6	CL1 (16,5%); CL2 (17,1%); CL4 (5%); CL5 (31,5%); CL6 (20,7%); S_dulce; S_umami; A_leche cocida; A_mantequilla. CL3 (9,2%): S_ácido; S_amargo; ST_picante; A_vaca; A_sulfuroso; A_ácidos grasos libres; A_sudoroso; A_afrutado	CL1 (16,5%); CL2 (17,1%); CL4 (5%); CL5 (31,5%); CL6 (20,7%); S_ácido; S_amargo; ST_picante; A_vaca; A_sulfuroso; A_ácidos grasos libres; A_sudoroso; A_afrutado. CL3 (9,2%); S_dulce; S_umami; A_leche cocida; A_mantequilla	Caspia <i>et al.</i> (2006)
Cheddar en tiras: EEUU	151: Norte de Carolina (EEUU)	3	CL1 (23,2%); A_suero de leche; A_mantequilla, A_leche cocida. CL2 (45%); S_umami. CL3 (1,8%); S_dulce; S_umami; A_caldo de sopa; A_frutos secos, A_sulfuroso	CL1 (23,2%); S_amargo; A_caldo de sopa; A_frutos secos, A_sulfuroso. CL2 (45%); S_amargo. CL3 (1,8%); S_amargo; A_suero de leche, A_mantequilla, A_leche cocida	Meals <i>et al.</i> (2020)
Swiss: EEUU	100: Columbus, Ohio (EEUU)	-	S_dulce; S_umami; S_salado; A_grasa de leche, A_lactona, A_frutos secos, A_malta	*	Castada <i>et al.</i> (2019)
Swiss: EEUU	101: Columbus, Ohio (EEUU)	2 <sup>c</sup>	CL2 (60,4%); S_umami; A_mantequilla, A_suero de leche, A_grasa láctea	CL2 (60,4%); A_vinagre, A_col, A_leche cocida	Liggett <i>et al.</i> (2008)
Brick, Cottage, Cream, Havarti, Cheddar, Mozzarella: Beijing (China)	217: Beijing (China)	5	CL1 (18,4%); CL2 (10,2%); CL3 (18,4%); CL4 (11,5%); CL5 (41,5%); Para la mayoría de estos consumidores: S_ácido; A_leche acidificada, A_leche cocida; Tx_viscosidad, Tx_humedad	CL1 (18,4%); CL2 (10,2%); CL3 (18,4%); CL4 (11,5%); CL5 (41,5%); Para la mayoría de los consumidores: S_salado, S_amargo, S_umami; A_grasa de leche; Tx_firmeza	Zhang <i>et al.</i> (2011)
Mahon, Cambozola, Gruyere, Wensleydale, Blue Shropshire, Tetilla, Ambassadeur, Fontina, Appenzeller, Chaumes: Irlanda	198: Irlanda	7	CL1 (33,3%); CL2 (19,8%); CL5 (1,3%); O_mohoso; A_intensidad, A_mohoso; S_salado; S_ácido; ST_astringente; Tx_humedad, Tx_uniformidad. CL3 (8%); CL7 (3,7%); O_afrutado; O_crema; O_dulzón; A_afrutado, A_mantequilla; S_dulce; Tx_firmeza, Tx_masticabilidad. CL4 (16%); CL6 (6,2%); Tx_gomosidad	*	Lawlor y Delahunty (2000)
DOP Azul Fourme d'Ambert: Región de Auvergne (Francia)	153: Lempdes (Francia)	3	CL1 (26,1%); S_intensidad alta (salado, ácido, amargo); ST_picante. CL2 (48,4%); O_intensidad, O_lácteo; Tx_fundente, Tx_elasticidad, Tx_grasa superficial, Tx_suavidad. CL3 (25,5%); A_intensidad ligera	CL1 (26,1%); S_intensidad baja (salado, ácido, amargo); Tx_gomosidad. CL2 (48,4%); O_intensidad, O_lácteo; Tx_firmeza. CL3 (25,5%); S_ácido; S_amargo; ST_picante	Bordet <i>et al.</i> (2017)
Caciocavallo: Monti Dauni Merionali area (Italia)	160: Foggia (Italia)	-	S_salado; ST_picante	*	Santillo <i>et al.</i> (2012)

<sup>a</sup> O\_olor; Tx\_textura; S\_sabor; ST\_sensación trigeminal; A\_aroma.

<sup>b</sup> El cluster CL2, 11% de los/as consumidores/as que no encontraron diferencias entre las muestras.

<sup>c</sup> El cluster CL1, 39,6% de los/as consumidores/as que no encontraron diferencias entre las muestras.

- En el estudio no se ha realizado un análisis para agrupar a los/as consumidores/as.

\* No identificados.



En quesos con DOP, no hay trabajos publicados que estudien la influencia de las características sensoriales en la aceptabilidad. En el caso del queso DOP Idiazabal, existe un trabajo que relacionó la percepción del queso DOP Idiazabal con el concepto de queso ideal por parte de consumidores/as de la región de origen del producto (Bárcenas *et al.*, 2001b). Estos autores encontraron que, en muchas de las características del producto estudiadas, el queso DOP Idiazabal era percibido por los/as consumidores/as de manera próxima a su concepto de queso ideal.

#### **4. Calidad sensorial percibida**

La calidad percibida, basada en el juicio de los/as consumidores/as, es el resultado de un proceso de percepción multidimensional influenciado por la persona (origen, actitudes, creencias, preferencias, experiencias previas, familiaridad con el producto, etc.), el contexto (momento y lugar de consumo), así como los atributos intrínsecos y extrínsecos del producto (Ophuis y Van Trijp, 1995). Los atributos intrínsecos son aquellos relacionados con el producto en sí mismo y están asociados en mayor medida a las características sensoriales (olor, textura, sabor, apariencia). Los atributos extrínsecos están relacionados con el producto, pero no son físicamente parte de él (el envase, el precio, la marca, la región/país de origen, facilidad de uso, preparación). Conocer la influencia de estos atributos de calidad en la opinión de los/as consumidores/as permite identificar aquellos aspectos que más contribuyen a la percepción de la calidad por parte de los/as consumidores/as. Los estudios en los que se evalúa la calidad percibida por los/as consumidores/as evaluando sensorialmente el producto (calidad sensorial percibida, CSP) son escasos y la mayoría de ellos se han orientado a determinar la influencia de la información sobre la CSP. Así, por ejemplo, Bello y Calvo (2000) determinaron la influencia del color, frescura, precio, cantidad de grasa visible, publicidad, marca de calidad y la presentación sobre la CSP de la carne de ternera; Dekhili y d'Hauteville (2009) estudiaron la influencia de la región de origen, la variedad de la aceituna, el precio, las condiciones naturales y los factores humanos en la CSP del aceite de oliva por consumidores/as de Francia y Turquía; Labbe *et al.* (2016) analizaron el impacto de la cantidad de crema en la CSP de café espresso; Samant y Seo (2016) estudiaron el impacto de la información en el etiquetado sobre la sostenibilidad del producto en la CSP en la pechuga de pollo. Apenas se han localizado trabajos en los que se estudie la CSP cuando no se proporciona información sobre el producto ("a ciegas") y las publicaciones disponibles se limitan a un único tipo de producto: el vino (Sáenz-Navajas *et al.*, 2013). Estas/os autoras/es analizaron la influencia de la región de

origen (consumidores/as de La Rioja y de Côtes du Rhône) en la CSP con vinos DOP de ambas regiones y observaron que los consumidores españoles percibían los vinos de La Rioja como de mayor calidad que los vinos de Côtes du Rhône. Por el contrario, los consumidores franceses no percibieron diferencias de calidad entre los vinos de ambas regiones.

Aunque la aceptabilidad es un factor que podría influir en gran medida sobre la CSP por los/as consumidores/as, existen pocos trabajos que determinen dicha relación (Hopfer y Heymann, 2014). Estas autoras estudiaron 27 vinos de California elaborados a partir de la variedad Cabernet Sauvignon y observaron una alta correlación positiva entre la aceptabilidad y la CSP por parte de los/as consumidores/as.

De forma análoga a lo señalado en la identificación de *drivers* de aceptabilidad, relacionar la descripción sensorial del producto con la CSP permitiría entender las características sensoriales que aumentan o reducen la percepción de la calidad por parte de los/as consumidores/as.

Tal y como se ha comentado en el primer apartado de este marco teórico, los productos con DOP se caracterizan por presentar unas características sensoriales particulares, asociadas a la región de origen, materias primas y procedimientos particulares de elaboración, que los diferencian de otros productos no-DOP y de otros productos similares, pero de otra DOP. Teóricamente, cabe esperar que estos productos con distintivos de calidad diferenciada se perciban como de mayor calidad sensorial que los no-DOP, particularmente por los/as consumidores/as de la zona de producción. Sin embargo, no se ha encontrado en la bibliografía ningún estudio abordando esta posible diferencia de percepción de calidad entre productos con DOP y no-DOP.

# Capítulo III

## Objetivos e hipótesis

---



Los objetivos de esta tesis se han llevado a cabo a lo largo de tres estudios.

**Estudio 1.** El control de calidad sensorial del queso DOP Idiazabal se lleva a cabo bajo un procedimiento específico acreditado. La publicación de un nuevo pliego de condiciones, así como la posibilidad de mejorar diversos aspectos del método llevaron a una revisión y modificación del mismo. El objetivo del estudio fue el siguiente:

1. adaptar el método de control oficial de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal para que permita una descripción más detallada de cada muestra, que vaya más allá de las características defectuosas y considere también las características no defectuosas, especialmente las típicas del producto.

Esta adaptación metodológica exige a los/as evaluadores/as sensoriales señalar no solo características defectuosas (puntuaciones en la parte baja de la escala) sino también características adecuadas (situación óptima; extremo alto de la escala) y características no totalmente adecuadas (puntuaciones en posiciones intermedias en la escala). A priori, la aplicación del nuevo método conllevaría:

- una descripción (un informe) más detallada de las características de cada muestra, lo cual permitiría conocer las razones de las puntuaciones de calidad;
- un uso más amplio de la escala;
- una mayor discriminación entre las muestras;
- una mayor dispersión de las puntuaciones;

Este estudio se ha publicado en la revista *Food Control*:

Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, M. Pilar Fernández Gil, Marta Albisu, Jesús Salmerón, Francisco José Pérez-Elortondo (2015). **Sensory quality control of cheese: going beyond the absence of defects.** *Food Control* 51, 371 – 380.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.034>

**Estudio 2.** Una serie de muestras de queso DOP Idiazabal de diferentes niveles de calidad fueron evaluadas por el panel entrenado responsable del control de calidad y por consumidores/as locales. Los objetivos del estudio fueron:

1. determinar en qué medida la aceptabilidad sensorial de consumidores/as se corresponde con la calidad sensorial de muestras de queso DOP Idiazabal evaluadas por el panel de evaluadores/as entrenados/as;
2. identificar las características sensoriales que determinan la aceptabilidad de los/as consumidores/as.

Para este estudio se plantearon las siguientes hipótesis:

- la aceptabilidad de los/as consumidores/as locales de la zona de producción del queso DOP Idiazabal está en consonancia con la calidad sensorial determinada por los/as evaluadores/as entrenados/as;
- las características sensoriales que determinan la aceptabilidad de los/as consumidores/as se corresponden con aquellas asociadas a los quesos de mayor calidad sensorial.

Este estudio se ha publicado en la revista *Journal of Sensory Studies*:

Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, Luis Guerrero, M<sup>a</sup> Pilar Fernández Gil, Francisco José Pérez-Elortondo (2018). **Does consumer liking fit the sensory quality assessed by trained panelists in traditional food products? A study On PDO Idiazabal cheese.** *Journal of Sensory Studies*, e12318. <https://doi.org/10.1111/joss.12318>

**Estudio 3.** Este estudio intercultural ha pretendido obtener una mejor comprensión de la calidad percibida por parte de los/as consumidores/as, considerando la familiaridad con el producto como el posible principal factor modulador de dicha percepción. Para ello, a partir de diferentes quesos europeos, se plantearon tres objetivos:

1. determinar la influencia de los factores “origen del consumidor”, “origen del queso” y “queso DOP / no-DOP” en la calidad sensorial percibida por consumidores/as de diferentes regiones de Europa;
2. analizar la relación entre la calidad sensorial percibida y la aceptabilidad;

3. identificar las características sensoriales que determinan la percepción de la calidad sensorial por los/as consumidores/as.

Para este estudio se formularon las siguientes hipótesis:

- la familiaridad con el producto influye en la percepción de calidad sensorial de éste, estando condicionada por la región de origen de los/as consumidores/as y los quesos. Los/as consumidores/as de cada región diferencian mejor el nivel de calidad entre quesos DOP y no-DOP de su propia región que los/as consumidores/as de otras regiones;
- existe una correlación positiva entre la calidad sensorial percibida y la aceptabilidad. Esta correlación será mayor cuanto menor sea la familiaridad con el producto;
- las características sensoriales que influyen en la calidad sensorial percibida dependen de la familiaridad con el producto y difieren de acuerdo al origen de los/as consumidores/as.

Los resultados de este estudio se han publicado en la revista *Food Quality and Preference*:

Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, Dominique Valentin, Catherine Dacremont, Mario Zannoni, Tuomo Tupasela, Leena Lilleberg, Francisco José Pérez-Elortondo (2021). **Effect of consumers' origin on perceived sensory quality, liking and liking drivers: a cross-cultural study on European cheeses.** *Food Quality and Preference* 87, 104047. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104047>





# Capítulo IV

## Material y métodos

---



En la Figura 2 se resume, para cada uno de los tres estudios desarrollados en esta tesis, el tipo de quesos utilizados, el tipo de personas participantes, las pruebas sensoriales o actividades desarrolladas, así como el título del trabajo publicado en el que se aborda el estudio.

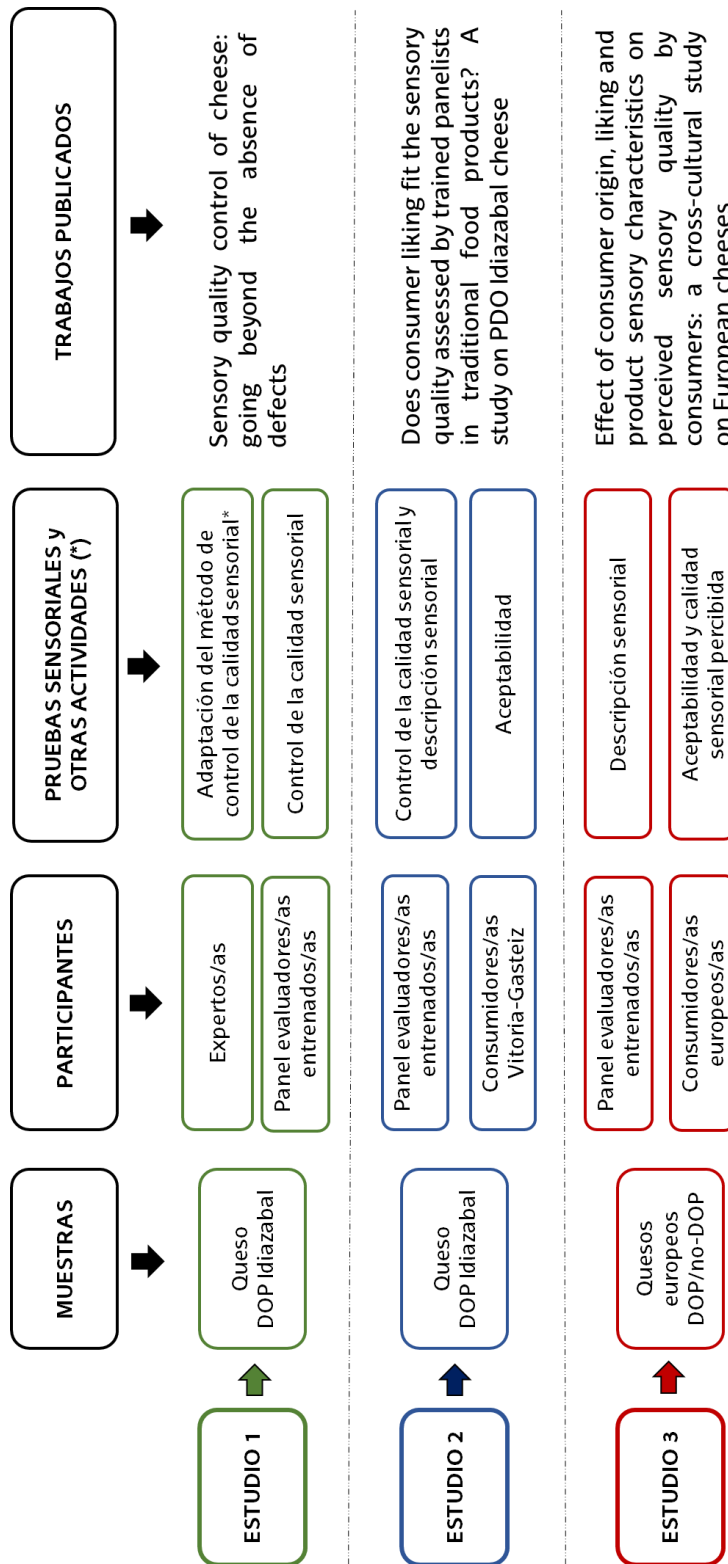


Figura 2. Muestras utilizadas, personas participantes y pruebas sensoriales o actividades desarrolladas en cada uno de los tres estudios.

## 1. Instalaciones

Las actividades desarrolladas en cada uno de los tres estudios (a excepción de las realizadas fuera de Vitoria-Gasteiz con consumidores/as de otros países europeos), se han llevado a cabo en el LASEHU, ubicado en el Edificio Lascaray Ikergunea (Campus de Álava). El laboratorio dispone de una zona de preparación de muestras, dos salas de evaluación con cabinas individuales y una sala de grupo (Imágenes 1 a 4) conforme a la norma UNE-EN ISO 8589 (UNE, 2010a).



Instalaciones de LASEHU: zona de preparación de muestras (**Imagen 1**); sala de grupo (**Imagen 2**); sala de evaluación (**Imagen 3**); cabina individual (**Imagen 4**). Fotos: M. Ojeda.

## 2. Muestras

Las muestras del **Estudio 1** fueron quesos no ahumados incluidos en el control sensorial de queso DOP Idiazabal desde 2009 a 2012 (796 muestras en 2009 y 2010 de acuerdo a M1 [método 1] y 654 muestras en 2011 y 2012 de acuerdo a M2 [método 2]). Todas ellas procedían de 126 productores/as de queso registrados/as en la DOP.

En este trabajo, las instrucciones de recepción estaban recogidas en el procedimiento normalizado interno del laboratorio relativo a la recepción, preparación y servicio de muestras de queso DOP Idiazabal. Cada muestra estuvo constituida por una porción de medio queso (Imagen 5), envuelto individualmente en una bolsa de plástico y con una codificación anónima establecida por el organismo oficial encargado de realizar el muestreo.



**Imagen 5.** Algunas muestras de queso DOP Idiazabal utilizadas en el primer estudio. Foto original: M. Ojeda

En el **Estudio 2**, las muestras fueron seleccionadas entre un total de 88 quesos no ahumados evaluados en el laboratorio en los meses de junio y julio de 2011 como parte del control sensorial oficial del queso DOP Idiazabal de esa misma campaña. Se escogieron nueve quesos teniendo en cuenta tres niveles diferentes de calidad sensorial: tres del primer cuartil (quesos con las puntuaciones más altas de calidad), tres entre los percentiles 40 y 60 (quesos con puntuaciones medias de calidad), y tres del cuarto cuartil (quesos con las puntuaciones de calidad más bajas).

Se contactó con los productores de cada uno de los nueve quesos para reservar 20 quesos del mismo lote, de 1,2 kg aproximadamente cada uno. Los quesos se mantuvieron en la cámara de conservación de la quesería hasta su evaluación en octubre, una vez alcanzados los 5-6 meses de maduración. Una semana antes de comenzar los análisis se trasladaron al laboratorio.

Para la realización del **Estudio 3**, se seleccionaron ocho quesos de pasta dura y semidura procedentes de cuatro regiones europeas (Tabla 4 e Imágenes 6 a 13). Tres de ellos eran DOP: Parmigiano-Reggiano, Idiazabal y Comté. Como en Finlandia no había quesos con DOP, se escogió un queso tradicional (Turunmaa), que, de cara a este estudio, sería considerado como un queso con DOP. Los otros cuatro, eran quesos comerciales adquiridos en la misma región que los quesos con DOP, en los que se buscaba unas características similares a cada respectivo queso DOP.

**Tabla 4.** Quesos utilizados en el tercer estudio.

País	Queso	Tipo de leche	Tipo de Pasta	Código
Italia	Parmigiano-Reggiano (Reggio-Emilia, Modena, Bologna, Parma)/DOP	Cruda de vaca	Cocida/dura	DOP PR
Italia	Queso duro/no-DOP	Pasteurizada de vaca	Cocida/dura	nDOP QD-IT
España	Idiazabal (País Vasco, Navarra)/DOP	Cruda de oveja	No cocida/dura	DOP ID
España	Queso duro/no-DOP	Pasteurizada de oveja	No cocida/dura	nDOP QD-SP
Francia	Comté (Jura-Masif)/DOP	Cruda de vaca	Cocida/semi dura	DOP CO
Francia	Emmental/no-DOP	Pasteurizada de vaca	Cocida/semi dura	nDOP EM-FR
Finlandia	Turunmaa (sur de Finlandia)/Tradicional	Pasteurizada de vaca	No cocida/semi dura	TRA TU
Finlandia	Emmental/no-DOP	Pasteurizada de vaca	Cocida/semi dura	nDOP EM-FI



Imágenes de muestras de queso utilizadas en el tercer estudio. Quesos DOP/tradicional: DOP PR (**Imagen 6**), DOP ID (**Imagen 7**), DOP CO (**Imagen 8**), TRA TU (**Imagen 9**). Quesos no-DOP: nDOP QD-IT (**Imagen 10**), nDOP QD-SP (**Imagen 11**), nDOP EM-FR (**Imagen 12**), nDOP EM-FI (**Imagen 13**). Fotos: M. Ojeda.

Cada uno de los cuatro laboratorios que participó en este estudio (Tabla 5) se encargó de seleccionar los dos quesos de su región. De cada DOP se seleccionó un queso representativo de la tipicidad del queso con DOP y se aseguró que todas las unidades procedieran del mismo lote. Se envasaron al vacío y se enviaron a los otros laboratorios en contenedores isotérmicos con acumuladores de frío.

**Tabla 5.** Laboratorios que participaron en el tercer estudio.

Laboratorio	Ciudad	País
Organismo Controllo Qualità Produzioni Regolamentate	Reggio-Emilia (RE)	Italia
Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea	Vitoria-Gasteiz (VG)	España
Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, AgroSup	Dijon (DI)	Francia
Natural Resources Institute y Finnish Food Safety Authority Evira	Jokioinen y Helsinki (JH)	Finlandia

### 3. Participantes

Las personas que participaron en las actividades desarrolladas se dividen en cuatro grupos: expertos/as, profesionales en análisis sensorial, panel de evaluadores/as entrenados/as y consumidores/as.

#### 3.1. Expertos/as y profesionales en análisis sensorial

En la adaptación del método de evaluación de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal (**Estudio 1**) participaron 12 personas (siete hombres y cinco mujeres, con una media de edad de 45 años) de diferentes sectores profesionales con un amplio conocimiento del queso DOP Idiazabal. Entre ellas había cuatro profesionales en análisis sensorial, cuatro productores/as, dos hosteleros y dos miembros del Consejo Regulador del queso DOP Idiazabal. Cinco de estas personas pertenecían al panel de evaluadores/as entrenados/as que realiza el control sensorial oficial de este producto.

#### 3.2. Panel de evaluadores/as entrenados/as

En los **Estudios 1** y **2**, el control de la calidad sensorial de las muestras de queso DOP Idiazabal se realizó con el panel de evaluadores/as entrenados/as que participan en este ensayo oficial de manera sistemática en el laboratorio. En el **Estudio 1**, el número de evaluadores/as disponibles de acuerdo a M1 era 16 (diez hombres y seis mujeres, con una media de edad de 46). El panel de M2 estaba compuesto por 19 evaluadores (12 hombres y siete mujeres, con una media de edad de 42). Catorce de ellos procedían del panel anterior y los otros cinco fueron reclutados/as por su interés en formar parte del panel de evaluadores/as entrenados/as de queso DOP Idiazabal. En el **Estudio 2**, participaron ocho evaluadores/as (dos hombres y seis mujeres, con una media de edad de 42) del panel M2.

Por otro lado, en el **Estudio 3**, la descripción sensorial de las muestras de quesos europeos se llevó a cabo por un panel de evaluadores/as entrenados/as específicamente para describir las muestras del estudio. El panel estuvo constituido por 16 participantes (cinco hombres y 11 mujeres, con una media de edad de 45) que fueron seleccionados teniendo en cuenta su experiencia en análisis sensorial descriptivo. Seis de ellos/as formaban parte del panel de evaluadores/as cualificados para el control sensorial oficial del queso DOP Idiazabal, el resto tenían experiencia en

análisis sensorial descriptivo de alimentos (la mayoría de ellos/as en análisis sensorial de quesos).

### 3.3. Consumidores/as

Los/as consumidores/as del **Estudio 2** y **Estudio 3** fueron reclutados/as a partir de la base de datos de consumidores/as propia de cada laboratorio y a través de diferentes medios (radio, mensajes a listas de distribución, redes sociales y carteles en los campus universitarios o en los centros de trabajo). Las personas interesadas en participar rellenaron una encuesta que incluía preguntas sobre el género, la edad, el lugar de residencia y la frecuencia de consumo de queso. En la selección se tuvo en cuenta el lugar de residencia, la frecuencia de consumo de queso (al menos una vez al mes) y una distribución homogénea de género y rangos de edad (18-30, 31-45,  $\leq$  45). En la Tabla 6 se recoge información acerca de las características socio-demográficas y los hábitos de consumo de queso de los/as consumidores/as de cada estudio.

Para llevar a cabo el **Estudio 2** se reclutaron 212 consumidores/as residentes en Vitoria-Gasteiz. En el caso del **Estudio 3**, fueron un total de 438 consumidores/as procedentes de cuatro ciudades europeas (Reggio-Emilia [RE], Vitoria-Gasteiz [VG], Dijon [DI], Jokioinen-Helsinki [JH]). En cada ciudad se seleccionó entre 100 y 120 consumidores/as.

**Tabla 6.** Características socio-demográficas y hábitos de consumo de queso de los consumidores de cada estudio (datos expresados como número de individuos, y, en paréntesis, porcentaje sobre la muestra total [n]).

	Segundo estudio		Tercer estudio		
	VG n = 212	RE n = 120	VG n = 108	DI n = 101	JH n = 109
<b>Genero</b>					
Hombre	100 (47,2)	59 (49,2)	54 (50,0)	50 (49,5)	36 (33,0)
Mujer	112 (52,8)	60 (50,0)	54 (50,0)	51 (50,5)	72 (66,1)
<b>Edad</b>					
18-30	60 (28,3)	36 (30,0)	34 (31,5)	49 (48,5)	19 (17,4)
31-45	54 (25,5)	36 (30,0)	40 (37,0)	23 (22,8)	44 (40,4)
> 45	98 (46,2)	46 (38,3)	34 (31,5)	29 (28,7)	46 (42,2)
NS/NC	0 (0,0)	2 (1,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Nivel de estudios finalizados</b>					
Primarios	43 (20,3)				
Secundarios	44 (20,7)	48 (40,0)	33 (30,6)	23 (22,8)	40 (36,7)
Formación profesional	75 (35,4)				
Universidad/Superior	50 (23,6)	69 (57,5)	73 (67,6)	78 (77,2)	69 (63,3)
NS/NC	0 (0,0)	3 (2,5)	2 (1,8)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Frecuencia de consumo de queso</b>					
A diario o casi a diario	68 (32,1)	44 (36,7)	40 (37,0)	56 (55,4)	73 (67,0)
Una vez a la semana/varias veces a la semana	109 (51,4)	69 (57,5)	64 (59,2)	44 (43,5)	30 (27,5)
Una vez al mes/varias veces al mes	35 (16,5)	5 (4,2)	4 (3,8)	1 (1,1)	6 (5,5)
NS/NC	0 (0,0)	2 (1,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)



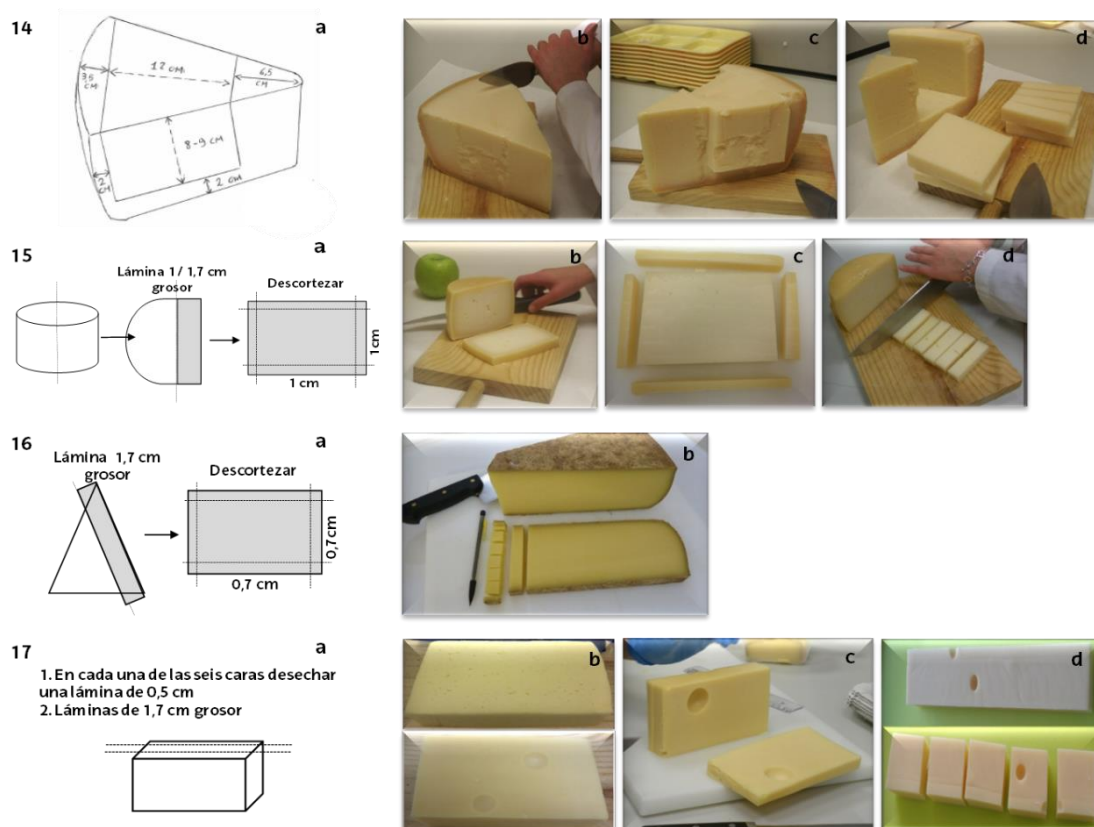
## 4. Metodología

### 4.1. Preparación y servicio de las muestras

Una vez en el laboratorio, los quesos se conservaron a una temperatura de  $5\pm 3^{\circ}\text{C}$  en un frigorífico de alimentos. Con al menos ocho horas de antelación a la evaluación sensorial, los quesos se atemperaron en una cámara a  $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ . En el **Estudio 1** y en el **Estudio 2**, la sistemática de preparación y servicio de las muestras de queso DOP Idiazabal se llevó a cabo de acuerdo al procedimiento interno del laboratorio relativo a la recepción, preparación y servicio/presentación de muestras de queso DOP Idiazabal. En el **Estudio 3**, cada laboratorio desarrolló un protocolo de corte de los quesos de su región de forma que, todos los laboratorios siguieron el mismo procedimiento atendiendo a las indicaciones incluidas en cada protocolo (Imágenes 14 a 17).

De cada queso se extrajeron porciones (muestras de 1,5 x 1,5 x 5 cm en el primer estudio; de 1 x 1 x 5 cm en el segundo estudio; de 1,7 x 1,7 x 3 cm en el tercer estudio) que fueron depositadas para su evaluación en bandejas individuales sobre cuya superficie se identificó la muestra con números de tres dígitos elegidos al azar (Imágenes 18 y 19) mediante la aplicación Fizz 2.40H (Biosystemes, Couternon, Francia).

En el **Estudio 1**, la media pieza de queso restante, destinado a la evaluación de los parámetros sensoriales de apariencia (forma, corteza, color de pasta y ojos), se identificó mediante una etiqueta adherida a un palillo colocado en la corteza, con un número de tres dígitos elegido al azar y diferente al destinado para la evaluación de la textura y los parámetros olfato-gustativos (Imagen 20).



Preparación de las muestras. DOP PR y nDOP QD-IT (**Imagen 14**), DOP ID y nDOP QD-SP (**Imagen 15**), DOP CO (**Imagen 16**), TRA TU, nDOP EM-FR y nDOP EM-FI (**Imagen 17**). Fotos: M. Ojeda.



Presentación de las muestras a los participantes. Para la evaluación de los parámetros olfato-gustativos en el Estudio 1 y 2 (**Imagen 18**) y en el Estudio 3 (**Imagen 19**); para la evaluación de los parámetros de apariencia en el Estudio 1 (**Imagen 20**). Fotos: M. Ojeda.

## 4.2. Condiciones generales de evaluación

Las actividades llevadas a cabo en LASEHU se realizaron a una temperatura controlada de  $21 \pm 3^\circ\text{C}$  y una humedad de  $55 \pm 20\%$ .

Todos/as los/as participantes evaluaron las muestras en orden diferente atendiendo al diseño del cuadrado latino de Williams (Fizz 2.40H [Biosystemes, Couternon, Francia], siendo la temperatura de las muestras al servir las de  $17 \pm 3^\circ\text{C}$ . Asimismo, entre la evaluación de cada muestra tuvieron un tiempo de espera de 30 segundos para

descansar y eliminar aromas, sabores y/o sensaciones trigeminales residuales con agua mineral y/o manzana.

Los/as evaluadores/as entrenados/as puntuaron las muestras utilizando el software Fizz 2.40H (Biosystemes, Couternon, Francia) mientras que los/as consumidores/as otorgaron las puntuaciones a las muestras en formato papel.

### **4.3. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal**

#### *4.3.1. Adaptación del método*

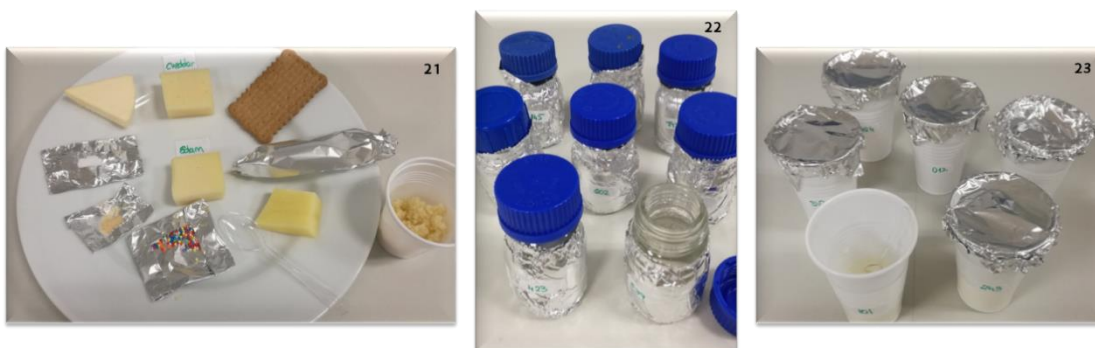
La adaptación del método se realizó a partir de nuestra experiencia previa en el control de calidad sensorial del queso DOP Idiazabal, descrita en detalle en Pérez-Elortondo *et al.* (2007). Fueron necesarias seis sesiones de discusión de unas dos horas de duración cada una, distribuidas entre enero y mayo de 2010. En la primera sesión, los profesionales en análisis sensorial presentaron a los/as expertos/as los objetivos y las fases del proyecto.

El trabajo comenzó con la revisión de los ocho parámetros sensoriales y para cada uno de ellos, la definición de las características óptimas, de las características defectuosas, así como de otras no defectuosas no consideradas en la metodología anterior. Una vez establecido el orden y modo de evaluación de cada uno de los ocho parámetros se elaboraron árboles de decisión para disponer de criterios homogéneos de puntuación en la escala. Asimismo, a la vez que se discutían los aspectos anteriores, se fue elaborando la ficha de evaluación.

Con el propósito de armonizar los conceptos sensoriales definidos a lo largo de las diferentes sesiones y entrenar posteriormente a los/as evaluadores/as del panel, se elaboraron nuevas referencias, que, según el descriptor, podían ser cualitativas o cuantitativas. Para el desarrollo de referencias, se utilizaron sustancias químicas o productos naturales, con la finalidad de reproducir lo mejor posible las sensaciones percibidas en el queso.

Las referencias de textura eran alimentos de diferentes texturas que se sirvieron en el momento de la evaluación y se presentaron sobre platos (Imagen 21). Las referencias de olor/aroma y sabor se prepararon sobre una base quesera (las de olor/aroma: queso Edam triturado [Milbona]; las de sabor: 42 g de queso fresco [Angulo] y 8 g de yogur natural [Danone]) para que la percepción de cada característica fuera lo más cercana

a la situación real durante la evaluación del queso. Las de olor se presentaron en frascos de cristal de 100 mL de capacidad, con tapón de rosca (Imagen 22), las de sabor en vasos de plástico de la misma capacidad junto con una cucharilla (Imagen 23). Tanto durante la fase de adaptación del método como en la fase posterior de formación de evaluadores/as, los frascos se envolvieron con papel de aluminio para evitar visualizar el contenido y se identificaron con números de tres dígitos elegidos al azar. Una vez preparadas las referencias, se mantuvieron en refrigeración un máximo de 12h hasta el momento de ser evaluadas. Al menos una hora antes de su presentación se atemperaron a  $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Finalizada la evaluación, las referencias no se conservaron para la siguiente evaluación.



Presentación de las referencias a los participantes. Para la evaluación de la textura (**Imagen 21**), el olor/aroma (**Imagen 22**) y el sabor (**Imagen 23**). Fotos: M. Ojeda.

Las referencias se fueron reajustando a lo largo de las seis sesiones hasta llegar a un consenso. Para ajustar las intensidades de los diferentes grados de adecuación de cada una de las características fue necesario evaluar muestras de queso DOP Idiazabal de diferentes calidades y elaboradores. La mayoría de las referencias se definieron durante esta fase de discusión, el resto se establecieron con el panel durante el entrenamiento (referencias cuantitativas, principalmente).

Por otro lado, las referencias de apariencia fueron seleccionadas de un catálogo de 220 fotografías digitales de queso DOP Idiazabal procedentes de una base de datos del propio laboratorio y representativas de las diferentes características sensoriales.

#### 4.3.2. Selección y entrenamiento específico de los/as evaluadores/as

Tanto los/as evaluadores/as de M1 como los de M2 fueron seleccionados/as siguiendo las pautas y criterios descritos en el procedimiento interno del laboratorio relativo a la selección y entrenamiento básico de evaluadores/as. Estas pautas y criterios se describen en Pérez-Elortondo *et al.* (2007). Con respecto al entrenamiento específico y las pruebas individuales de cualificación de los/as evaluadores/as, para los/as de M1 se siguieron las indicaciones señaladas en Pérez-Elortondo *et al.* (2007). El entrenamiento de los/as evaluadores/as de M2 se realizó a lo largo de al menos ocho sesiones de 90 minutos de duración cada una, en las cuales los/as evaluadores/as se familiarizaron con la nueva metodología de evaluación, la nueva ficha de evaluación (formato papel y formato digital) y las nuevas referencias. Los/as evaluadores/as en formación, también evaluaron muestras de queso DOP Idiazabal en sesiones de armonización en las que de forma abierta se discutieron los resultados entre los/as evaluadores/as y el analista. En base a la información procedente de la citada publicación y a la descrita en Etaio *et al.* (2010a) se diseñaron nuevas pruebas de cualificación con la finalidad de adaptarlas a la nueva metodología. A efectos de este trabajo de tesis, se entiende por cualificación las pruebas destinadas a conocer si los/as evaluadores/as están suficientemente entrenados y, por tanto, son aptos para formar parte del panel de evaluadores/as entrenados/as de queso DOP Idiazabal. Estas pruebas se distribuyeron en dos etapas, la primera relacionada con la identificación de referencias (de olor/aroma y sabor) y la segunda enfocada a analizar la capacidad discriminante, repetibilidad, reproducibilidad y concordancia con el panel en puntuaciones, así como la capacidad de identificar las características sensoriales en las muestras (concordancia con el panel en la identificación de características).

Una vez constituido el panel, los/as evaluadores/as cualificados/as comenzaron a evaluar de manera sistemática y de acuerdo a M2 las muestras suministradas por el CRDOP Idiazabal.

#### 4.3.3. Evaluación de las muestras

En el **Estudio 1**, en cada ensayo participaron siete del total de evaluadores/as entrenados/as, siendo ocho el número máximo de muestras a evaluar. En primer lugar, se analizaron los parámetros olfato-gustativos y la textura de todas las muestras y, posteriormente, los parámetros de apariencia. Cada sesión tuvo una duración de 90 minutos.

En lo que respecta al **Estudio 2**, el análisis de las nueve muestras se realizó por duplicado a lo largo de dos días diferentes de una misma semana. En cada ensayo participaron ocho evaluadores/as entrenados/as. En este trabajo solo se evaluó la textura y los parámetros olfato-gustativos. La duración del análisis fue de 45 minutos.

En los dos estudios, antes de cada ensayo, los/as evaluadores/as analizaron en las cabinas una o dos muestras diferentes a las muestras de ensayo (de calidades diferentes) rellenando en esta ocasión la ficha en formato papel. A continuación, y a modo de calibración del panel, en la sala de grupo se comentaron los resultados de manera abierta entre los/as evaluadores/as y el analista.

#### **4.4. Descripción sensorial**

En el **Estudio 2**, la descripción sensorial de las muestras se llevó a cabo a partir de la aplicación del método de control de calidad sensorial ya que este método incluye para cada uno de los parámetros sensoriales evaluados, la identificación de características sensoriales.

Sin embargo, para la descripción sensorial de los quesos europeos (**Estudio 3**) fueron necesarias seis sesiones de trabajo específico con el panel de evaluadores/as. Este trabajo específico se desarrolló atendiendo a las etapas siguientes:

##### *4.4.1. Generación y selección de términos, diseño de la ficha de evaluación y desarrollo de referencias sensoriales.*

Para llevar a cabo estas actividades fueron necesarias dos sesiones. En la primera de ellas, se decidió contar únicamente con la participación de seis evaluadores/as entrenados/as del panel de queso DOP Idiazabal. En esta primera sesión, se presentó a los/as participantes una lista de descriptores sensoriales para los parámetros sabor (incluidas las sensaciones trigeminales) y aroma, a partir del listado de descriptores propuesto por Bérodiér *et al.* (1997). Durante la evaluación de los quesos no se consideró el olor (vía orthonasal) ya que se consideró que los/as consumidores/as no utilizarían esta vía al evaluar las muestras. La generación de términos se realizó comparando los quesos por pares, es decir, el queso con DOP con el queso no-DOP de la misma región, en el siguiente orden: TRA TU/nDOP EM-FI, DOP CO/nDOP EM-FR, DOP ID/nDOP QD-SP, DOP PR/nDOP QD-IT. En primer lugar, para cada muestra debían indicar las sensaciones percibidas (términos) y sus intensidades (baja, media o alta). A

continuación, si había o no diferencias de intensidad entre las muestras para cada una de las sensaciones percibidas.

En la segunda sesión participaron los/as 16 evaluadores/as participantes en el estudio y se siguió el mismo procedimiento de evaluación que en la primera sesión. En base a los términos seleccionados en la primera sesión, para el desarrollo de la segunda sesión, se elaboró una lista de términos más reducida exclusivamente con términos de aroma. Así, solo fueron seleccionados los términos con una frecuencia de citación (FC)  $\geq 20\%$  o con una FC  $< 20\%$  pero con una CF  $\geq 40\%$  para cualquiera de las muestras evaluadas en la segunda sesión. Campo *et al.* (2010) utilizaron un criterio similar en un estudio de vinos Pinot Noir de la región de Burgundy (Francia). Los términos seleccionados fueron: "mantequilla fresca", "leche cocida", "leche acidificada", "vegetal", "verduras cocidas", "frutos secos", "caramelo", "quemado", "cuero", "caldo de carne", "cuajo" y "ácido butírico".

Respecto al sabor, los términos utilizados en la primera sesión ("dulce", "ácido", "salado", "amargo" y "sensación picante") se incluyeron directamente en la ficha por ser descriptores claramente percibidos por los/as evaluadores/as en las muestras de queso evaluadas y ser términos utilizados habitualmente en las fichas de evaluación sensorial de quesos. Tomando como referencia los términos de textura propuestos por Lavanchy *et al.* (1999) para quesos de oveja de pasta dura y semi-dura, en este estudio se seleccionaron la "dureza", "friabilidad", "solubilidad", "adherencia" y la "humedad en boca", como potenciales descriptores que discriminan las muestras.

Para facilitar la familiarización de los/as participantes con los descriptores sensoriales seleccionados y la metodología de evaluación, se definió cada término sensorial tal y como se recoge en Berodier *et al.* (1997) y Lavanchy *et al.* (1999) y se estableció un procedimiento de evaluación. La ficha de evaluación incluía escalas continuas de 10 cm para puntuar la intensidad de cada descriptor. En las escalas utilizadas, el valor 0 equivalía a "intensidad nula" y el valor 10 a "intensidad máxima".

Posteriormente, cada uno de los descriptores seleccionados fue asociado con una referencia de sabor, aroma y textura. Siempre que fue posible, se utilizaron sustancias citadas en la literatura y que se hubiesen asociado con el descriptor que se estuviera analizando (Berodier *et al.*, 1997, Lavanchy *et al.*, 1999, Perez-Elortondo *et al.*, 2007 y Ojeda *et al.*, 2015). Las referencias de textura eran alimentos de texturas diferentes que se sirvieron en el momento de la evaluación. Como se ha indicado anteriormente, las

referencias de sabor y aroma se prepararon sobre una base quesera para asemejar la percepción de las mismas lo más posible a la situación real de evaluación de las muestras de queso.

#### 4.4.2. Evaluación de las muestras.

Antes de la evaluación de las muestras, se realizó una sesión de dos horas de duración aproximadamente, durante la cual los/as evaluadores/as se familiarizaron con la ficha, la metodología de evaluación y las referencias sensoriales.

Las ocho muestras se evaluaron por triplicado a lo largo de tres sesiones de 60 minutos de duración cada una programadas en un período de dos semanas, justo después de las pruebas realizadas con los/as consumidores/as. En cada ensayo participaron los/as 16 evaluadores/as. A modo de calibración del panel, antes de comenzar la evaluación sensorial, los/as evaluadores/as evaluaron en las cabinas una muestra de queso similar a una de las muestras de ensayo. Posteriormente, en la sala de grupo se comentaron los resultados de manera abierta entre los/as evaluadores/as y el analista.

#### 4.5. Evaluación de la aceptabilidad y de la calidad sensorial percibida

En lo que concierne al **Estudio 2**, el experimento se llevó a cabo a lo largo de 14 sesiones de 45 minutos de duración cada una durante cuatro días de la misma semana. Estas pruebas tuvieron lugar una semana después de la evaluación sensorial realizada por los evaluadores/as entrenados/as de este estudio. En cada sesión las nueve muestras fueron evaluadas por un máximo de 16 consumidores/as. El estudio se diseñó de manera que los/as consumidores/as debían realizar una prueba y responder a tres cuestionarios. La prueba consistía en puntuar la aceptabilidad de las muestras en una escala continua de nueve puntos estructurada de la siguiente manera: 1 "me disgusta muchísimo", 2 "me disgusta mucho", 3 "me disgusta bastante", 4 "me disgusta ligeramente", 5 "ni me gusta ni me disgusta", 6 "me gusta ligeramente", 7 "me gusta bastante", 8 "me gusta mucho", 9 "me gusta muchísimo". A los/as participantes se les permitió probar cada muestra tantas veces como desearan, aunque se les recomendó que no las probaran muchas veces para evitar fatiga. En el primer cuestionario, los/as consumidores/as debían indicar el nivel de conocimiento de queso que consideraban que ellos/as tenían (conocimiento subjetivo) sobre una escala estructurada discontinua de siete puntos desde "conocimiento bajo" (en la



parte izquierda) a “conocimiento alto” (en la parte derecha). Para el tratamiento de los datos, una puntuación de  $\leq 2$  fue considerada como “conocimiento bajo”, entre 3 y 5 (inclusive) “conocimiento medio” y  $\geq 6$  “conocimiento alto”. A continuación, con la finalidad de evaluar el conocimiento objetivo de los/as participantes, estos/as tuvieron que rellenar un cuestionario que incluía diez preguntas tipo test sobre aspectos culturales y técnicos de queso. Sobre un total de 100 puntos cada respuesta correcta fue valorada con 10 puntos, de manera que 0-29 puntos se consideró “conocimiento muy bajo”, entre 30 y 49 (inclusive) “conocimiento bajo” y  $\geq 50$  “conocimiento medio-alto”. Finalmente, el tercer cuestionario consistió en una encuesta sobre características sociodemográficas y hábitos de consumo de queso.

En el **Estudio 3**, se programó un período de tres semanas para realizar el experimento. En cada ciudad, los quesos fueron evaluados en sesiones diferentes durante una misma semana. El estudio consistió en dos pruebas, en la primera los/as consumidores/as puntuaron la aceptabilidad y en la segunda categorizaron la CSP. Se estableció un tiempo de espera de 10 minutos entre la realización de la primera prueba y la segunda. El número de sesiones necesarias para completar el experimento fue diferente (entre seis y diez) en función de la capacidad de cada centro. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 45 minutos. En la prueba de aceptabilidad, los/as consumidores/as otorgaron la puntuación a las muestras en una escala continua de 10 cm desde 0 “no me gusta nada” a 10 “me gusta muchísimo”. En la segunda prueba se les pidió que agruparan las muestras de acuerdo a la percepción de la calidad sensorial global atendiendo a cinco categorías de calidad: 1 “muy baja”, 2 “baja”, 3 “media”, 4 “alta” y 5 “muy alta”. En las dos pruebas los/as participantes pudieron probar cada muestra tantas veces como desearan, aunque se les recomendó que no las probaran muchas veces para evitar fatiga.

## 5. Tratamiento de datos

Los datos se analizaron con Excel 2007 (Microsoft, Redmond, EEUU), XLSTAT 2011 (Addinsoft, Paris, Francia) y IBM® SPSS® Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, USA).

### 5.1. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal

En el **Estudio 1**, para visualizar las diferencias entre los dos métodos en cuanto a la asignación de las puntuaciones de calidad en la escala (de 1 a 7) por los/as evaluadores/as entrenados/as en cada uno de los ocho parámetros se realizó un análisis simple de correspondencias (AC). Previamente a este análisis, se preparó una tabla de contingencia mostrando para cada método los parámetros en columnas y las puntuaciones de calidad en filas. La información de cada fila se calculó como el sumatorio del número de veces que cada puntuación de calidad fue citada por los/as evaluadores/as entrenados/as.

A partir de los datos de esta tabla, se aplicó el test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) en cada parámetro con el fin de determinar diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la distribución de las puntuaciones de calidad entre los dos métodos. A continuación, para conocer si en cada método las citaciones observadas en cada puntuación de calidad eran significativamente ( $p \leq 0,05$ ) mayores o menores a las citaciones esperadas de una distribución al azar, se realizó la prueba exacta de Fisher para cada parámetro.

La dispersión o concordancia del panel en puntuaciones para cada uno de los ocho parámetros evaluados durante M1 (años 2009 y 2010) y M2 (años 2011 y 2012) se determinó con la desviación estándar (DST) y el promedio de la desviación estándar (PDST). En primer lugar, cada año, en cada sesión se calculó el valor de la DST para cada parámetro y muestra, como indicador de la concordancia del panel. Atendiendo a Pérez-Elortondo *et al.* (2007), para considerar que el panel es concordante en un determinado parámetro de una muestra, el valor de la DST tiene que ser igual o inferior a una unidad en la escala de 1 a 7 (rango de medida 6) utilizada. A partir de esta información, se determinó para cada año en cada parámetro, el porcentaje de muestras (sobre el total de muestras evaluadas cada año) que presentaban un valor de DST superior a una unidad y el PDST, calculado como el promedio de la DST de todas las muestras evaluadas cada año.

En el **Estudio 2**, la calidad sensorial global (CSG) por muestra, sesión y evaluador/a se calculó aplicando la siguiente fórmula (según el criterio del CRDOP Idiazabal descrito por Pérez Villareal *et al.* (1995)):  $CSG = \text{olor} \times 0,20 + \text{textura} \times 0,25 + \text{sabor-aroma-sensaciones trigeminales} \times 0,35 + \text{persistencia} \times 0,20$ .

Para estudiar posibles diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las muestras en cada uno de los cuatro parámetros y en la CSG, se llevaron a cabo diferentes análisis. Los datos procedentes de los parámetros sensoriales no seguían una distribución normal, por lo que se aplicó el test de Kruskal-Wallis con el test de Dunn asociado a la corrección de Bonferroni para estudiar diferencias estadísticamente significativas entre pares de muestras (para 36 comparaciones [nueve muestras comparadas entre sí] al 5% de significación; diferencias estadísticamente significativas a valores de  $p \leq 0,0014$ ). Por el contrario, los datos de la CSG seguían una distribución normal, por lo que se aplicó un ANOVA de tres vías, considerando en el modelo el producto (el queso), el evaluador y la sesión como factores fijos y todas las interacciones de primer orden. Para estudiar diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre pares de muestras se realizó el test *honest significant difference* (HSD) de Tukey.

## 5.2. Descripción sensorial

En el **Estudio 2**, para estudiar las características sensoriales que condicionan la aceptabilidad de los/as consumidores/as, se consideró la FC de cada una de las características sensoriales. La FC se calculó como el número de veces (en porcentaje) que cada característica fue citada para cada muestra entre el número de veces que podría haber sido citada (ocho evaluadores/as x dos sesiones = 16 veces). Las posibles diferencias entre los quesos para cada una de las características sensoriales se analizaron mediante el test Q de Cochran. En este análisis, solamente se consideraron las características que presentaron una FC  $\geq 15\%$  en el sumatorio de todas las muestras, o las que presentaron una FC  $\geq 25\%$  en alguna de las muestras. Para visualizar las diferencias significativas se realizó un AC. Previamente, se preparó una tabla de contingencia que mostraba las muestras en filas y las características sensoriales en columnas. Posteriormente, se modelizó el promedio de aceptabilidad de cada muestra para cada grupo de consumidores/as frente a las coordenadas de los productos obtenidas en las dos primeras dimensiones del AC. Para ello se analizaron tanto el modelo lineal como el modelo circular utilizando un mapa de preferencias externo. Con el fin de encontrar el mejor modelo se utilizó un test F-ratio con un nivel de significación del 25%.

En el **Estudio 3**, para conocer si los términos sensoriales diferenciarían los quesos europeos entre sí ( $p \leq 0,05$ ), se realizó un ANOVA de tres vías con los datos procedentes de la descripción sensorial del panel considerando el producto, el evaluador y la sesión como factores fijos teniendo en cuenta todas las interacciones de primer orden. También se realizó el test HSD de Tukey para analizar posibles diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los quesos para cada uno de los descriptores sensoriales. Posteriormente, se realizó análisis de componentes principales (ACP) sobre los valores medios de los descriptores discriminantes, incluyendo los valores medios de CSP de los/as consumidores/as de cada origen como variables suplementarias. Finalmente, se realizó un análisis de clasificación ascendente jerárquica (CAJ) utilizando el método de aglomeración de Ward y, como tipo de proximidad, la distancia euclídea. En este cálculo, se consideraron todas las dimensiones resultantes del análisis ACP.

### 5.3. Evaluación de la aceptabilidad y de la CSP

En lo que respecta al **Estudio 2**, se llevó a cabo un ANOVA de dos vías sobre los datos individuales de aceptabilidad, considerando en el modelo el producto como factor fijo y el consumidor como factor aleatorio. Posteriormente se realizó el test HSD de Tukey para estudiar diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las muestras. Para conocer si cada consumidor coincidía con el panel, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) considerando las puntuaciones individuales de aceptabilidad y de CSG. A partir del valor de este coeficiente ( $r \geq 0,7$  correlación alta,  $0,4 \leq r < 0,7$  correlación media,  $r < 0,4$  correlación baja) y de su signo (positivo o negativo) los consumidores fueron agrupados en seis grupos. Al objeto de visualizar las preferencias de estos grupos de consumidores para cada una de las nueve muestras en un espacio bidimensional, se realizó un mapa de preferencias interno sobre los datos individuales de aceptabilidad.

Por último, se aplicó el test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con la corrección de Yate al objeto de encontrar para cada característica sociodemográfica considerada en los cuatro cuestionarios (conocimiento subjetivo, conocimiento objetivo, características sociodemográficas y hábitos de consumo) diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los individuos de un mismo grupo de consumidores/as y entre los individuos de todos los grupos de consumidores. Este test se calculó con el calculador interactivo <http://quantpsy.org> (Preacher, 2001).

En el **Estudio 3**, para conocer la influencia del origen del consumidor, del origen del queso y el efecto DOP/no-DOP sobre la CSP, con los datos de CSP de los/as consumidores/as de las cuatro regiones se realizó un ANOVA de cuatro vías ( $p \leq 0,05$ ) de acuerdo al siguiente modelo:  $Y = \mu + \text{origen del queso} + \text{DOP/no-DOP} + \text{consumidor}(\text{origen del consumidor}) + \text{origen del consumidor} + \text{origen del queso} * \text{consumidor}(\text{origen del consumidor}) + \text{origen del queso} * \text{origen del consumidor} + \text{origen del queso} * \text{DOP/no-DOP} + \text{consumidor}(\text{origen del consumidor}) * \text{DOP/no-DOP} + \text{origen del consumidor} * \text{DOP/no-DOP} + \text{origen del queso} * \text{origen del consumidor} * \text{DOP/no-DOP} + \text{error}$ .

En este modelo, el "origen del queso", el "origen del consumidor" y "DOP/no-DOP" se consideraron factores fijos mientras que el "consumidor" fue considerado como factor aleatorio. Asimismo, se realizó el test HSD de Tukey para estudiar diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los pares de muestras.

Para la interacción de primer orden origen del queso\*origen del consumidor, en cada "origen del consumidor" se calculó la prueba T de muestras emparejadas con la corrección de Bonferroni sobre los datos de CSP para determinar diferencias estadísticamente significativas (para 16 comparaciones [cuatro orígenes de queso x cuatro regiones] al 5% de significación; diferencias estadísticamente significativas a valores de  $p \leq 0,003$ ) entre el queso local y el queso no local. Asimismo, se aplicó el test de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ) sobre los datos de CSP (con el test de Dunn asociado a la corrección de Bonferroni) en cada "origen del consumidor" para estudiar diferencias estadísticamente significativas entre pares de muestras (para seis comparaciones [cuatro orígenes de queso comparados entre sí] al 5% de significación; diferencias estadísticamente significativas a valores de  $p \leq 0,0083$ ).

Respecto a la interacción de primer orden origen del consumidor\*DOP/no-DOP, se llevó a cabo la prueba T de muestras emparejadas con la corrección de Bonferroni (para ocho comparaciones [cuatro orígenes de queso x dos tipos de queso] al 5% de significación; diferencias estadísticamente significativas a valores de  $p \leq 0,006$ ) sobre los datos de CSP en cada "origen del consumidor" para determinar diferencias estadísticamente significativas entre el conjunto de quesos con DOP y el conjunto de quesos no-DOP.

Por último, para la interacción de segundo orden origen del queso\*origen del consumidor\*DOP/no-DOP, se aplicó la prueba T de muestras emparejadas con la corrección de Bonferroni (para ocho comparaciones [cuatro orígenes de queso x dos tipos de queso] al 5% de significación; diferencias estadísticamente significativas a valores de  $p \leq 0,006$ ) en cada "origen del consumidor" sobre los datos de CSP para estudiar diferencias estadísticamente significativas entre quesos con DOP locales y no locales y los quesos no-DOP.

La corrección de Bonferroni aplicada a la prueba T de muestras emparejadas se calculó manualmente con la fórmula siguiente: diferencias significativas a valores  $p \leq (5\% \text{ level} / \text{número de comparaciones})$ .

Para conocer en qué medida la aceptabilidad influye en la CSP, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman ( $r$ ) considerando las puntuaciones individuales de aceptabilidad y de PCS de todos/as los/as consumidores/as en el conjunto de las ocho muestras y de forma separada para los quesos con DOP y para los quesos no-DOP. Posteriormente, este coeficiente se calculó en cada origen del consumidor en el conjunto de las ocho muestras, de manera separada para los quesos con DOP y los quesos no-DOP, así como para cada uno de los quesos. A partir del valor de este coeficiente, se consideraron tres tipos de correlación (alta:  $r \geq 0,7$ ; media:  $0,4 \leq r < 0,7$ ; baja:  $r < 0,4$ ).

# **Capítulo V**

## Resultados y discusión

---





En los apartados siguientes se describen y se discuten los resultados obtenidos en esta tesis.

## **1. Estudio 1**

### **1.1. Control de la calidad sensorial del queso DOP Idiazabal**

#### *1.1.1. Adaptación del método*

##### *1.1.1.1. Parámetros y características sensoriales*

El trabajo de adaptación del método de control de la calidad sensorial oficial del queso DOP Idiazabal comenzó con la revisión de las características sensoriales (adecuadas, no del todo adecuadas [CNTA] y defectuosas) de los ocho parámetros sensoriales. Las principales diferencias entre M1 y M2 con respecto a los parámetros y características sensoriales se resumen en la Tabla 7.

Las especificaciones sensoriales del nuevo pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal incluían un cambio de denominación de dos parámetros: sabor y regusto. El parámetro "sabor" pasó a denominarse "sabor-aroma-sensaciones trigeminales" (SAST), también denominado "flavor" o "sensación olfato-gustativa" según la norma UNE-EN ISO 5492 (UNE, 2010b). El parámetro "regusto", definido en M1 como las sensaciones olfato-gustativas percibidas tras eliminar el queso de la boca, fue sustituido por el parámetro "persistencia", entendido como el recuerdo global de los aromas, sabores y sensaciones trigeminales característicos del queso DOP Idiazabal. Esta decisión se tomó en base a la experiencia del laboratorio en el desarrollo de otros métodos en los que la persistencia se incluye como un parámetro más para el control de la calidad sensorial de productos tradicionales, como es el caso del vino tinto joven de Rioja Alavesa (Etaio *et al.*, 2010b). En el caso particular del queso, las fichas de evaluación sensorial no siempre tienen en cuenta este parámetro. La guía para la evaluación olfato-gustativa de los quesos de pasta dura o semidura (Bérodier *et al.*, 1997) sí que considera la persistencia global, definiéndola como la permanencia olfato-gustativa similar o próxima a la percibida cuando el producto estaba en la boca y cuya duración puede medirse.

El nuevo pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal también incluía modificaciones en cuanto a las características sensoriales óptimas de conformidad de cada uno de los ocho parámetros sensoriales, por lo que fue necesario eliminar, reconsiderar o renombrar algunas de estas características.

Para posibilitar una descripción sensorial más detallada del producto, en M2 se revisaron las características sensoriales de cada parámetro, clasificadas en las tres categorías siguientes:

- *Característica adecuada*: situación sensorial óptima de conformidad recogida en el pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal.
- *Característica no del todo adecuada*: situación sensorial que no cumple totalmente con las características recogidas en el pliego de condiciones del producto, pero sin llegar a ser un defecto.
- *Característica defectuosa o defecto*: presencia de una cualidad anómala en el queso DOP Idiazabal y/o exceso de determinadas características propias del queso DOP Idiazabal.

En M2, las características adecuadas de todos los parámetros, excepto las de los parámetros persistencia y ojos porque presentaban ciertas particularidades explicadas más adelante, coincidían con la descripción incluida en el pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal.

Los principales cambios introducidos en M2 responden sobre todo a la descripción de las intensidades de las CNTA, no incluidas en M1, y de los defectos. En este sentido, las características no óptimas, pero no anómalas que podrían aparecer en el queso fueron revisadas y categorizadas como CNTA o defectos según su intensidad (por ejemplo, en corteza, "pintura"/"exceso de pintura"; en textura, "seca"/"muy seca"). Asimismo, se incorporaron nuevos defectos no incluidos en M1 (por ejemplo, en forma, "no cilíndrico"; en olor y SAST, "quemado").

**Tabla 7.** Principales diferencias entre M1 y M2 con respecto a los parámetros y las características sensoriales.

	M1 <sup>a</sup>	M2 <sup>a</sup>
Parámetros sensoriales	Forma, corteza, color de pasta, ojos, olor, sabor, textura, <b>regusto.</b>	Forma, corteza, color de pasta, ojos, olor, <b>sabor-aroma-sensaciones-trigeminales, persistencia.</b>
FORMA	Características óptimas: cilíndrica, proporcionada (altura: 8-12 cm y diámetro: 10-30 cm), caras sensiblemente planas, talones ligeramente convexos, bordes redondeados en quesos pequeños y con arista viva en los de mayor tamaño	Características adecuadas: cilíndrica, caras planas, talones ligeramente convexos, bordes uniformes (redondeados o con arista viva)
		CNTA: <b>ligeramente no cilíndrico, cara superior ligeramente abombada, cara inferior ligeramente abombada, cara superior ligeramente hundida, cara inferior ligeramente hundida, talones medianamente convexos, talones rectos, bordes no uniformes entre las dos caras, bordes no uniformes en una de las caras, una de las caras ligeramente inclinada</b>
	Defectos: bajo, abombado, hundido, convexo, inclinado	Defectos: <b>no cilíndrico, abombado, hundido, talones excesivamente convexos, inclinado</b>
	Características óptimas: dura, lisa y sin marcas de agentes extraños, ausencia o ligeras marcas de bandeja en las caras, con ligeras señales de los paños utilizados, color homogéneo, desde el amarillo pálido o el gris blanquecino hasta un pardo oscuro	Características adecuadas: dura, lisa y sin agentes extraños, ausencia o ligeras marcas de bandeja en las caras, ligeras señales de los paños utilizados, color homogéneo (desde el amarillo pálido o el gris blanquecino hasta un pardo oscuro en el caso de los quesos ahumados)
CORTEZA	Defectos: sin desarrollar, agentes extraños, marcas de bandeja, coloraciones, pintura, grietas, moho interno, sucio	CNTA: <b>no totalmente desarrollada, no totalmente lisa / superficie ligeramente irregular, agentes extraños<sup>cd</sup>, paños excesivamente marcados, ausencia de señales de paños, marcas de bandeja medianamente marcadas, color no del todo homogéneo<sup>de</sup>, pintura</b>
		Defectos: <b>sin desarrollar, superficie excesivamente irregular, agentes extraños<sup>cd</sup>, marcas de bandeja excesivamente marcadas, color no homogéneo evidente<sup>de</sup>, exceso de pintura, grietas</b>
	Características óptimas: homogéneo, variable (de marfil a amarillo pajizo), mate, cerco estrecho y ligeramente oscuro	Características adecuadas: homogéneo, marfil a amarillo pajizo, cerco estrecho y ligeramente oscuro
COLOR DE PASTA	Defectos: color irregular, blanca, oscura, exceso de cerco, moho, cristales	CNTA: <b>no totalmente homogéneo<sup>df</sup>, ligeramente blanca, ligeramente oscura, cerco marcado, cerco oscuro</b>
		Defectos: <b>no homogéneo evidente<sup>df</sup>, muy blanca, muy oscura, cerco muy marcado, moho</b>

Tabla 7. (Continuación).

	M1 <sup>a</sup>	M2 <sup>a</sup>
OJOS	<p>Características óptimas: ausencia o no muy numerosos, repartidos al azar, forma irregular en su mayoría, inferiores a un grano de arroz, ausencia de grietas</p> <p>Defectos: grietas, cavernas, ojos redondos, numerosos ojos irregulares mal distribuidos</p>	<p>Características adecuadas: ausencia de grietas, ausencia de cavernas, ausencia de ojos redondos, ojos irregulares de tamaño inferior a un grano de arroz "corto", no muy numerosos y repartidos al azar</p> <p>CNTA: queso ciego, algunas grietas cortas, algunas cavernas pequeñas, algunos ojos redondos pequeños, ojos irregulares numerosos, ojos irregulares mal distribuidos, ausencia de ojos irregulares</p> <p>Defectos: numerosas grietas cortas, grietas largas, numerosas cavernas pequeñas, cavernas grandes, numerosos ojos redondos pequeños, ojos grandes, ojos irregulares muy numerosos</p>
OLOR	<p>Características óptimas: característico, intenso a leche de oveja evolucionada, penetrante y limpio, picante débil, ácido variable (l. nula a media), dulce variable (l. nula a débil), a humo<sup>b</sup> (l. media), ausencia de olores extraños</p>	<p>Características adecuadas: intensidad de olor (media a alta), lácteo, cuajo natural, torrefacto (l. débil a media), humo<sup>b</sup> (l. débil a media)</p> <p>CNTA: Intensidad débil de olor, ausencia de lácteo, lácteo acidificado en exceso, ausencia de cuajo, ausencia de torrefacto, torrefacto (l. alta), humo<sup>b</sup> (l. alta), rancio/butírico (l. débil a media)</p> <p>Defectos: ácido acético + vinagre, animal (cuadra + fecal + pútrido), rancio (rancio + butírico)</p>
TEXTURA	<p>Características óptimas: elasticidad (l. media), firmeza (l. media) y granulosis (l. media).</p> <p>Defectos: plástica (plástica + elástica), blanda, grumosa, arenosa, pastosa, seca</p>	<p>Características adecuadas: elasticidad (l. débil a media), firmeza (l. media a alta), granulosis (l. débil a media)</p> <p>CNTA: elasticidad (l. alta), no se deforma, blanda, muy dura, grumosa, cristales pequeños, adherente, seca</p> <p>Defectos: elasticidad (l. muy alta), se deforma y no recupera/ se desmenuza, arenosa, cristales grandes, muy adherente, muy seca</p>

Tabla 7. (Continuación).

M1 <sup>a</sup>	M2 <sup>a</sup>
<p>Características óptimas: característico, equilibrado e intenso a leche de oveja madurada, con algo de sabor a cuajo natural, limpio y consistente, humo<sup>b</sup> (l. media a débil). Sabor dulce (l. muy débil a media), sabor ácido (l. muy débil a media), sabor salado (l. media), ausencia de sabor amargo, sensación picante (l. débil).</p>	<p>Características adecuadas: intensidad de aroma (media a alta), lácteo, cuajo natural, torrefacto (l. débil a media), humo<sup>b</sup> (l. débil a media). Sabor dulce (l. nula a débil), sabor ácido (l. débil a media), sabor salado (l. media), ausencia de sabor amargo, sensación picante (l. débil a media)</p>
<p>TRIGEMINALES SABOR-AROMA-SENSACIONES</p>	<p>CNTA: Intensidad débil de aroma, ausencia de lácteo, ausencia de cuajo, ausencia de torrefacto, torrefacto ( l. alta), humo<sup>b</sup> (l. alta), rancio/butírico (l. débil a media). Sabor dulce (l. media), sabor ácido (l. alta), sabor salado (l. alta), sabor amargo (l. débil), ausencia de sensación picante, sensación picante (l. alta)</p>
<p>Defectos: vinagre, animal (cuadra+fecal+pútrido), rancio (rancio+butírico), sabor ácido (en exceso), sabor salado (en exceso), sabor amargo, sensación picante (en exceso).</p>	<p>Defectos: apenas se percibe aroma, torrefacto (l. muy alta), ausencia de humo<sup>b</sup>, humo<sup>b</sup> (l. muy alta), rancio-butírico (l. alta a muy alta), quemado, vinagre, animal. Sabor ácido (l. muy alta), sabor salado (l. muy alta), sabor amargo (l. media a alta), sensación picante (l. muy alta)</p>
<p>Características óptimas: continuidad del sabor característico, persistente, pronunciado</p>	<p>Características adecuadas: ≥ 8 segundos</p>
<p>PERSISTENCIA</p>	<p>CNTA: &lt; 8 segundos. Torrefacto ( l. alta), humo<sup>b</sup> (l. alta), rancio/butírico (l. débil a media). Sabor dulce (l. media), sabor ácido (l. alta), sabor salado (l. alta), sabor amargo (l. débil), sensación picante (l. alta)</p> <p>Defectos: apenas se percibe aroma, torrefacto (l. muy alta), humo<sup>b</sup> (l. muy alta), rancio-butírico (l. alta a muy alta), quemado, vinagre, animal. Sabor ácido (l. muy alta), sabor salado (l. muy alta), sabor amargo (l. media a alta), sensación picante (l. muy alta)</p>

l: intensidad.

<sup>a</sup> en azul, situaciones óptimas/características y/o intensidades consideradas en un método pero no en el otro.  
<sup>b</sup> en el caso de quesos ahumados.

<sup>c</sup> puntos negros, suciedad, moño negro en grietas/pliegues.

<sup>d</sup> CNTA: poco número y/o ligeramente extenso/a y/o evidente. DEFECTO: muy numerosos/as y/o extensos/as y/o evidentes.

<sup>e</sup> amarmolado, marcas de agua, coloraciones (naranjas, amarillas, rojas, etc), moño interno.

<sup>f</sup> cristales, desuerado, otras coloraciones.

En el parámetro **forma** se eliminó la característica relativa a las dimensiones del queso ("altura mínima de 8 a 12 cm y diámetro de 10 a 30 cm") ya que la evaluación de la altura y el diámetro se puede realizar mediante medición física de forma más sencilla y precisa que de forma sensorial. De este modo, se acordó con el CRDOP Idiazabal que los quesos destinados al control sensorial oficial que llegaban al laboratorio debían cumplir con esas dimensiones.

En relación al parámetro **ojos**, como la "ausencia de grietas" era una característica adecuada que se seguiría considerando, se decidió incluir como características adecuadas la "ausencia de cavernas" y la "ausencia de ojos redondos". El nuevo pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal señalaba que el queso debía tener ojos irregulares, por lo que la "ausencia de ojos irregulares", en M1 identificado como "queso ciego", pasaría a considerarse una CNTA, en lugar de una característica adecuada.

En **olor** y **SAST** los términos "intenso" y "penetrante" se interpretaron como una intensidad global alta de los olores y aromas característicos del queso DOP Idiazabal ("lácteo", "cuajo natural", "torrefacto" y "humo" - en el caso de los quesos ahumados -). La evaluación de la "intensidad global" no se consideraba en M1.

Con respecto a los **sabores básicos** "ácido", "salado", "amargo" y la sensación "picante", en M1 un exceso de sabor "ácido", de sabor "salado" o de sensación "picante" en el queso se identificaba como un defecto. En el caso del sabor "amargo" no estaba definida la intensidad del defecto ya que se entendía que la simple percepción de amargor constituía un defecto. En base a esto, en M2, únicamente una intensidad media a alta de sabor "amargo" se identificaría como característica defectuosa.

En relación a la **textura**, se eliminó el defecto textura "plástica" ya que durante las temporadas que se utilizó M1 este defecto era muy poco frecuente. El defecto textura "elástica" sería redefinido como "elasticidad muy alta". Otro defecto incluido en relación a la textura fue "se deforma y no recupera/se desmenuza", ya que, en ocasiones, al ejercer presión con el dedo pulgar sobre la porción de queso para evaluar la elasticidad éste no se deforma o se deshace en pequeñas porciones. Se añadió la presencia de "cristales grandes" como un nuevo defecto, ya que en los quesos más maduros no era extraño percibir en la boca cristales de diferentes tamaños. Asimismo, "blanda" y "seca" se desdoblaron en dos categorías de diferente intensidad: CNTA ("blanda" y "seca") y defecto ("muy blanda" y "muy seca"). En el caso de la textura "pastosa", este término definido en M1 como sensación de adherencia del queso a las

superficies de la boca, se desdobló en dos categorías: CNTA (“adherente”) y defecto (“muy adherente”).

Para puntuar de manera más detallada el parámetro **persistencia** se decidió cuantificar el tiempo que dura el recuerdo global de los aromas y de los SAST característicos del queso DOP Idiazabal. La duración óptima de este recuerdo global debía ser “mayor o igual a ocho segundos”. Una duración inferior sería considerada como CNTA (“entre tres y ocho segundos”) o incluso como defecto en el caso de que la permanencia de los aromas característicos fuera muy baja o incluso inexistente (“menor a tres segundos”). Asimismo, se consideró que la posible presencia de CNTA y defectos conllevara una puntuación menor.

Todas las características sensoriales definidas (adecuadas, CNTA y defectos) en cada parámetro se incluyeron en una nueva ficha de evaluación. Por otro lado, la adaptación metodológica supuso también adecuar las referencias sensoriales, los criterios de puntuación, el procedimiento de evaluación y el informe de análisis.

#### *1.1.1.2. Referencias sensoriales*

Las referencias sensoriales constituyen una herramienta útil para unificar criterios durante el desarrollo de un método de análisis sensorial y durante el proceso de formación de evaluadores/as, ya que facilita la familiarización con las características sensoriales del producto. Asimismo, una vez puesto a punto un método de análisis sensorial, es recomendable la presentación de referencias sensoriales como paso previo a las sesiones de ensayo para recordar las características sensoriales en las muestras y mejorar la actuación de los participantes en el desarrollo de las evaluaciones sensoriales.

Las referencias sensoriales se desarrollaron a lo largo de las sesiones de adaptación del método con los expertos. Se definieron referencias de olor que se utilizaron tanto para el entrenamiento de olor como de aroma.

Como se describe en Pérez-Elortondo *et al.* (2007), en M1, para las características de olor/aroma, sabor y para la sensación “picante”, se disponía de referencias cualitativas o cuantitativas representativas de las características adecuadas y de las características defectuosas. En M2, se modificó la concentración de las referencias para adaptarlas a las intensidades definidas en las nuevas características sensoriales. Para los

descriptores olor/aroma "torrefacto", olor/aroma "humo", se elaboraron referencias con intensidades representativas de las tres categorías de características sensoriales (adecuadas, CNTA y defectos). En los sabores "ácido", "amargo", "salado" y en la sensación "picante" se diseñaron referencias para las intensidades de las CNTA y los defectos. En estos casos no se elaboró la referencia de la característica adecuada ya que la percepción de una intensidad por debajo de la intensidad de la CNTA, se identificaría como característica adecuada (a excepción de la CNTA ausencia de sensación "picante"). Sin embargo, para olor/aroma "lácteo", olor/aroma "cuajo natural", sabor "dulce" y en las características defectuosas olor/aroma "rancio-butírico", olor/aroma "vinagre" y olor/aroma "animal" solo se elaboró una referencia. Con respecto a olor/aroma "lácteo" y olor/aroma "cuajo natural" se trataba de disponer de una referencia que sirviera para identificar la característica sensorial en el queso. En los defectos, las referencias desarrolladas se correspondían con una intensidad en el punto 2 en la escala.

En el parámetro textura, en M2 cada característica sensorial (adecuada, CNTA y defecto) estuvo representada por diversos alimentos de diferentes texturas utilizados comúnmente como referencias en la evaluación de quesos de pasta dura y semidura (Lavanchy *et al.*, 1999).

En lo que respecta a la preparación de las referencias, en M1 las referencias de olor/aroma se preparaban diluyendo la sustancia química o el producto natural en agua y las de sabor mezclando la sustancia química o el producto natural con cuajada. En M2, se desarrollaron nuevas referencias sobre una base quesera diferente a la cuajada para que la percepción de cada característica fuera lo más cercana posible a la situación real durante la evaluación del queso (queso Edam triturado marca Milbona para las referencias de olor/aroma y queso fresco marca Angulo y yogur natural marca Danone para las de sabor). Para la preparación de estas referencias, se mantuvieron algunas sustancias químicas o productos naturales utilizados en la preparación de las referencias ya existentes en M1; es el caso de las referencias de olor/aroma "animal", olor/aroma "rancio-butírico", los sabores básicos, textura "arenosa", textura "grumosa", textura "muy blanda" y la presencia de cristales en boca. Para la preparación de las referencias de olor/aroma "lácteo", "cuajo natural", "torrefacto", "humo", "vinagre", "quemado", sensación "picante", así como para el resto de características de textura no señaladas anteriormente, se elaboraron referencias con sustancias químicas o productos naturales, hasta llegar a un consenso entre los expertos para definir la



referencia que mejor se asociaba con las características sensoriales percibidas en el queso.

En lo que respecta a las referencias de apariencia, en M1 se disponía de fotografías en formato papel como referencias representativas de las características óptimas y defectuosas (Pérez-Elortondo *et al.*, 2007). En M2, cada uno de los tres niveles de adecuación de las características de apariencia estuvo representado por varias fotografías digitales.

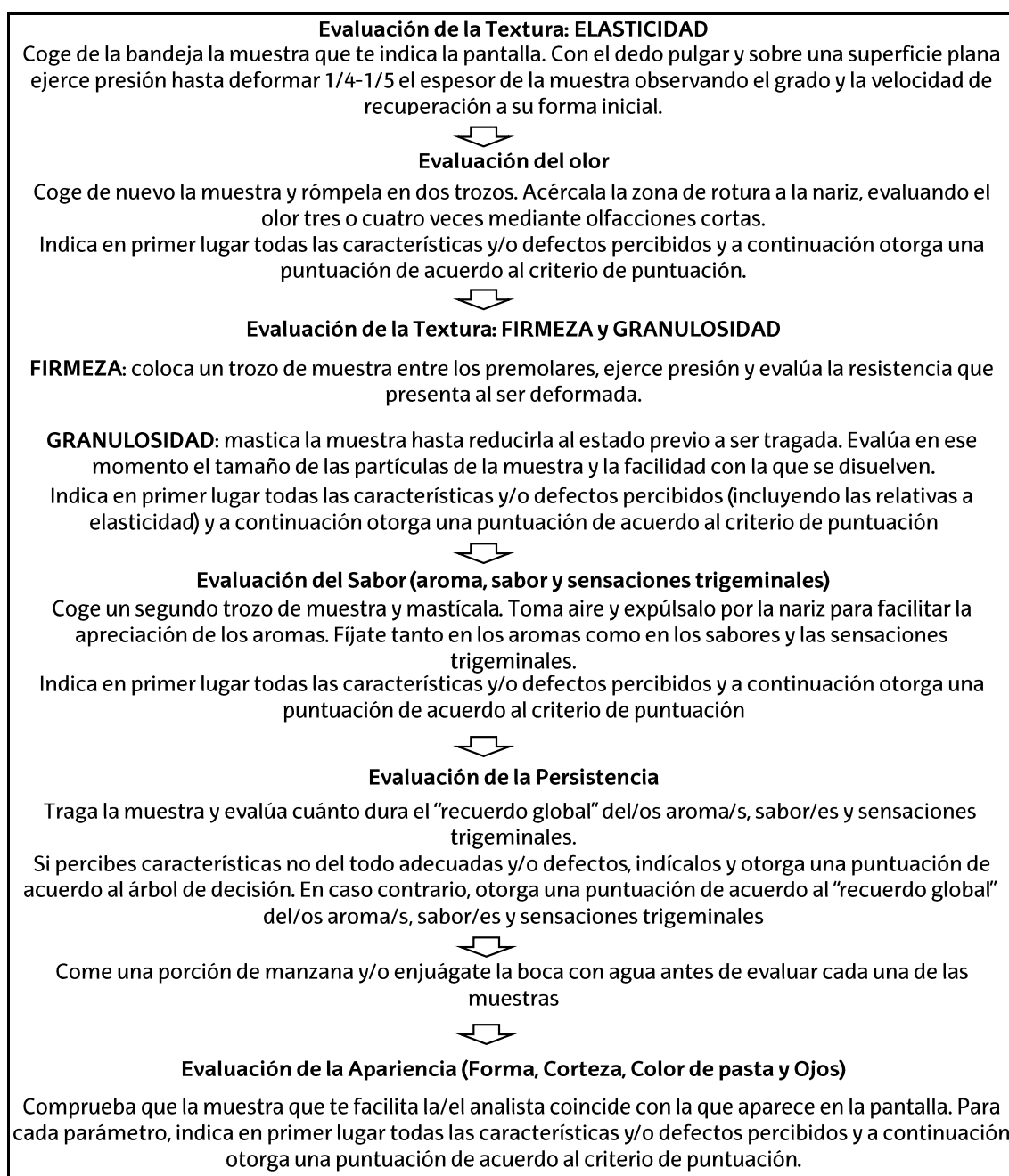
### 1.1.1.3. Escala y árboles de decisión

Al igual que en M1, en M2, para puntuar cada parámetro sensorial, se utilizó una escala discontinua de siete puntos en la cual 1 se corresponde con "calidad mínima" y 7 con "calidad máxima".

Con el propósito de objetivar las puntuaciones de calidad, minimizar la opinión y los gustos de los/as evaluador/es y hacer más comprensible el criterio de puntuación, se desarrollaron árboles de decisión, tomando como referencia la experiencia del laboratorio en el desarrollo de métodos en vino (Etaio *et al.*, 2010b). De este modo, en M2 los/as evaluadores/as debían señalar las características que percibían en el queso y, siguiendo los criterios recogidos en el árbol, asignar una puntuación al parámetro en cuestión. En base a los árboles de decisión desarrollados, la identificación en la muestra de uno o más defectos llevaba consigo una puntuación de 1, 2 o 3, según su intensidad (alta-muy alta, media o débil, respectivamente). La puntuación de calidad máxima 7 debía otorgarse a la muestra cuando estuvieran presentes todas las características adecuadas (en ausencia de CNTA o defectuosas). A diferencia de M1, en el caso de que el queso no tuviera la puntuación máxima pero tampoco presentara características defectuosas, la ficha de evaluación permitía registrar CNTA. En función de lo que se alejara la intensidad de cada una de ellas (mucho, bastante o ligeramente) de la intensidad de la característica adecuada correspondiente la puntuación a señalar sería de 4, 5 o 6, respectivamente.

### 1.1.1.4. Procedimiento de evaluación

Es importante establecer el orden y la manera de evaluar los parámetros sensoriales en el ensayo para asegurarse de que todos/as los/as evaluadores/as siguen el mismo procedimiento de análisis. En M2, a diferencia de M1, la elasticidad sería la primera característica a evaluar porque la evaluación de esta característica requiere disponer de la porción del queso entero (antes de romperlo por la mitad para oler en la zona de corte). El orden y el procedimiento de evaluación se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Procedimiento de evaluación sensorial de las muestras de queso DOP Idiazabal.

Una vez definidas las características sensoriales, la metodología, los criterios de puntuación y la ficha de evaluación, se elaboró una guía donde quedó recogida esta información para ser utilizada por los/as evaluadores/as.

#### *1.1.1.5. Informe de análisis*

El tratamiento de los datos procedentes del ensayo sensorial se llevó a cabo de la misma manera en M2 que en M1, siguiendo las indicaciones del procedimiento interno del laboratorio. Una vez finalizado el análisis, los resultados de cada muestra quedaron recogidos en un informe que cumplía las especificaciones de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Dicho informe constaba de dos partes. En la primera parte se incluía la puntuación media de cada parámetro. En la segunda se indicaba el porcentaje de citación de cada una de las características sensoriales. Mientras que en M1 el informe solo tenía en consideración la puntuación de calidad (grado de conformidad) y la presencia en la muestra de los posibles defectos, en M2, además de las características defectuosas, se incluyeron también las características adecuadas y las características no totalmente adecuadas.

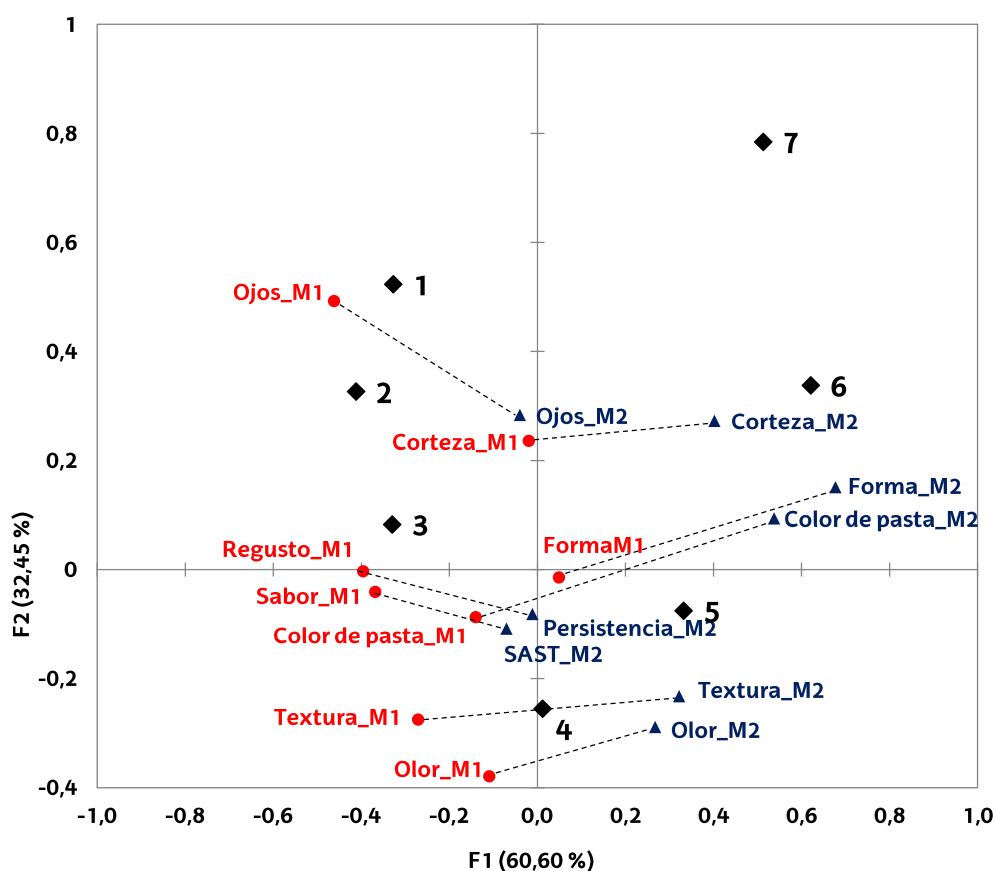
Posteriormente, el informe de análisis de cada muestra de queso sería enviado al CRDOP Idiazabal para la certificación del producto, en base a los límites de conformidad establecidos en el pliego de condiciones del queso DOP Idiazabal.

Los cambios introducidos en la nueva metodología han permitido proporcionar información descriptiva más detallada al CRDOP Idiazabal y a los/as elaboradores/as acerca de la calidad sensorial de este producto. Asimismo, a través de los años, permiten conocer si el queso DOP Idiazabal continúa manteniendo las características sensoriales esperadas y cuáles son los puntos débiles y fuertes de cada elaborador/a. Éste mayor grado de detalle en la definición de categorías de calidad podría ser utilizado por el CRDOP Idiazabal para establecer criterios que sirvan para distinguir en el mercado aquellos quesos de mayor calidad o características sensoriales específicas.

## 1.2. Utilización de la escala, discriminación entre muestras y dispersión de las puntuaciones

La adaptación del método llevaría consigo, previsiblemente, un uso más amplio de la escala, un aumento de la capacidad discriminante del método y una mayor dispersión de las puntuaciones.

Para visualizar las diferencias entre los dos métodos en cuanto a la asignación de las puntuaciones de calidad en la escala en cada uno de los ocho parámetros se aplicó un análisis simple de correspondencias (AC). Como muestra la Figura 4, las dos primeras dimensiones de este análisis explicaron el 93,05% de la variabilidad de los datos experimentales (F1 60,60% y F2 32,45%). Los resultados mostraron que en M1 la distribución de los parámetros sensoriales estuvo mayormente ligada a las puntuaciones bajas de calidad (1, 2, 3), mientras que, en M2, a las puntuaciones más altas (5, 6, 7).



**Figura 4.** Representación de la asignación de las puntuaciones de calidad en cada uno de los ocho parámetros en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencias tanto para M1 como para M2.

Los resultados procedentes del test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) aplicado a cada parámetro (Tabla 8) determinaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los dos métodos en la distribución de las puntuaciones de calidad para cada uno de los ocho parámetros. En cada parámetro el número de citas de cada puntuación de calidad dependía del método aplicado.

**Tabla 8.** Tabla de contingencia con el número de citas de cada puntuación de calidad con M1 y con M2. Resultados del test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) y de la prueba exacta de Fisher.

Parámetro y método	Número de citas <sup>a</sup>							Valores de $\chi^2$ y p
	1	2	3	4	5	6	7	
Forma M1	33	278	1795	1574	1315	509	68	$\chi^2 = 944,3$ ( $p \leq 0,001$ )
Forma M2	16	84	580	1150	1607	898	243	
Corteza M1	95	416	2040	1151	1097	614	159	$\chi^2 = 416,5$ ( $p \leq 0,001$ )
Corteza M2	60	237	951	1087	1213	744	286	
Color de Pasta M1	49	237	2174	1657	1172	242	41	$\chi^2 = 1201,1$ ( $p \leq 0,001$ )
Color de Pasta M2	14	116	691	1324	1468	693	272	
Ojos M1	141	810	2742	932	367	242	338	$\chi^2 = 636,9$ ( $p \leq 0,001$ )
Ojos M2	98	434	1557	1050	762	496	181	
Olor M1	15	212	1618	2606	1023	96	2	$\chi^2 = 563,2$ ( $p \leq 0,001$ )
Olor M2	20	123	789	1896	1353	342	55	
Textura M1	5	214	2224	2231	851	47	0	$\chi^2 = 1230,0$ ( $p \leq 0,001$ )
Textura M2	13	124	728	1853	1363	385	112	
Sabor M1	60	521	2383	1675	825	106	2	$\chi^2 = 320,5$ ( $p \leq 0,001$ )
SAST M2	62	367	1325	1586	968	252	18	
Regusto M1	87	613	2335	1665	758	112	2	$\chi^2 = 495,6$ ( $p \leq 0,001$ )
Persistencia M2	73	306	1268	1629	929	308	65	

<sup>a</sup> Prueba exacta de Fisher. En negro: citas observadas significativamente más altas ( $p \leq 0,05$ ) que las citas esperadas de una distribución al azar; en azul: citas observadas significativamente más bajas ( $p \leq 0,05$ ) que las citas esperadas de una distribución al azar; en verde: citas observadas no significativas ( $p > 0,05$ ).

En relación a la prueba exacta de Fisher (Tabla 8), se observó que en el caso de la puntuación 1, en M2, el único parámetro con un número de citas observadas significativamente ( $p \leq 0,05$ ) mayores a las esperadas fue la textura. Apenas hubo diferencias entre los dos métodos en cuanto a la puntuación 1 debido posiblemente a que, independientemente del método, en los quesos donde la intensidad del defecto era muy alta y, por lo tanto, muy evidente, la puntuación a otorgar por los/as evaluadores/as era claramente de 1. Las citas observadas de las puntuaciones 2 y 3 en M1 fueron significativamente mayores que las citas esperadas de una distribución al azar. Con respecto a la puntuación 4, dependiendo del parámetro se observaron citas significativamente mayores a las esperadas en un método u otro. En todos los parámetros, las puntuaciones 5, 6 y 7 fueron significativamente mayores que los valores esperados en M2 (a excepción de la puntuación 7 en el parámetro ojos). Cabe señalar que, en el caso del parámetro ojos, el número de

citaciones observadas en la puntuación 7 en M1 fue significativamente más alta que los valores esperados y significativamente más baja en M2. Estas diferencias probablemente fueron consecuencia de que en M1 un queso "ciego" recibía una puntuación de 7 mientras que en M2 la puntuación máxima para estos quesos era de 6.

Al margen de la posible mejora de calidad sensorial de los quesos en los años correspondientes a M2 en relación a los correspondientes a M1, el hecho de focalizar más la atención en las categorías de calidad no defectuosas y haber definido con mayor concreción las características correspondientes a las puntuaciones de la parte alta de la escala podría explicar la mayor frecuencia de utilización de estas puntuaciones con M2. Asimismo, este mismo hecho conllevó una utilización más amplia de la escala y una mayor discriminación entre quesos en lo que a puntuación de calidad se refiere para situaciones no defectuosas.

La comparación en la dispersión de las puntuaciones entre los dos métodos para cada uno de los ocho parámetros se realizó considerando la desviación estándar (DST) y el promedio de la desviación estándar (PDST) por parámetro y año (Tabla 9). En todos los parámetros los valores de PDST y DST fueron superiores en M2 que en M1. No obstante, este porcentaje se redujo ligeramente durante el segundo año de la aplicación de M2, posiblemente por la familiarización de los/as evaluadores/as con la nueva metodología y los criterios de puntuación.

Los parámetros que presentaron una mayor dispersión en M2 fueron olor, textura, SAST y persistencia. Una mayor dispersión en parámetros olfativos y gustativos que en apariencia se ha observado también en vino (Etaio *et al.* 2010a). Estos resultados parecen indicar una mayor dificultad para evaluar los parámetros olfato-gustativos que los de apariencia probablemente debido a que la agudeza visual es mayor que la agudeza olfativa y gustativa.

Globalmente, estos resultados sugieren que la utilización de una metodología que incluye la identificación de características adecuadas, no del todo adecuadas y defectuosas hace que los/as evaluadores/as presten más atención a la presencia de todas las características y no solo a la de los defectos, con lo que el uso de la escala por parte de los/as evaluadores/as es más amplio, lo que posibilitaría una mayor discriminación entre las muestras, especialmente entre aquellas que no presenten defectos.

**Tabla 9.** Promedio de la desviación estándar (PDST) y porcentaje de muestras con una desviación estándar (DST) mayor a 1 para cada parámetro, método y año.

Parámetro sensorial	Método y año	PDST <sup>a</sup>		% muestras con DST <sup>a</sup> > 1	
		por año	por método	por año	por método
Forma	M1-2009	0,65	0,67	6,55	7,41
	M1-2010	0,69		8,27	
	M2-2011	0,76	0,75	14,46	13,95
	M2-2012	0,74		13,44	
Corteza	M1-2009	0,62	0,66	7,30	9,67
	M1-2010	0,69		12,03	
	M2-2011	0,78	0,78	17,71	16,57
	M2-2012	0,77		15,42	
Color de pasta	M1-2009	0,66	0,68	7,56	8,92
	M1-2010	0,69		10,28	
	M2-2011	0,79	0,77	17,96	14,71
	M2-2012	0,75		11,46	
Ojos	M1-2009	0,48	0,50	4,28	5,53
	M1-2010	0,51		6,77	
	M2-2011	0,63	0,66	7,73	9,99
	M2-2012	0,69		12,25	
Olor	M1-2009	0,73	0,71	9,07	7,67
	M1-2010	0,69		6,27	
	M2-2011	0,85	0,82	24,69	21,24
	M2-2012	0,78		17,79	
Textura	M1-2009	0,69	0,70	6,05	6,29
	M1-2010	0,70		6,52	
	M2-2011	0,85	0,81	22,94	17,40
	M2-2012	0,77		11,86	
Sabor	M1-2009	0,80	0,80	14,86	15,58
	M1-2010	0,79		16,29	
SAST	M2-2011	0,89	0,88	31,42	27,57
	M2-2012	0,87		23,72	
Regusto	M1-2009	0,82	0,82	19,90	19,48
	M1-2010	0,82		19,05	
Persistencia	M2-2011	0,95	0,92	36,16	31,72
	M2-2012	0,89		27,27	

<sup>a</sup> PDST y % de muestras con DST > 1 calculado en un total de 397 muestras (2009), 399 muestras (2010), 401 muestras (2011) y 253 muestras (2012).

## 2. Segundo estudio

### 2.1. Relación entre calidad sensorial y aceptabilidad

Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, tanto para cada uno de los cuatro parámetros sensoriales evaluados (olor, textura, SAST y persistencia) como para la calidad sensorial global (CSG), se aplicó el test de Kruskal-Wallis y un ANOVA, respectivamente. Ambos análisis revelaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ), lo que confirma que las muestras incluidas en este estudio eran diferentes entre sí en cuanto a su calidad sensorial (Tabla 10).

**Tabla 10.** Media y desviación estándar (DST) de cada uno de los parámetros sensoriales y de la aceptabilidad evaluada para cada una de las nueve muestras de queso. Diferencias entre muestras en base al análisis pos hoc.

Queso	Parámetros sensoriales evaluados por los/as evaluadores/as entrenados/as										Aceptabilidad de los/as consumidores/as	
	Olor		Textura		SAST		Persistencia		CSG		Media	DST
1	3,2 cd	0,61	2,8 d	0,64	2,6 cd	0,53	2,5 c	0,53	2,7 e	0,5	5,2 e	1,98
2	2,3 d	1,14	3,9 abc	0,69	2,3 d	0,87	2,3 c	1,04	2,7 e	0,74	5,0 e	1,95
3	3,7 bcd	1,06	3,1 cd	0,35	3,6 bcd	0,77	3,7 abc	0,64	3,5 d	0,47	6,0 bcd	1,88
4	4,1 bcd	0,79	3,6 bcd	0,91	3,8 abc	1,08	3,8 ab	1,01	3,8 cd	0,82	5,7 d	1,55
5	4,3 abc	0,65	4,6 ab	0,53	3,4 bcd	0,92	3,4 bc	0,99	3,9 cd	0,64	6,2 bcd	1,56
6	4,3 abc	0,69	4,3 ab	0,49	4,1 ab	1,18	3,9 ab	0,88	4,2 bc	0,71	5,8 cd	1,62
7	4,5 ab	0,91	4,0 abc	0,46	4,4 ab	0,91	4,3 ab	0,8	4,3 abc	0,64	6,3 ab	1,47
8	4,4 ab	0,92	4,7 a	0,83	4,6 ab	0,82	4,4 ab	0,74	4,5 ab	0,63	6,3 abc	1,57
9	4,9 a	0,76	4,4 ab	0,75	4,9 a	0,59	4,8 a	0,69	4,8 a	0,4	6,6 a	1,52

En cada columna, letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los quesos ( $p \leq 0,0014$ ;  $p \leq 0,05$ ) de acuerdo al test de Dunn con la corrección de Bonferroni (tras calcular el test de Kruskal-Wallis) y al test HSD de Tukey (tras calcular un ANOVA de tres vías), respectivamente.

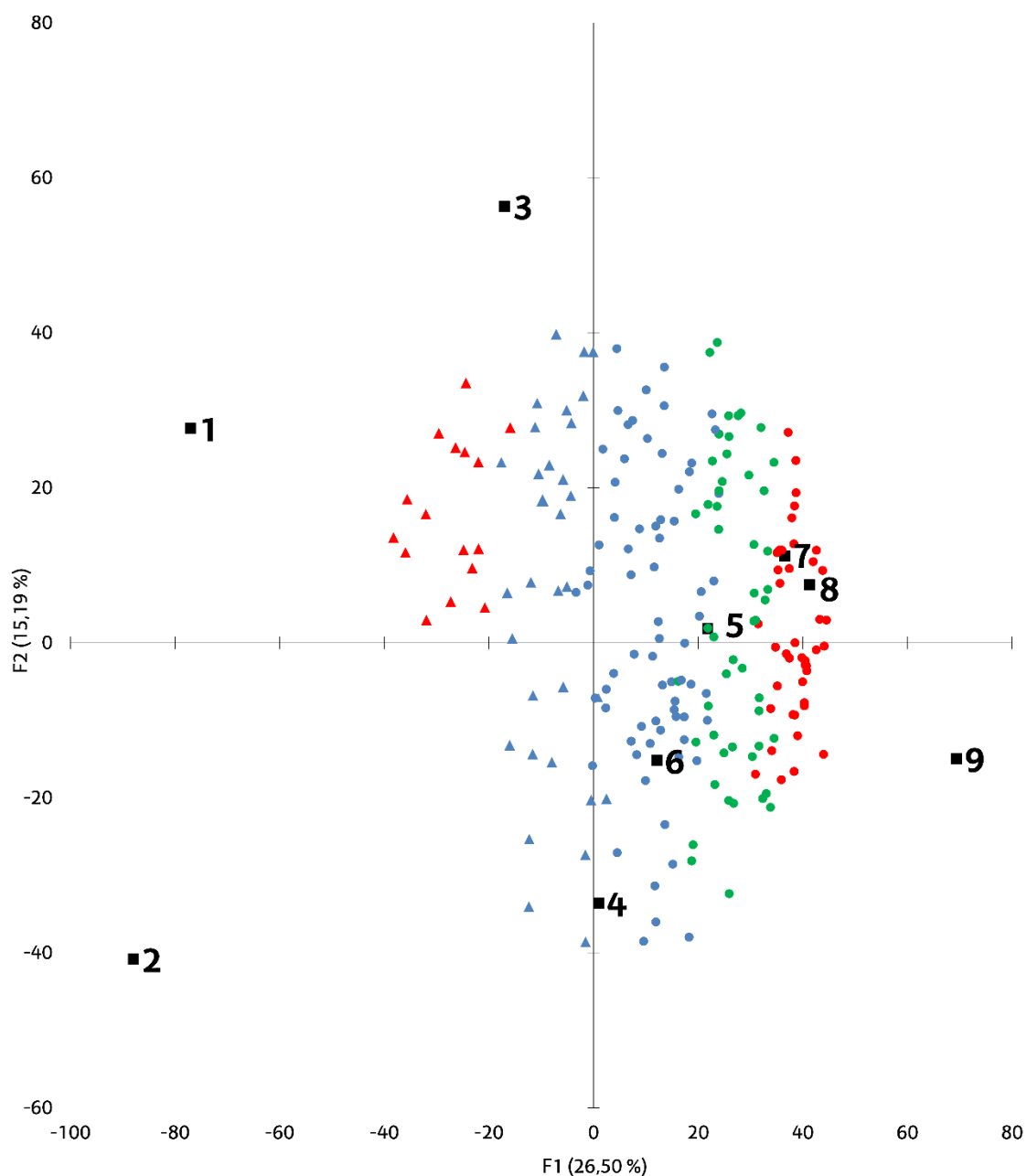
<sup>a</sup> Media y DST calculado como el promedio de la sesión 1 y la sesión 2.

En lo que respecta a la CSG, la muestra 9 presentó valores significativamente ( $p \leq 0,05$ ) más altos que las muestras 1 a 6. Por el contrario, en las muestras 1 y 2 la CSG fue significativamente más baja que en las otras siete muestras. Por su parte, los resultados del ANOVA aplicado para determinar si existían diferencias de aceptabilidad, mostró que la muestra 9 fue significativamente ( $p \leq 0,05$ ) más apreciada que las muestras 1 a 6. De la misma manera, la aceptabilidad de los quesos 1 y 2 resultó ser significativamente más baja que la del resto. Así, al comparar globalmente los resultados entre CSG y aceptabilidad, podemos observar, por tanto, que las muestras de mayor CSG (quesos 7, 8 y 9), obtuvieron los valores más altos de aceptabilidad y las muestras con menor CSG (quesos 1 y 2) fueron los menos apreciados por los/as consumidores/as. Estos resultados revelan que globalmente los/as consumidores/as



muestran una mayor aceptabilidad para quesos puntuados como de mayor calidad por el panel de evaluadores/as y menor aceptabilidad para los de menor calidad.

Con el fin de determinar posibles diferencias individuales en las preferencias de los/as consumidores/as, se estudió la correlación de Pearson ( $r$ ), considerando la CSG y la aceptabilidad de cada consumidor/a. Los resultados del estudio mostraron la existencia de diferentes grupos de consumidores/as en función de su coeficiente de correlación ( $r \geq 0,7$  correlación alta,  $0,4 \leq r < 0,7$  correlación media,  $r < 0,4$  correlación baja) y de su signo positivo o negativo. Inicialmente, los/as consumidores/as se categorizaron en seis grupos de diferente nivel de correlación. Como el número de consumidores/as con correlación media y alta negativa era muy bajo, éstos se consideraron en un mismo grupo (grupo 1), por lo que el número final de grupos se redujo a cinco. Así, el 22,6% de los/as consumidores/as (grupos 1 y 2) presentó una correlación negativa con el panel de evaluadores/as mientras que el 77,4% restante (grupos 3, 4 y 5) presentó una correlación positiva. La distribución de las preferencias de estos cinco grupos de consumidores/as para cada una de las nueve muestras se visualiza en el mapa de preferencias interno (Figura 5) representando el 41,69% de la variabilidad de los datos experimentales (F1 26,50% y F2 15,19%).



**Figura 5.** Mapa de preferencias interno de los datos de los/as 212 consumidores/as distribuidos/as según su nivel de correlación individual ( $r$ ) entre CSG y aceptabilidad. Consumidores/as con correlación negativa en triángulos (en rojo, correlación media-alta; en azul, correlación baja) y consumidores/as con correlación positiva en círculos (en rojo, correlación alta; en verde, correlación media; en azul, correlación baja). Correlación alta:  $r \geq 0,7$ ; correlación media:  $0,4 \leq r < 0,7$ ; correlación baja:  $r < 0,4$ .

En el grupo 1 (correlación negativa media-alta,  $n = 16$ ) se incluían consumidores/as que preferían las muestras 1 y 2. La existencia de grupos de consumidores/as con una aceptabilidad en desacuerdo con la CSG determinada por el panel de evaluadores/as entrenados/as también ha sido publicada por otros/as autores/as en queso y aceite de oliva virgen extra (Tabla 2 del Capítulo II). Aunque los/as consumidores/as de los grupos 2 (correlación negativa baja,  $n = 32$ ) y 3 (correlación positiva baja,  $n = 70$ ) no mostraron preferencias claras hacia ninguna de las muestras, la distribución de los/as

consumidores/as en el AC parece indicar que los/as consumidores/as del grupo 2 tienden a preferir las muestras 1, 2 y 3 y los del grupo 3 las muestras 5, 6, 7, 8 y 9. Por su parte, los grupos 4 (correlación positiva media,  $n = 52$ ) y 5 (correlación positiva alta,  $n = 42$ ) claramente preferían las muestras 7, 8 y 9. Estos resultados confirman la existencia de una correspondencia positiva entre la calidad sensorial determinada por el panel de evaluadores/as entrenados/as y la aceptabilidad de la mayoría de los/as consumidores/as que participaron en el estudio, de manera que la mayoría de los/as consumidores/as aceptan en mayor grado los quesos de calidad elevada.

En la Tabla 11 se resumen las características sociodemográficas, los hábitos de consumo de queso y los resultados del cuestionario relativo al conocimiento subjetivo y al conocimiento objetivo sobre queso de cada grupo de consumidores/as. Al aplicar para cada característica, hábito y tipo de conocimiento el test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los grupos de consumidores/as que pudieran contribuir a explicar las razones de las diferencias en la aceptabilidad hacia los quesos.

**Tabla 11.** Características sociodemográficas, hábitos de consumo de queso, conocimiento subjetivo y objetivo sobre queso para cada grupo de consumidores/as, categorizados de acuerdo a su nivel de correlación (*r*) entre CSG y aceptabilidad. Para cada característica, hábito y tipo de conocimiento, resultados del test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con la corrección de Yate calculado para los individuos de todos los grupos de consumidores/as considerados conjuntamente y para los individuos de cada grupo de consumidores/as.

Características	Valores de $\chi^2$ y <i>p</i> <sup>a</sup>	Correlación entre CSG y aceptabilidad <sup>b</sup>						
		Negativa			Positiva			
		Alta y Media Grupo 1 (n = 16)	Baja Grupo 2 (n = 32)	Global (n = 48)	Baja Grupo 3 (n = 70)	Media Grupo 4 (n = 52)	Alta Grupo 5 (n = 42)	Global (n = 164)
<b>Genero</b>	$\chi^2 = 2,589$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Hombre		8 (50,0)	16 (50,0)	24 (50,0)	38 (54,3)	20 (38,5)	18 (42,9)	76 (46,3)
Mujer		8 (50,0)	16 (50,0)	24 (50,0)	32 (45,3)	32 (61,5)	24 (57,1)	88 (53,7)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Edad</b>	$\chi^2 = 14,938$ ( <i>p</i> > 0,05)							
< 30		1 (6,3)	6 (18,7)	7 (14,6)	16 (22,9)	17 (32,7)	<b>20 (47,6)</b>	43 (26,2)
30-44		4 (25,0)	11 (34,4)	15 (31,2)	15 (21,4)	14 (26,9)	10 (23,8)	39 (23,8)
45-59		7 (43,7)	7 (21,9)	14 (29,2)	22 (31,4)	10 (19,2)	6 (14,3)	38 (23,2)
≥ 60		4 (25,0)	8 (25,0)	12 (25,0)	17 (24,3)	11 (21,2)	6 (14,3)	44 (26,8)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Nivel de estudios finalizados</b>	$\chi^2 = 0,875$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Primaria		4 (25,0)	6 (18,8)	10 (20,8)	14 (20,0)	11 (21,2)	7 (16,7)	32 (19,5)
Secundaria		8 (50,0)	17 (53,1)	<b>25 (52,1)</b>	40 (57,1)	28 (53,8)	<b>27 (64,3)</b>	<b>95 (57,9)</b>
Superior		4 (25,0)	9 (28,1)	13 (27,1)	16 (22,9)	13 (25,0)	8 (19,0)	37 (22,6)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Situación laboral</b>	$\chi^2 = 19,139$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Estudiante		2 (12,5)	2 (6,2)	4 (8,3)	13 (18,6)	11 (21,1)	15 (35,7)	39 (23,8)
Sin empleo		0 (0,0)	13 (40,6)	13 (27,1)	14 (20,0)	16 (30,8)	12 (28,6)	42 (25,6)
Pensionista		5 (31,3)	6 (18,8)	11 (22,9)	12 (17,1)	9 (17,3)	6 (14,3)	27 (16,5)
Trabajador/a		<b>9 (56,2)</b>	11 (34,4)	<b>20 (41,7)</b>	<b>31 (44,3)</b>	16 (30,8)	9 (21,4)	<b>56 (34,1)</b>
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Frecuencia de consumo de</b>	$\chi^2 = 4,691$ ( <i>p</i> > 0,05)							
A diario o casi a diario		3 (18,8)	9 (28,1)	12 (25,0)	21 (30,0)	<b>21 (40,4)</b>	14 (33,3)	56 (34,1)
Una o varias veces a la semana		<b>12 (75,0)</b>	<b>19 (59,4)</b>	<b>31 (64,6)</b>	<b>36 (51,4)</b>	<b>23 (44,2)</b>	19 (45,2)	<b>78 (47,6)</b>
Una o varias veces al mes		1 (6,2)	4 (12,5)	5 (10,4)	13 (18,6)	8 (15,4)	9 (21,4)	30 (18,3)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Tipo de queso mas consumido</b>	$\chi^2 = 17,018$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Queso fresco		1 (6,3)	0 (0)	1 (2,1)	3 (4,3)	7 (13,4)	4 (9,5)	14 (8,5)
Queso de pasta semi-dura		0 (0,0)	10 (31,3)	10 (20,8)	19 (27,1)	16 (30,8)	<b>19 (45,2)</b>	54 (32,9)
Queso de pasta dura		<b>15 (93,7)</b>	<b>20 (62,5)</b>	<b>35 (72,9)</b>	<b>43 (61,4)</b>	<b>25 (48,1)</b>	<b>17 (40,5)</b>	<b>85 (51,9)</b>
NS/NC		0 (0,0)	2 (6,2)	2 (4,2)	5 (7,2)	4 (7,7)	2 (4,8)	11 (6,7)
<b>Origen de la leche del queso mas consumido</b>	$\chi^2 = 1,272$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Vaca		2 (12,5)	6 (18,8)	8 (16,7)	14 (20,0)	9 (17,3)	9 (21,4)	32 (19,5)
Oveja/Cabra		<b>14 (87,5)</b>	<b>25 (78,1)</b>	<b>39 (81,3)</b>	<b>51 (72,9)</b>	<b>38 (73,1)</b>	<b>30 (71,4)</b>	<b>119 (72,6)</b>
NS/NC		0 (0,0)	1 (3,1)	1 (2,1)	5 (7,1)	5 (9,6)	3 (7,1)	13 (7,9)
<b>Conocimiento subjetivo sobre queso</b>	$\chi^2 = 2,821$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Bajo (puntuación ≤ 2)		2 (12,5)	5 (15,6)	7 (14,5)	16 (22,9)	10 (19,2)	8 (19,0)	34 (20,7)
Medio (puntuación > 2 < 6)		<b>12 (75,0)</b>	<b>27 (84,4)</b>	<b>39 (81,3)</b>	<b>52 (74,3)</b>	<b>41 (78,8)</b>	<b>32 (76,2)</b>	<b>125 (76,2)</b>
Alto (puntuación ≥ 6)		2 (12,5)	0 (0,0)	2 (4,2)	2 (2,9)	1 (1,9)	2 (4,8)	5 (3,1)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
<b>Conocimiento objetivo sobre queso</b>	$\chi^2 = 5,897$ ( <i>p</i> > 0,05)							
Muy bajo (0-29 puntos)		6 (37,6)	12 (37,5)	18 (37,5)	<b>30 (42,9)</b>	22 (42,3)	<b>22 (52,4)</b>	<b>74 (45,1)</b>
Bajo (30-49 puntos)		5 (31,2)	13 (40,6)	18 (37,5)	<b>32 (45,7)</b>	17 (32,7)	15 (35,7)	64 (39,0)
Medio-alto (≥ 50 puntos)		5 (31,2)	7 (21,9)	12 (25,0)	8 (11,4)	13 (25,0)	5 (11,9)	26 (15,9)
NS/NC		0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

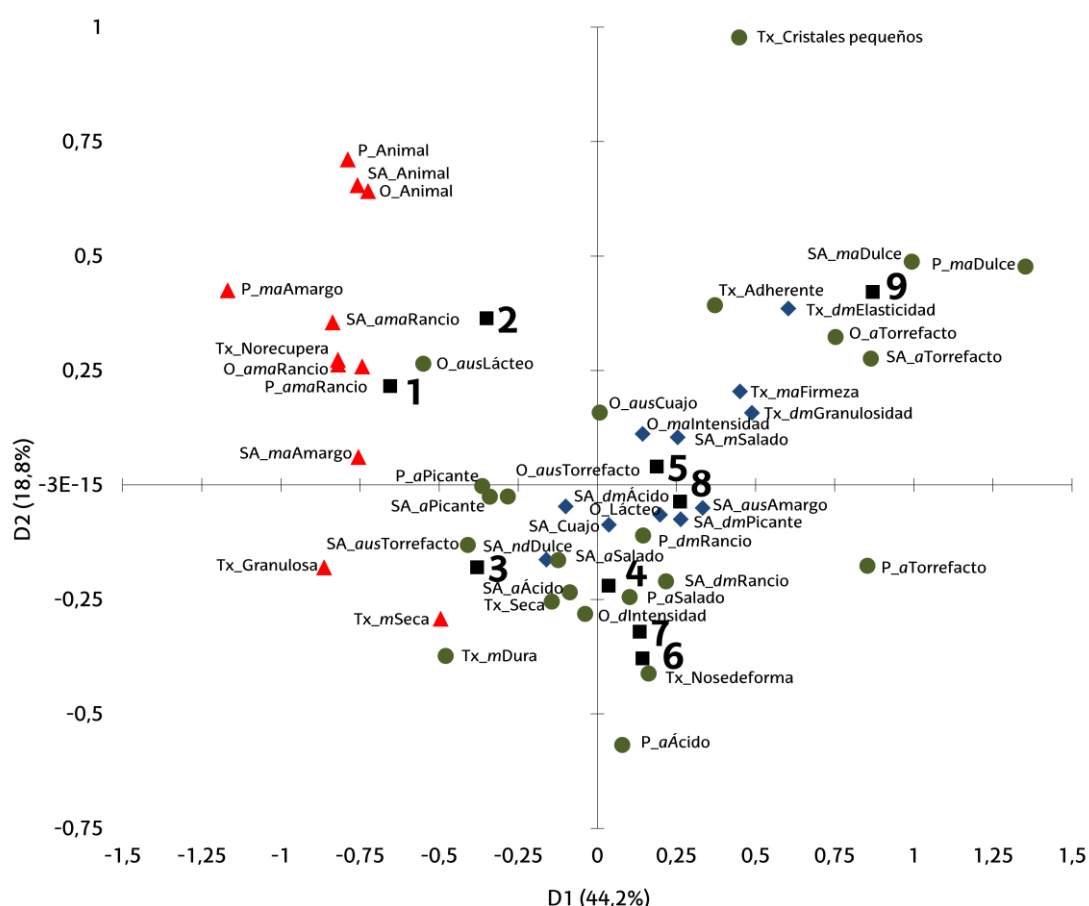
<sup>a</sup>Resultados de  $\chi^2$  y *p* con la corrección de Yate calculado para cada característica, hábito y tipo de conocimiento entre los individuos de todos los grupos de consumidores/as.

<sup>b</sup>Alta:  $r \geq 0,7$ ; media:  $0,4 \leq r < 0,7$ ; baja:  $r < 0,4$

Test Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con la corrección de Yate calculado para los individuos de todos los grupos de consumidores/as considerados conjuntamente y para los individuos de cada grupo de consumidores/as. Se indican en negrita los valores más altos para los grupos en los que hubo diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

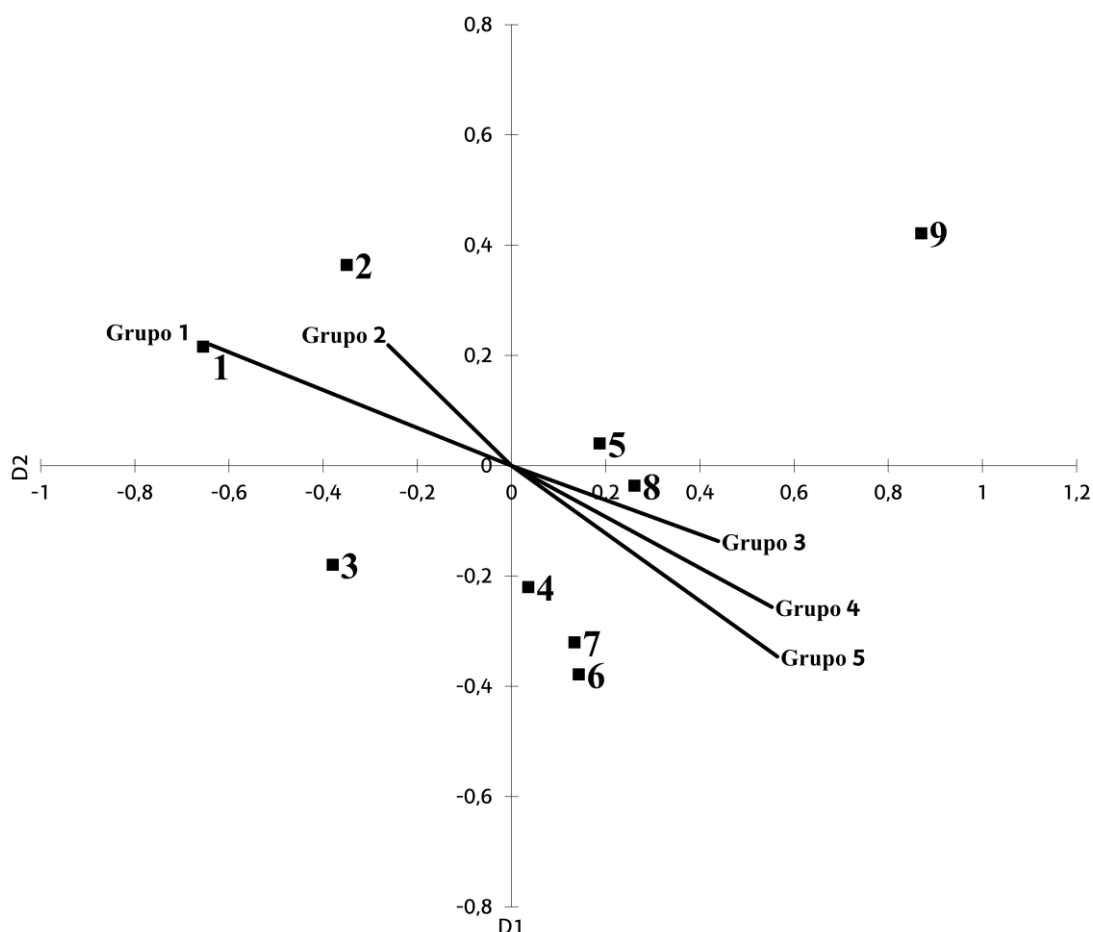
## 2.2. Características sensoriales que determinan la aceptabilidad de los/as consumidores/as

Las posibles diferencias entre los quesos para cada una de las características sensoriales se analizaron mediante el test Q de Cochran. Los resultados de este análisis mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las muestras para 45 de las 81 características sensoriales señaladas por el panel de evaluadores/as: nueve de olor (dos características adecuadas, cinco CNTA, dos defectos), 11 de textura (tres características adecuadas, cinco CNTA, tres defectos), 16 de SAST (seis características adecuadas, siete CNTA, tres defectos) y nueve de persistencia (seis CNTA, tres defectos). La Figura 6 representa el análisis de correspondencias (AC) calculado considerando solo las características discriminantes. Las dos primeras dimensiones del AC explicaron el 62,60% de la variabilidad de los datos experimentales (D1 44,02 % y D2 18,58 %).



**Figura 6.** Representación de las nueve muestras de queso y de las características sensoriales discriminantes sobre los dos primeros componentes del análisis simple de correspondencias (AC). Características adecuadas en rombos azules, CNTA en círculos verdes y defectos en triángulos rojos. O: olor; TX: textura; SA: sabor-aroma y P: persistencia. *aus*: ausencia; *nd*: intensidad nula a débil; *d*: intensidad débil; *dm*: intensidad débil a media; *a*: intensidad alta; *m*: muy; *ma*: intensidad media a alta; *ama*: intensidad alta a muy alta.

La distribución de los grupos de consumidores/as en el mapa de preferencias externo (Figura 7) confirmó la existencia de dos patrones de aceptabilidad, un patrón asociado a los grupos 1 y 2 y otro patrón relacionado con los grupos 3, 4 y 5.



**Figura 7.** Mapa de preferencias externo representando las nueve muestras de queso y el vector de máxima aceptabilidad de cada uno de los cinco grupos de consumidores/as.

La aceptabilidad de los grupos 4 y 5 estuvo asociada a intensidad alta de “torrefacto”, “ácido” y “salado” y media-alta de “dulce”, a intensidad débil-media de “rancio”, “picante” y “granulosidad”, y a “ausencia de “amargo” y “elasticidad nula” (“no se deforma”). A excepción de “ausencia de “amargo”, “picante” y “granulosidad”, el resto eran características no del todo adecuadas. Cabe señalar que intensidades medias-altas de las características “torrefacto” y “dulce” fueron asociadas a la muestra 9. Estos resultados sugieren que los/as consumidores/as de los grupos 4 y 5 preferían los quesos con notas intensas de “torrefacto” y “dulce”. Como revelan los resultados de algunos estudios (Lawlor y Delahunty, 2000; Caspia *et al.*, 2006; Castada *et al.*, 2019; Meals *et al.*, 2020, que se muestran en la Tabla 2 del Capítulo II), el sabor “dulce” es una

característica positiva de preferencia de los/as consumidores/as de queso en general. En relación al grupo 3, los datos parecen demostrar que, a pesar de que probablemente estos/as consumidores/as fueron menos discriminantes que los/as de los grupos 4 y 5, las características sensoriales que influyeron en su aceptabilidad fueron similares a las de estos dos grupos.

Por el contrario, la aceptabilidad para el grupo 1, orientada hacia los quesos 1 y 2, estuvo determinada por la ausencia de olor "lácteo", el descriptor "animal" (defecto) e intensidades medias-altas de "rancio" y "amargo" (también defectos a esas intensidades). La aceptabilidad del grupo 2 tuvo una tendencia más clara hacia el defecto "animal". Estos resultados sugieren que a estos/as consumidores/as no les resultaban desagradables estos defectos y que incluso preferían quesos con estas características. Hersleth *et al.* (2005) señalaron que la ligera presencia de defectos en productos lácteos no siempre tiene por qué resultar desagradable para los/as consumidores/as. Como se refleja en la Tabla 3 del Capítulo II, Caspia *et al.* (2006) determinaron que un pequeño porcentaje de consumidores/as de queso Cheddar prefería los quesos con sabor "amargo" y aroma a "ácidos grasos libres", identificado también como aroma "rancio/butírico". Bemfeito *et al.* (2016) observaron que el sabor "amargo" era una característica positiva de preferencia para los/as consumidores/as de queso Minas de la Región Serra de Canastra (Brasil).

La preferencia hacia productos con características consideradas como defectuosas podría tener un componente de hábito o familiarización con el producto que presenta ese tipo de características. El hábito es un fuerte determinante de las preferencias de los/as consumidores/as que, en algunos casos, puede explicar la preferencia hacia productos defectuosos (Guerrero *et al.*, 2009). Por ejemplo, en un estudio con aceite de oliva virgen, Guerrero *et al.* (2012) encontraron que el 49,25% de los/as consumidores/as preferían una muestra que presentaba el defecto "atrojado/borras". Asimismo, Valli *et al.* (2014) y Barbieri *et al.* (2015), en diferentes estudios realizados con aceite de oliva virgen extra, observaron que los/as consumidores/as que no estaban familiarizados/as con este producto consideraban como características negativas características positivas en dicho producto, como son el sabor "amargo" y la sensación "picante".

Todo ello indica que, en ocasiones, hay grupos de consumidores/as que aprecian positivamente los defectos, probablemente debido al desconocimiento de las características que determinan la calidad sensorial de un determinado producto. Esto

refuerza la necesidad de disponer de paneles de evaluadores/as entrenados/as para evaluar la calidad sensorial de productos alimenticios y de educar a los/as consumidores/as para que conozcan las características definitorias del producto.

Asimismo, los resultados de este trabajo muestran dos grupos de términos claramente diferentes entre sí, uno de características "suaves" ("dulce", "torrefacto" "intensidad débil a media de rancio" y sensación "picante", "ausencia de sabor amargo") y otro de características más "fuertes o muy intensas" ("animal", "rancio" y "amargo"). Esta clasificación de grupos también ha sido observada por otros/as autores/as en la descripción sensorial de quesos españoles con DOP elaborados con leche de oveja, así como de queso Cheddar. Con respecto al primer grupo de quesos, Bárcenas *et al.* (2001a) definieron dos grupos de características, el de características "fuertes o muy intensas" ("animal", "penetrante", "salmuera" y "ácido butírico") y el de características "suaves" ("lácteo", "tostado", "mantequilla", "frutos secos" y sabor "dulce"). Barrón *et al.* (2005a) compararon el perfil sensorial de olor de quesos DOP Idiazabal de diferente grado de maduración procedentes de queserías diferentes y determinaron también dos grupos de descriptores: uno de "descriptores fuertes" ("penetrante", "cuajo", "salmuera" y "rancio") y otro de "descriptores suaves" ("mantequilla", "lácteo", "tostado" y "frutos secos"). En el caso del queso Cheddar, Caspia *et al.* (2006) identificaron dos grupos de características sensoriales: por un lado, aquellas asociadas a sabores y aromas de quesos jóvenes (sabor "dulce"; aromas a: "mantequilla" y "leche cocida") y, en el lado contrario, las asociadas a sabores y aromas de quesos con mayor grado de maduración (sabores "ácido" y "amargo"; sensación "picante"; aromas a: "tierra", "sulfuroso" y "ácidos grasos libres").

Como revelan algunos estudios parece que es algo común entre los/as consumidores/as de queso una mayor aceptabilidad hacia características "suaves". González Viñas *et al.* (1999) analizaron la aceptabilidad de 43 estudiantes hacia cinco quesos españoles elaborados con leche de oveja y concluyeron que este grupo prefería los quesos de menor "intensidad de olor y aroma", sabor "amargo" y sensación "picante". En el citado estudio con quesos Cheddar, Caspia *et al.* (2006) encontraron que la mayoría de los/as consumidores/as de queso Cheddar que participaron en el estudio mostraron una mayor aceptabilidad por los quesos con atributos propios de los quesos jóvenes (sabor "dulce" y aromas a: "mantequilla" y "leche cocida").

En relación a las características de textura se ha observado que éstas determinan en menor medida la aceptabilidad que las de olor y SAST (Figuras 6 y 7). Estos resultados



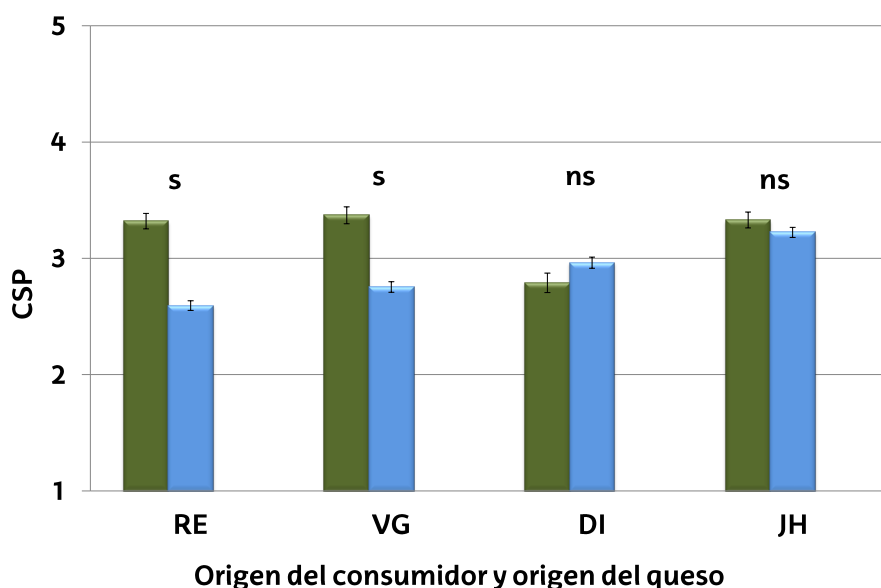
concuerdan con los de otros/as autores/as en estudios en queso (Caspia *et al.*, 2006). Por el contrario, Bord *et al.* (2017) señalaron que las características de textura de diferentes quesos azules DOP Fourme d'Ambert (Francia), fueron determinantes en la aceptabilidad del 48,4% de los/as consumidores/as que participaron en el estudio. De ello puede inferirse/deducirse que la influencia de la textura en la aceptabilidad de los/as consumidores/as puede depender en gran medida del tipo de queso.

### 3. Estudio 3

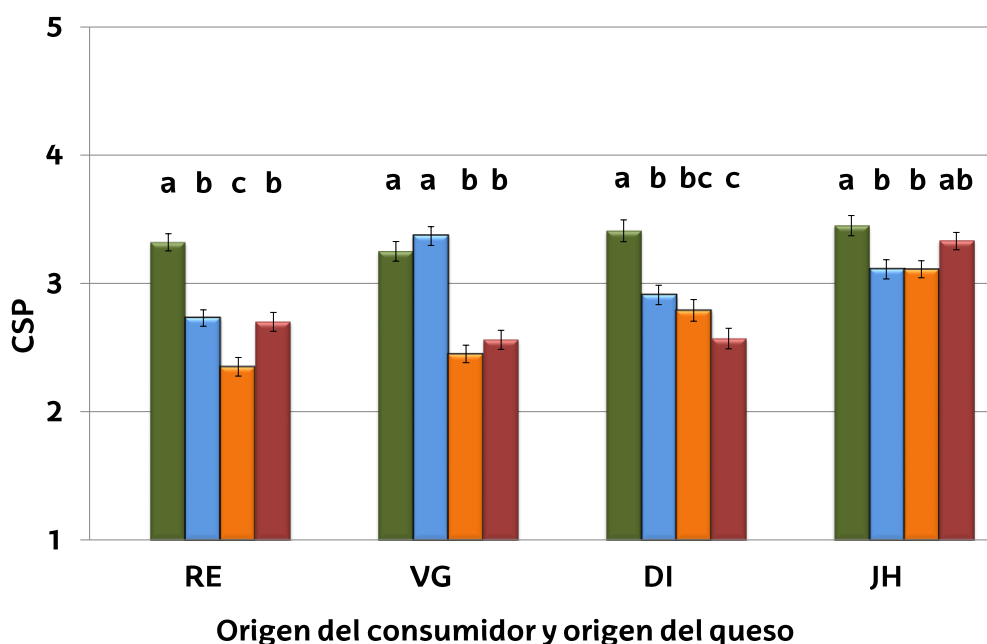
#### 3.1. Efecto del origen del consumidor, origen del queso y DOP/no-DOP en la CSP

Para conocer la influencia del "origen del consumidor", el "origen del queso" y el efecto "DOP/no-DOP" sobre la calidad sensorial percibida (CSP), se realizó un ANOVA. Los resultados de este análisis mostraron que la CSP depende del "origen del consumidor" ( $p \leq 0,05$ ), del "origen del queso" ( $p \leq 0,05$ ) y de que el queso sea "DOP/no-DOP" ( $p \leq 0,05$ ). En relación al "origen del consumidor", los/as consumidores/as de Reggio-Emilia (RE) otorgaron puntuaciones (Media = 2,77; error estándar de la media = 0,036) significativamente ( $p \leq 0,05$ ) más bajas a las muestras de queso que los/as de las otras tres ciudades, mientras que los/as consumidores/as de Jokioinen-Helsinki (JH) fueron los/as que asignaron las puntuaciones (3,25; 0,037) más altas, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en el caso de los/as consumidores/as de Vitoria-Gasteiz (VG) (2,91; 0,039) y Dijon (DI) (2,92; 0,042). Con respecto al "origen de los quesos" los/as consumidores/as otorgaron puntuaciones de calidad significativamente ( $p \leq 0,05$ ) diferentes entre los quesos de las cuatro regiones europeas (considerando en cada región el queso DOP y el queso no-DOP conjuntamente).

La interacción significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los factores "origen del queso" y "origen del consumidor" confirmó que la percepción de la CSP dependía del origen de los quesos (Figuras 8 y 9). Al aplicar la prueba T de muestras emparejadas se observó que había diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,003$ ) entre los quesos locales y no locales en RE y en VG, donde los quesos locales se puntuaron más alto que los quesos no locales. Por el contrario, en DI y en JH no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,003$ ) entre los quesos locales y los quesos no locales (Figura 8). El test de Kruskal-Wallis realizado en cada ciudad ( $p \leq 0,05$ ), seguido de la comparación por pares (test de Dunn con la corrección de Bonferroni), determinó que significativamente ( $p \leq 0,0083$ ) los quesos mejor valorados en RE y en DI fueron los quesos DOP PR y nDOP QD-IT, en VG los quesos locales y los quesos DOP PR / nDOP QD-IT y en JH los quesos DOP PR y nDOP QD-IT en comparación con los quesos no locales (Figura 9).

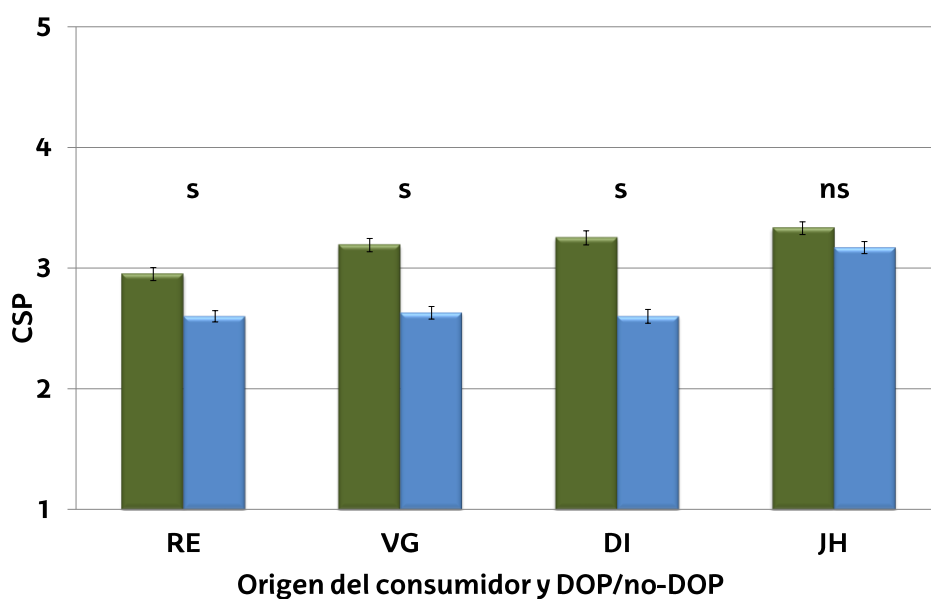


**Figura 8.** CSP en cada “origen del consumidor” según el “origen del queso” (locales o no locales). Las barras de color verde y azul representan los quesos locales y no locales, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): s, significativo ( $p \leq 0,003$ ) y ns, no significativo ( $p > 0,003$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media.



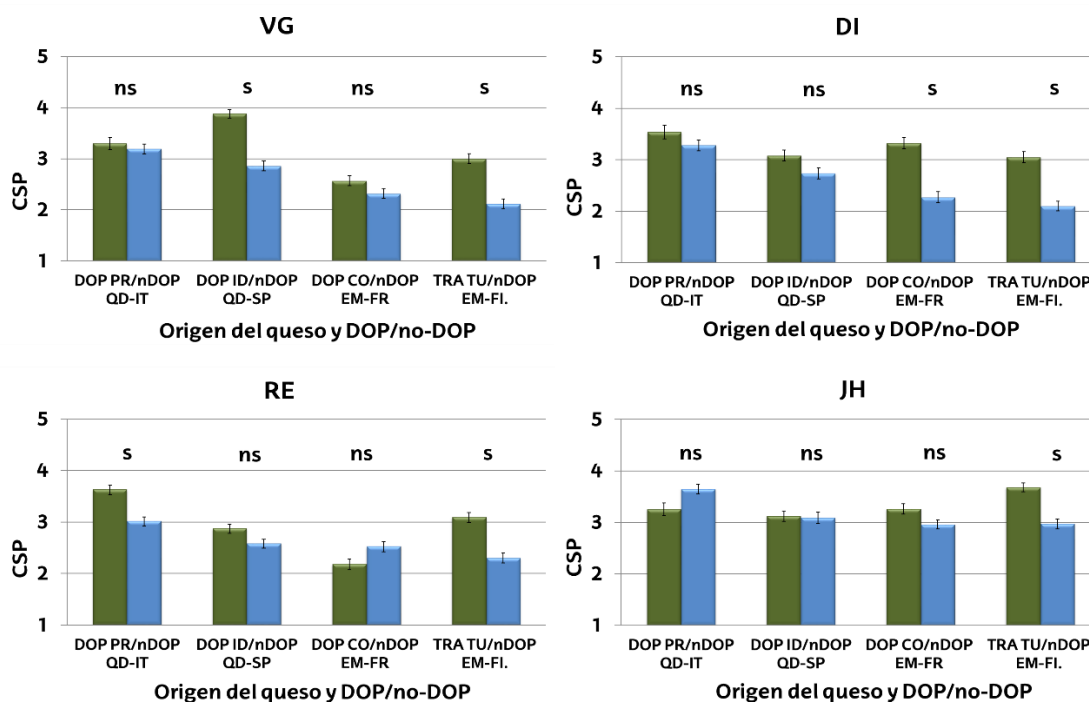
**Figura 9.** CSP en cada “origen del consumidor” según el “origen del queso” (Italia, España, Francia, Finlandia). Barras de color verde representan los quesos DOP PR y nDOP QD-IT, barras de color azul los quesos DOP ID y nDOP QD-SP, barras de color naranja los quesos DOP CO y nDOP EM-FR y barras de color granate los quesos TRA TU y nDOP EM-FI. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,0083$ ) entre pares de muestras con el test de Dunn (asociado a la corrección de Bonferroni). Las barras de error representan el error estándar de la media.

Los quesos DOP, considerados conjuntamente, se percibieron como de mayor calidad sensorial ( $p \leq 0,05$ ) que los quesos no-DOP (3,17; 0,028 vs 2,75; 0,026, respectivamente). Se observó una interacción significativa ( $p \leq 0,05$ ), entre el factor "DOP/no-DOP" y el factor "origen del consumidor" de manera que se puede decir que la diferencia de percepción dependía, hasta cierto punto, del origen de los/as consumidores/as. Así, en RE, VG y DI, los quesos DOP presentaron puntuaciones de CSP significativamente ( $p \leq 0,006$ ) más altas mientras que en JH no se observaron diferencias ( $p > 0,006$ ) (Figura 10).



**Figura 10.** CSP en cada "origen del consumidor" para los quesos DOP y no-DOP. Las barras de color verde y azul representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): s, significativo ( $p \leq 0,006$ ) y ns, no significativo ( $p > 0,006$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media.

Asimismo, se observó una interacción significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los factores "origen del consumidor", "origen del queso" y "DOP/no-DOP" (Figura 11).



**Figura 11.** CSP en cada "origen del consumidor" de acuerdo al "origen del queso" y "DOP/no-DOP". Las barras de color verde y azul representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente. Diferencias estadísticamente significativas de la prueba T de muestras emparejadas (con la corrección de Bonferroni): s, significativo ( $p \leq 0,006$ ) y ns, no significativo ( $p > 0,006$ ). Las barras de error representan el error estándar de la media. DOP PR: queso DOP Parmigiano-Reggiano; nDOP QD-IT: queso duro no DOP (Italia); DOP ID: queso DOP Idiazabal; nDOP QD-SP: queso duro no DOP (España); DOP CO: queso DOP Comté; nDOP EM-FR: queso Emmental no DOP (Francia); TRA TU: queso tradicional Turunmaa; nDOP EM-FI: queso Emmental no DOP (Finlandia).

En las cuatro ciudades se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,006$ ) entre los quesos DOP locales y los no-DOP locales, no encontrándose diferencias significativas ( $p > 0,006$ ) entre los quesos DOP y no-DOP del resto de las regiones, a excepción de los quesos TRA TU y nDOP EM-FI, que presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,006$ ) en las cuatro ciudades. Esto podría deberse, hasta cierto punto, al hecho de que los quesos TRA TU y nDOP EM-FI fueron los más diferentes entre sí desde el punto de vista sensorial, a tenor del número de descriptores sensoriales evaluados por el panel entrenado con puntuaciones significativamente ( $p \leq 0,05$ ) diferentes (17 de 22 descriptores) (Anexo 1).

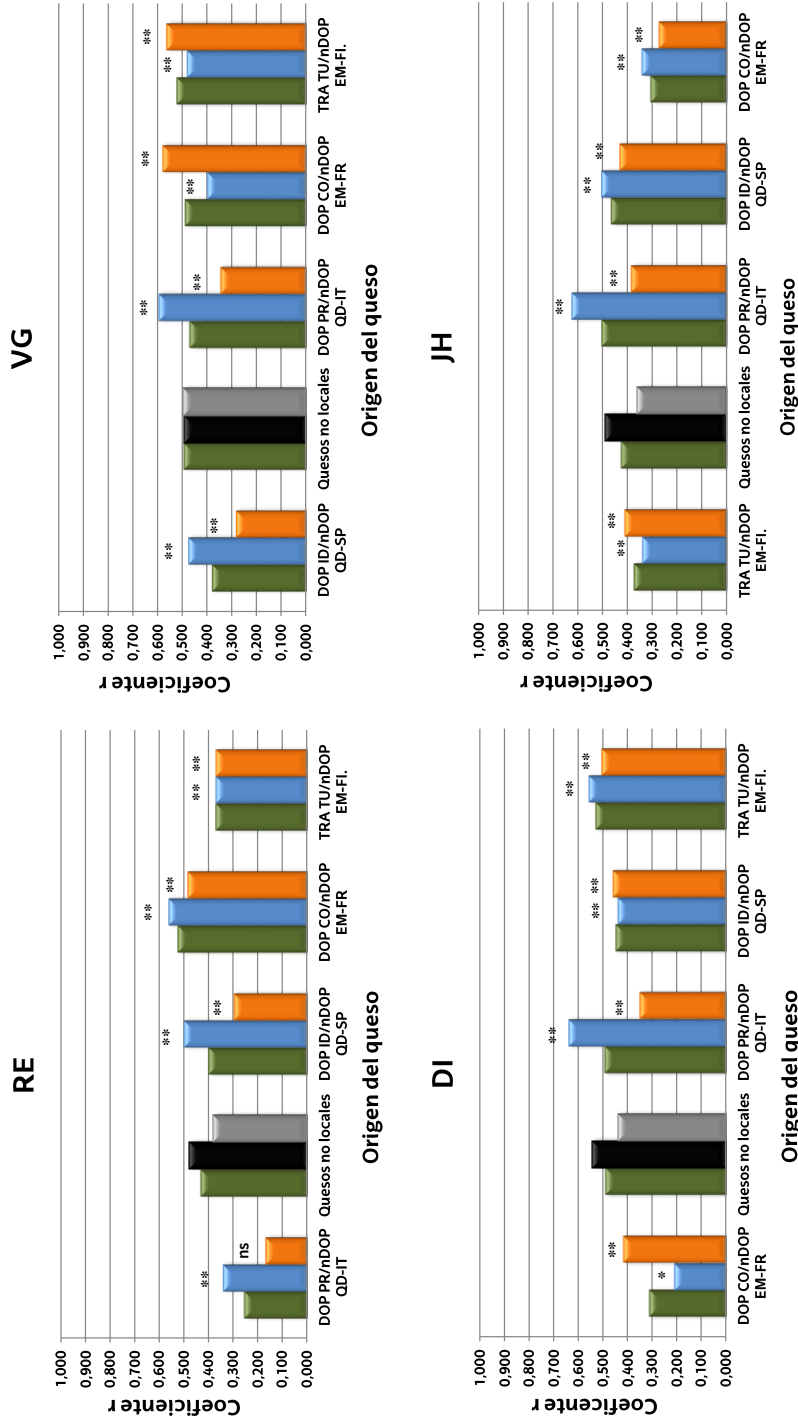
Los resultados de la Figura 11 podrían explicarse en base a la familiaridad con el producto. Así, probablemente, los/as consumidores/as de cada ciudad tuvieran su propia representación mental de lo que es un queso de calidad alta, basado en el hábito de consumo de un determinado tipo de queso, mientras que en la evaluación de quesos con los que no existe dicha familiaridad la ausencia de referencias sobre ese tipo de queso habría llevado a obtener diferencias entre el queso DOP y el no-DOP por parte del conjunto de consumidores de una misma ciudad. Sáenz-Navajas *et al.*

(2013) observaron que consumidores/as habituales de vino de la Rioja (España) categorizaron los vinos de esta región como de mayor calidad que los de Côtes du Rhône (France). Estos/as autores/as atribuyeron los resultados a la familiarización de los/as consumidores/as españoles/as con los vinos de su región.

### **3.2. Relación entre aceptabilidad y CSP**

Al aplicar el coeficiente de correlación de Spearman ( $r$ ), considerando las puntuaciones individuales de aceptabilidad y de CSP de todos/as los/as consumidores/as en el conjunto de las ocho muestras, se obtuvo una correlación significativa positiva entre CSP y aceptabilidad ( $r = 0,508$ ;  $p \leq 0,05$ ). Además, tal y como refleja la Figura 12, en cada ciudad se obtuvo una correlación significativa ( $p \leq 0,05$ ) positiva entre aceptabilidad y CSP tanto en el caso de los quesos DOP locales como en los quesos no-DOP locales, a excepción de RE, donde no se observó esta relación en los quesos no-DOP locales ( $p > 0,05$ ). En RE, VG y DI esta correlación fue más alta en los quesos no locales que en los quesos locales (Figura 12, barras de color verde). Esto corroboraría la explicación señalada en el apartado anterior: la familiaridad con el producto determinaría que la aceptabilidad tenga menor influencia sobre la CSP. En el caso de JH esta correlación más alta en los quesos no locales que en los locales no fue tan marcada.

Estos resultados difieren en cierta medida de lo publicado por Hopfer y Heymann (2014), quienes observaron una alta correlación positiva entre la aceptabilidad y la CSP por parte de los/as 124 consumidores/as en 27 vinos de California elaborados a partir de la variedad Cabernet Sauvignon.

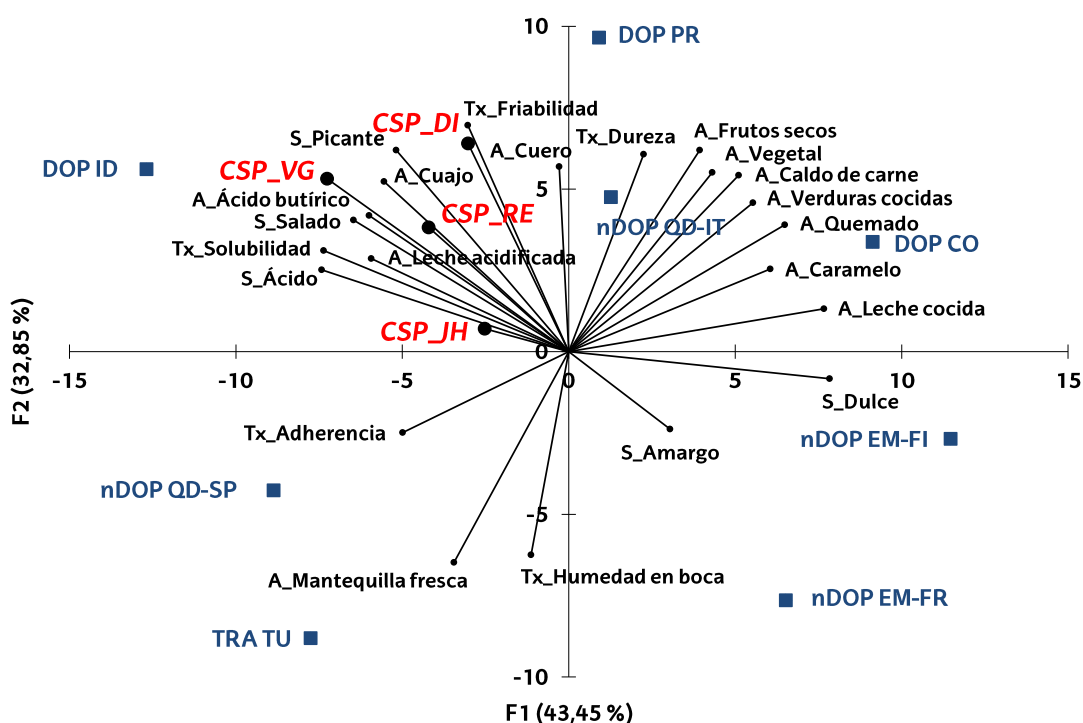


**Figura 12.** Coeficiente de correlación de Spearman ( $r$ ) entre CSP y aceptabilidad en cada ciudad para quesos DOP y no-DOP locales y no locales. Barras de color verde representan el promedio del valor  $r$  de los quesos DOP y no-DOP, barras de color azul y naranja representan los quesos DOP y no-DOP, respectivamente, barras de color negro y gris el promedio del valor  $r$  de los quesos DOP y no-DOP no locales, respectivamente. ns, correlación no significativa ( $p > 0.05$ ); \*,  $p \leq 0.05$ ; \*\*,  $p \leq 0.01$ . DOP PR: queso DOP Parmigiano-Reggiano; nDOP QD-IT: queso duro no DOP (Italia); DOP ID: queso DOP Idiazabal; nDOP QD-SP: queso duro no DOP (España); DOP CO: queso DOP Comté; nDOP EM-FR: queso Emmental no DOP (Francia); TRA TU: queso tradicional Turunmaa; nDOP EM-FI: queso Emmental no DOP (Finlandia).

### 3.3. Características sensoriales que influyen en la CSP

Los resultados del ANOVA realizado con los datos procedentes de la descripción sensorial del panel entrenado mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los quesos evaluados para todos los descriptores sensoriales. La representación de las muestras, descriptores y CSP media en cada ciudad en el espacio

sensorial definido por los dos primeros componentes del ACP (Figura 13) explicó el 76,30% de la variabilidad de los datos experimentales (F1 43,45 % y F2 32,85 %). Esta figura permitió observar que la CSP de los/as consumidores/as de las cuatro ciudades se proyectan en el mismo cuadrante, mientras que los quesos están distribuidos en los cuatro cuadrantes, asociados a características sensoriales diferentes. La PC1 es una dimensión en la que el sabor “dulce” y el sabor “ácido” aparecen enfrentados, mientras que en la PC2 destaca la representación de atributos de textura, como “friabilidad” y “dureza” frente a “humedad en boca”.



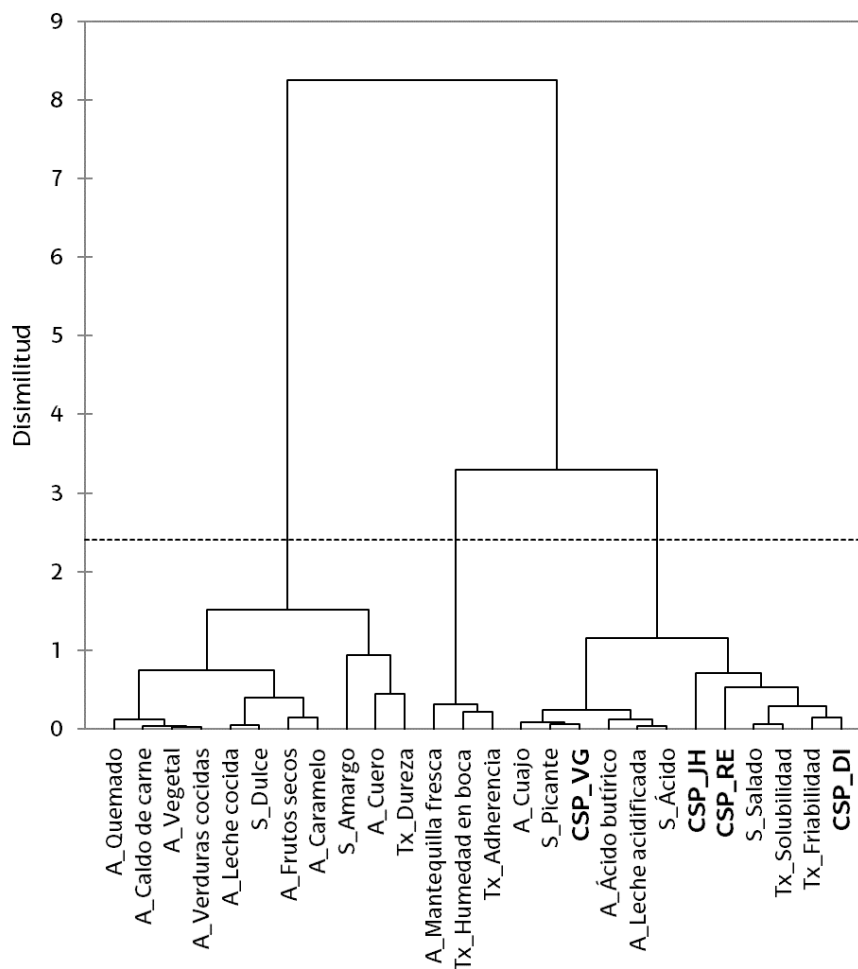
**Figura 13.** Representación de los quesos, características sensoriales y CSP de los/as consumidores/as de cada ciudad sobre los dos primeros componentes del ACP. A = aroma; S = sabor; Tx = textura.

En la Figura 13, se observa que la CSP de los/as consumidores/as de las cuatro ciudades estuvo representada en el mismo cuadrante del ACP, lo que explicaría las pocas diferencias existentes entre estos/as consumidores/as con respecto a las características sensoriales con influencia en la CSP.

Para conocer con más exactitud qué características sensoriales influyen en la CSP de los/as consumidores/as de cada ciudad se realizó un análisis CAJ (Figura 14). Como cabía esperar, este análisis mostró que la CSP de los/as consumidores/as de las cuatro



ciudades estaba distribuida de manera muy próxima. No obstante, se puede observar la existencia de dos subgrupos de características sensoriales que diferencian en cierto modo la CSP por los distintos grupos de consumidores/as. Así, "cuajo", "picante", "ácido butírico", "ácido" y "leche acidificada" son características más asociadas a la CSP por parte de los/as consumidores/as de VG; mientras que la CSP de los/as consumidores/as de RE y DI se asoció más a las características de "salado", "solubilidad" y "friabilidad". No se observan características sensoriales particularmente asociadas a la CSP por parte de los/as consumidores/as de JH.



**Figura 14.** Análisis de clasificación ascendente jerárquica (CA) de los descriptores sensoriales y la CSP de las cuatro ciudades. A = aroma; S = sabor; Tx = textura.

#### 4.Anexo I. Tabla suplementaria Estudio 3.

DESCRIPTORES	QUESOS <sup>a,b</sup>							
	DOP PR	nDOP QD-IT	DOP ID	nDOP QD-SP	DOP CO	nDOP EM-FR	TRA TU	nDOP EM-FI
<b>Aroma</b>								
Mantequilla fresca	2,8 a	3,1 a,b	2,64 a	4,7 c,d	2,6 a	3,9 b,c	5,4 d	2,9 a
Leche cocida	4,8 b	4,8 b	3,1 a	3,7 a	5,4 b	4,7 b	3,8 a	5,0 b
Leche acidificada	4,0 b	3,7 b	5,2 c	4,4 b,c	2,3 a	1,8 a	3,8 b	2,2 a
Vegetal	3,5 b,c	2,8 a,b	2,3 a	2,5 a	3,8 c	2,2 a	2,0 a	2,8 a,b
Verduras cocidas	3,1 c	2,6 b,c	1,9 a,b	2,1 a,b	4,1 d	1,9 a,b	1,4 a	3,0 c
Frutos secos	4,1 c	3,9 c	2,2 a,b	1,6 a	3,8 b	2,1 a,b	2,0 a,b	2,7 b
Caramelo	4,0 c,d	4,4 d	1,9 a	2,1 a	4,0 c,d	3,5 b,c	2,9 b	3,5 b,c
Quemado	3,5 c,d	3,2 b,c	2,5 a,b	2,3 a,b	4,6 e	2,7 b,c	1,7 a	4,2 d,e
Cuero	1,3 b,c,d	1,0 a,b,c	1,8 d	1,1 a,b,c,d	1,4 c,d	0,7 a,b	0,7 a	1,4 c,d
Caldo de carne	3,3 d	2,7 c,d	1,8 a,b	1,4 a	4,3 e	1,8 a,b	1,1 a	2,4 b,c
Cuajo	3,3 b	2,8 b	5,2 c	2,8 b	1,9 a	1,4 a	1,8 a	1,6 a
Ácido butírico	3,7 c,d	2,9 b	4,6 e	3,9 d,e	2,7 b	1,7 a	3,0 b,c	2,4 a,b
<b>Sabor y sensaciones trigeminales</b>								
Dulce	4,0 c,d	4,3 d,e	2,1 a	2,8 a,b	4,7 d,e	4,8 e	3,4 b,c	4,9 e
Ácido	4,6 b	5,1 b	5,9 c	5,1 b	3,1 a	2,7 a	5,1 b	2,5 a
Salado	5,7 c	5,5 b,c	5,8 c	5,6 c	4,8 b	3,0 a	5,3 b,c	2,9 a
Amargo	3,8 a,b	3,5 a	3,9 a,b	4,9 c,d	4,5 b,c	4,0 a,b	3,9 a,b	5,8 d
Sensación picante	4,2 c	3,8 c	5,1 d	2,9 b	2,2 b	0,9 a	2,3 b	1,3 a
<b>Textura</b>								
Dureza	8,1 e	7,0 d	6,5 d	3,9 b	4,5 b	5,6 c	2,5 a	6,5 d
Friabilidad	5,8 d	5,0 d	5,0 d	3,5 c	3,9 c	2,7 a,b	3,2 b	2,2 a
Solubilidad	5,0 b	4,2 b	4,9 b	4,7 b	4,5 b	3,3 a	5,0 b	2,5 a
Adherencia	2,7 b	3,4 b	4,2 c	6,8 e	5,4 d	2,8 b	6,7 e	1,5 a
Humedad en boca	2,5 a	3,1 a,b	3,2 a,b	4,4, d,e	4,4 d,e	3,9 c,d	5,0 e	3,5 b,c

<sup>a</sup> DOP PR: queso DOP Parmigiano-Reggiano; nDOP QD-IT: queso duro no DOP (Italia); DOP ID: queso DOP Idiazabal; nDOP QD-SP: queso duro no DOP (España); DOP CO: queso DOP Comté; nDOP EM-FR: queso Emmental no DOP (Francia); TRA TU: queso tradicional Turunmaa; nDOP EM-FI: queso Emmental no DOP (Finlandia).

<sup>b</sup> En cada fila letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los quesos ( $p \leq 0,05$ ) de acuerdo al test de Tukey tras realizar un ANOVA ( $p \leq 0,05$ ) de tres vías considerando el evaluador ( $n = 16$ ), el producto ( $n = 8$ ) y la sesión ( $n = 3$ ) como factores fijos teniendo en cuenta todas las interacciones de primer orden.

# Capítulo VI

## Bibliografía

---



- Amores, G., Pérez-Elortondo, F. J., Albisu, M. y Barron, L.J.R (2021). Short communication: To what extent do environmental or technological conditions affect the sensory differentiation of raw ewe milk cheeses produced in valley or mountain farms?. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 301-307.
- Arcia, P., Curutchet, A., Costell, E. y Tarrega, A. (2013). Sensory properties and acceptance of Uruguayan low-fat cheese "queso magro". *Dairy Science and Technology*, 93, 151-162.
- Ballester, J., Dacremont, C., Le Fur, Y. y Etievant, P. (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, 16, 351-359.
- Barbieri, S., Bendini, A., Valli, E. y Gallina Toschi, T. (2015). Do consumers recognize the positive sensorial attributes of extra virgin olive oils related with their composition? A case study on conventional and organic products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 44, 186-195.
- Bárcenas, P., Pérez-Elortondo, F. J., Salmerón, J. y Albisu, M. (1999). Development of a preliminary sensory lexicon and standard references of ewes milk cheeses aided by multivariate statistical procedures. *Journal of Sensory Studies*, 14, 161-179.
- Bárcenas, P., Pérez-Elortondo, F. J., Salmerón, J. y Albisu, M. (2001a). Sensory profile of ewe's milk cheeses. *Food Science and Technology International*, 7, 347-353.
- Bárcenas, P., Pérez de San Román, R., Pérez-Elortondo F.J., Albisu, M. (2001b). Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*, 12, 269-279.
- Bárcenas, P., Pérez-Elortondo, F. J. y Albisu, M. (2003). Sensory Changes During Ripening of Raw Ewes' Milk Cheese Manufactured With and Without the Addition of a Starter Culture. *Journal of Food Science*, 68 (8), 2572-2578.
- Bárcenas, P., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Mege, J., Roseiro, L.B., Scintu, M.F., Torre, P., Loygorri, S. y Lavanchy, P. (2007). An international ring trial for the sensory evaluation of raw ewes' milk cheese texture. *International Dairy Journal*, 17(9), 1139-1147.
- Barrón, L.J.R., Hernandez, I., Bilbao, A., Flanagan, C.E., Nájera, A.I., Virto, M., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M. y de Renobales, M. (2004). Changes in lipid fractions and sensory properties of Idiazabal cheese induced by lipase addition. *Journal of Dairy Research*, 71, 372-379.
- Barron, L.J.R., Redondo, Y., Aramburu, M., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Nájera, A.I. y de Renobales, M. (2005a). Variations in volatile compounds and flavour in Idiazabal cheese manufactured from ewe's milk in farmhouse and Factory. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(10), 1660-1671.
- Barron, L.J.R., Redondo, Y., Aramburu, M., Flanagan, C., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Nájera, A.I. y de Renobales, M. y Fernández-García, E. (2005b). Comparison of the volatile composition and sensory characteristics of Spanish PDO cheeses manufactured from ewes' raw milk and animal rennet. *International Dairy Journal*, 15(4), 371-382.

- Barron, L.J.R., Redondo, Y., Aramburu, M., Fernández Gil, P., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Nájera, A.I., de Renobales, M. y Fernández-García, E. (2007). Volatile composition and sensory properties of industrially produced Idiazabal cheese. *International Dairy Journal*, 17(12), 1401-1414.
- Bayarri, S., Martí, M., Carbonell, I. y Costell, E. (2012). Identifying drivers of liking for commercial spreadable cheeses with different fat content. *Journal of Sensory Studies*, 27, 1-11.
- Bemfeito, R.M., Rodrigues, J.F., e Silva, J.G. y Abreu, L.R. (2016). Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *Journal of Dairy Science*, 99, 7886-7897.
- Bello Acebrón, L. y Calvo Dopico, D. (2000). The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality: an empirical application for beef. *Food Quality and Preference*, 11, 229-238.
- Bérodier, F., Lavanchy, P., Zannoni, M., Casals, J., Herrero, L. y Adamo, C. (1997). En guía para la evaluación olfato-gustativa de los quesos de pasta dura o semidura. Editorial Gecoteft. Poligny, Francia.
- Bertozzi, L. (1995). Designation of origin: quality and specification. *Food Quality and Preference*, 6, 143-147.
- BOE. (1987). ORDEN de 1 de octubre de 1987 por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación de Origen Queso Idiazábal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Boletín Oficial del Estado* 241 del 8 de octubre de 1987, 30151-30157 [Internet]. [Fecha último acceso: 20-05-2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/1987/10/08/pdfs/A30151-30157.pdf>
- Bord, C., Guerinon, D. y Lebecque, A. (2017). Heated or raw Blue cheeses: What are the drivers influencing consumer preferences? *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 1959-1970.
- Bustamante, MA., Virto, M., Aramburu, M., Barrón, LJR., Pérez-Elortondo, FJ., Albisu, M. y De Renobales, M. (2003). Lamb rennet paste in ovine cheese (Idiazabal) manufacture. Proteolysis and relationship between analytical and sensory parameters. *International Dairy Journal*, 13 (7), 547-557.
- Campo, E., Ballester, J., Langlois, J., Dacremont, C. y Valentin, D. (2010). Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference*, 21, 44-55.
- Caspia, E. L., Coggins, P. C., Schilling, M. W., Yoon, Y. y White, C. H. (2006). The relationship between consumer acceptability and descriptive sensory attributes in cheddar cheese. *Journal of Sensory Studies*, 21, 112-127.

- Casabianca, F., Sylvander, B., Noël, Y., Béranger, C., Coulon, J. B., y Roncin, F. (2005). Terroir et typicité: Deux concepts-clés des appellations d'Origine contrôlée—Essai de définitions scientifiques et opérationnelles. In Proceedings of the international symposium "Territoires et Enjeux du Développement Régional". France: Lyon. p. 22.
- Castada, H.Z., Hanas, K. y Barringer, S.A. (2019). Swiss Cheese Flavor Variability Based on Correlations of Volatile Flavor Compounds, Descriptive Sensory Attributes, and Consumer Preference. *Foods*, 8(78), 1-16.
- Cayot, N. (2007). Sensory quality of traditional foods. *Food Chemistry*, 101, 154-162.
- COI. (2005). COI/T.20/Doc. nº 22, Noviembre de 2005. Método de valoración organoléptica del aceite de oliva virgen extra que opta a una denominación de origen. Consejo Oleícola Internacional.
- Dekhilia, S. y d'Hauteville, F. (2009). Effect of the region of origin on the perceived quality of olive oil: An experimental approach using a control group. *Food Quality and Preference*, 20, 525-532.
- Delgado, C. y Guinard, J. X. (2011). How do consumer hedonic ratings for extra virgin olive oil relate to quality ratings by experts and descriptive analysis ratings? *Food Quality and Preference*, 22, 213-225.
- DOP Idiazabal. (2019). Pliego de condiciones corrección de errores 25-06-2019. Denominación de Origen Protegida Idiazabal. [Internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/pliegoconmodificacionmenoretiquet22022017correccionerrores\\_tcm30-510947.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/pliegoconmodificacionmenoretiquet22022017correccionerrores_tcm30-510947.pdf)
- DOP Idiazabal. (2022). Denominación de Origen Protegida Idiazabal [Internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <https://www.quesoidiazabal.eus/premios>
- ENAC. (2022a). Entidad Nacional de Acreditación [Internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <https://www.enac.es/web/enac/entidades-acreditadas/buscador-de-acreditados>
- ENAC. (2022b). Anexo Técnico Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU) de la UPV/EHU Rev.13 del 21 de enero de 2022. Entidad Nacional de Acreditación [Internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <https://www.enac.es/documents/7020/e9cc60fc-2ee1-4948-8efc-7ade21ab94ae>
- Endrizzi, I., Aprea, E., Biasioli, F., Corollaro, M. L., Dematte, M. L., Penasa, M., Bittante, G. y Gasperi, F. (2013). Implementing sensory analysis principles in the quality control of PDO products: a critical evaluation of a real-world case study. *Journal of Sensory Studies*, 28, 14-24.

- Etaio, I., Pérez-Elortondo, F.J., Gil, P.J., Albisu, M., Virto, M., Conde, S., Barron, L.J.R., Nájera, A.I., Gómez-Hidalgo, M.E., Delgado, C., Guerra, A. y De Renobales, M. (2006). Hygienic quality, lipolysis and sensory properties of Spanish Protected Designation of Origin ewe's milk cheeses manufactured with lamb rennet paste. *Lait*, 86(6), 415-434.
- Etaio, I., Albisu, M., Ojeda, M., Gil, P. F., Salmerón, J. y Pérez-Elortondo, F. J. (2010a). Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Panel training and qualification, method validation and monitoring. *Food Control*, 21, 542-548.
- Etaio, I., Albisu, M., Ojeda, M., Gil, M. P. F., Salmerón, J. y Pérez-Elortondo, F. J. (2010b). Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Method development. *Food Control*, 21, 533-541.
- Etaio, I., Gil, P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J. y Pérez-Elortondo, F. J. (2012). Improvement of sensory quality control in PDO products: an example with txakoli white wine from Bizkaia. *Food Quality and Preference*, 23, 138e147.
- Francis, I.L. y Williamson, P.O. (2015). Application of consumer sensory science in wine research. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21, 554-567.
- Gonzalez Viñas, M. A., Esteban, E. M. y Cabezas, L. (1999). Physicochemical and sensory properties of Spanish ewe milk cheeses and consumer preferences. *Milchwissenschaft*, 54, 326-329.
- Grunert, K. y Aachmann, K. (2016). Consumer reactions to the use of EU quality labels on food products: A review of the literature. *Food Control*, 59, 178-187.
- Guerrero, L., Guardia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S. y Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52, 345-354.
- Guerrero, L., Claret, A., Chaya, C., Fernández-Ruiz, V., Romero, E. y Viejo, J. (2012). La cultura del aceite de oliva en España. *Fruticultura (Especial Olivicultura)*, 24, 106-111.
- Hersleth, M., IIseng, M. A., Martens, M. y Næs, T. (2005). Perception of cheese: A comparison of quality scoring, descriptive analysis and consumers responses. *Journal of Food Quality*, 28, 333-349.
- Hopfer, H. y Heymann, H. (2014). Judging wine quality: Do we need experts, consumers or trained assessors? *Food Quality and Preference*, 32, 221-233.
- IDF. (1997). Standard 99C. Sensory evaluation of dairy products by scoring. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
- Kraggerud, H., Solem, S. y Abrahamsen, R. (2012). Quality scoring – A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 26, 221-230.
- Labbe, D., Sudre, J., Dugas, V. y Folmer, B. (2016). Impact of crema on expected and actual espresso coffee experience. *Food Research International*, 82, 53-58.



- Lathey, K.A., Bramley, B.R. y Francis, I.L. (2010). Consumer acceptability, sensory properties and expert quality judgements of Australian Cabernet Sauvignon and Shiraz wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 189-202.
- Lavanchy, P., Mege, J., Pérez-Elortondo, F. J., Bivar Roseiro, L., Scintu, M. F., Torre, P., Bárcenas, P. y Loygorry, P. (1999). En guía para la evaluación sensorial de la textura de quesos de pasta dura y semidura de leche de oveja. Servicio de Publicaciones de las Comunidades Europeas: Luxemburgo.
- Lawlor, J.B. y Delahunty, C.M. (2000). The sensory profile and consumer preference for ten speciality cheeses. *International Journal of Dairy technology*, 53(1), 28-36.
- Liggett, R. E., Drake, M. A. y Delwiche, J. F. (2008). Impact of flavor attributes on consumer liking of Swiss cheese. *Journal of Dairy Science*, 91, 466-476.
- Meals, S. E., Schiano, A. N. y Drake, M. A. (2020). Drivers of liking for Cheddar cheese shreds. *Journal of Dairy Science*, 103, 2167-2185.
- Muñoz, A. M. (2002). Sensory evaluation in quality control: An overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*, 13, 329-339.
- Ojeda, M., Etaio, I., Fernández Gil, M.P., Albisu, M., Salmerón, J. y Pérez-Elortondo, F.J. (2015). Sensory quality control of cheese: Going beyond the absence of defects. *Food Control*, 51, 371-380.
- OJEU. (1991). Reglamento (CEE) 2568/91 de la comisión de 11 de julio de 1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L248(34), 1-84 [internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1991:248:FULL&from=EN>
- OJEU. (2012). Reglamento (UE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L343(55), 1-29 [internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1151&from=ES>
- Ophuis, P. y Vantrijp, H. C. M. (1995). Perceived quality – A market driven and consumer oriented approach. *Food Quality and Preference*, 6(3), 177-183.
- Ordoñez, A. I., Ibañez, F. C., Torre, P., Barcina, Y. y Pérez-Elortondo, F. J. (1998). Application of multivariate analysis to sensory characterization of ewes' milk cheese. *Journal of Sensory Studies*, 13, 45-55.
- Ortigosa, M., Bárcenas, P., Arizcun, C., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M. y Torre, P. (1999). Influence of the starter culture on the microbiological and sensory characteristics of ewe's cheese. *Food Microbiology*, 16, 237-247.
- Pérez-Elortondo, F. J. (1993). Actividades técnicas y de control de la Denominación de Origen Idiazabal. *Sustrai*, 28, 46-50.
- Pérez-Elortondo, F. J. (1996). Pasado y futuro del análisis sensorial del queso Denominación de Origen Idiazabal. *Sustrai*, 40, 27-31.

- Pérez-Elortondo, F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., Etaio, I. y Molina, M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, 18, 425-439.
- Pérez-Elortondo, F. J., Symoneaux, R., Etaio, I., Coulon-Leroy, C., Maître, I. y Zannoni, M. (2018). Current status and perspectives of the official sensory control methods in protected designation of origin food products and wines. *Food Control*, 88, 159-168.
- Perez Elortondo y Zannoni (2021). Guidelines for sensory analysis of protected designation of origin food products and wines. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Pérez Villarreal, B., Barcina Angulo, Y., Pérez de Calleja, A., Pérez-Elortondo, F. J., Zeberio Torrontegui, M. y Kellen, L. (1995). En *Idiazabal: modo de empleo*, 69pp. Editorial gastronómika. Bilbao, España.
- Preacher, K. J. (2001). Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence. Computer software. [internet]. [Fecha último acceso 20-05-2022]. Disponible en: <http://quantpsy.org>
- Rocha, R.S., Calvalcanti, R.N., Silva, R., Guimarães, J. T., Balthazar, C.F., Pimentel, T.C., Esmerino, E.A., Freitas, M.Q., Granato, D., Costa, R.G.B., Silva, M.C. y Cruz, A. G. (2020). Consumer acceptance and sensory drivers of liking of Minas Frescal Minas cheese manufactured using milk subjected to ohmic heating: Performance of machine learning methods. *LWT - Food Science and Technology*, 126, 109342.
- Recchia, A., Monteleone, E. y Tourila, H. (2012). Responses to extra virgin olive oils in consumers with varying commitment to oils. *Food Quality and Preference*, 24, 153-161.
- Sáenz-Navajas, M. P., Ballester, J., Pêcher, C., Peyron, D. y Valentin, D. (2013). Sensory drivers of intrinsic quality of red wines. Effect of culture and level of expertise. *Food Research International*, 54, 1506-1518.
- Samant, S.S. y Seo, H. S. (2016). Quality perception and acceptability of chicken breast meat labeled with sustainability claims vary as a function of consumers' label-understanding level. *Food Quality and Preference*, 49, 151-160.
- Santillo, A., Caroprese, M., Ruggieri, D., Marino, R., Sevi, A. y Albenzio, M. (2012). Consumer acceptance and sensory evaluation of Monti Dauni Meridionali Caciocavallo cheese. *Journal of Dairy Science*, 95, 4203-4208.
- UNE. (2012). Norma UNE-EN ISO/IEC 17065. Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. Asociación Española de Normalización. Madrid, España.
- UNE. (2010a). Norma UNE-EN ISO 8589. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata. Asociación Española de Normalización. Madrid, España.
- UNE. (2010b). Norma UNE-EN ISO 5492. Análisis sensorial. Vocabulario. Asociación Española de Normalización. Madrid, España.

- UNE. (2017). Norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Asociación Española de Normalización. Madrid, España.
- Valli, E., Bendini, A., Popp, M. y Bongartz, A. (2014). Sensory analysis and consumer acceptance of 140 high-quality extra virgin olive oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 2124- 2132.
- Virto, M., Chavarri, F., Bustamante, MA., Barron, LJR., Aramburu, M., Vicente, MS., Pérez-Elortondo, FJ., Albisu, M. y De Renobales, M. (2003). Lamb rennet paste in ovine cheese manufacture. Lipolysis and flavour. *International Dairy Journal*, 13 (5), 391-399.
- Yang, J. y Jeehyun Lee, J. (2019). Application of Sensory Descriptive Analysis and Consumer Studies to Investigate Traditional and Authentic Foods: A Review. *Foods*, 8(54), 1-17.
- Zabaleta, L., Albisu, M., Ojeda, M., Gil, P.F., Etaio, I., Perez Elortondo, F.J., De Renobales M. y Barron, L.J.R. (2016). Occurrence of sensory defects in semi-hard ewe's raw milk cheeses. *Dairy Science and Technology*, 96, 53-65.
- Zhang, X. Y., Guo, H. Y., Zhao, L., Sun, W. F., Zeng, S. S., Lu, X. M. y Ren, F. Z. (2011). Sensory profile and Beijing youth preference of seven cheese varieties. *Food Quality and Preference*, 22, 101-109.



# SECCIÓN II



# Capítulo VII

## Conclusiones

---





- 1.** Este trabajo muestra cómo se puede adaptar y mejorar un método de control sensorial oficial enfocado a la certificación de productos con DOP basado en la identificación de defectos, únicamente. La adaptación del método permite disponer de una descripción más detallada del producto considerando la frecuencia de citación de diferentes características sensoriales (adecuadas, no del todo adecuadas y defectuosas) y justificando, de este modo, la razón de las puntuaciones de calidad.
- 2.** Disponer de un método de evaluación más detallado permite a los/as evaluadores/as entrenados/as analizar los parámetros sensoriales de manera más objetiva y sin tener solo en consideración la presencia o ausencia de características defectuosas. Esto conlleva un uso más amplio de la escala, particularmente hacia las puntuaciones más altas de calidad, y una mayor capacidad discriminante entre quesos no defectuosos, aunque incrementando la dispersión de las puntuaciones.
- 3.** La aceptabilidad de los consumidores hacia un producto DOP no tiene por qué coincidir con la calidad sensorial puntuada por un panel de evaluadores/as entrenados/as en base a un método de control de calidad. Aunque la mayoría de los/as consumidores/as prefiere los quesos de mayor calidad sensorial (establecida por el panel entrenado), se han encontrado diferentes patrones de preferencia entre ellos/as.
- 4.** Las características sensoriales más relacionadas con la aceptabilidad de la mayoría de los/as consumidores/as son principalmente “dulce” y “torrefacto” mientras que las características “animal”, “rancio” y “amargo” explican en gran medida la aceptabilidad de algunos grupos minoritarios de consumidores.
- 5.** La percepción de la calidad sensorial depende hasta cierto punto del origen de los/as consumidores/as, probablemente debido a la mayor o menor familiaridad con los productos evaluados. Asimismo, los quesos DOP son percibidos como de mayor calidad sensorial que los quesos no-DOP. En cada región la percepción de la calidad sensorial es mayor hacia los quesos locales que hacia los quesos no locales, siendo a su vez mayor hacia los DOP que hacia los no-DOP.
- 6.** La correlación entre percepción de la calidad sensorial y aceptabilidad es, en cierto grado, significativa. Esto sugiere que, hay otros factores además de la aceptabilidad, que influyen en la percepción de la calidad sensorial. Además, si bien existe una correlación significativa entre la percepción de calidad sensorial y la aceptabilidad, esta relación es más marcada para quesos no-locales que para quesos locales. Ello reforzaría la idea de la influencia de la familiaridad hacia el producto en la percepción de la calidad sensorial

del mismo, considerándose por parte de los/as consumidores/as algunos otros aspectos más allá de que el producto guste más o menos.

7. En cuanto a las características sensoriales que influyen en la calidad sensorial percibida, los patrones entre los/as consumidores/as de las cuatro regiones europeas fueron, en términos generales, similares. Las características sensoriales que presentaron una mayor asociación con la calidad sensorial percibida fueron: "ácido butírico", "cuajo", "leche acidificada", "salado", "ácido", "picante" "friabilidad" y "solubilidad".

# SECCIÓN III



# **Anexo II**

## Trabajos publicados

---



Los tres trabajos publicados incluidos en esta tesis son los siguientes:

**Artículo 1.** Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, M. Pilar Fernández Gil, Marta Albisu, Jesús Salmerón, Francisco José Pérez-Elortondo (2015). Sensory quality control of cheese: going beyond the absence of defects. *Food Control*, 1, 371 – 380.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.034>

DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.11.034

De acuerdo con los datos del Journal Citation Reports (JCR) de 2015:

Factor de impacto: 3,388

Posición en la categoría "Food Science & Technology": 15/125 (Q1)

**Artículo 2.** Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, Luis Guerrero, M<sup>a</sup> Pilar Fernández Gil, Francisco José Pérez-Elortondo (2018). Does consumer liking fit the sensory quality assessed by trained panelists in traditional food products? A study on PDO Idiazabal cheese. *Journal of Sensory Studies*, e12318.

<https://doi.org/10.1111/joss.12318>

DOI: 10.1111/joss.12318

De acuerdo con los datos del Journal Citation Reports (JCR) de 2018:

Factor de impacto: 2,072

Posición en la Categoría "Food Science & Technology": 57/135 (Q2)

**Artículo 3.** Mónica Ojeda, Iñaki Etaio, Dominique Valentin, Catherine Dacremont, Mario Zannoni, Tuomo Tupasela, Leena Lilleberg, Francisco José Pérez-Elortondo (2021). Effect of consumers' origin on perceived sensory quality, liking and liking drivers: a cross-cultural study on European cheeses. *Food Quality and Preference*, 87, 10404.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104047>

DOI: 10.1016/j.foodqual.2020.104047

De acuerdo con los datos del Journal Citation Reports (JCR) de 2020:

Factor de impacto: 5,565

Posición en la Categoría "Food Science & Technology": 18/143 (Q1)







## Sensory quality control of cheese: Going beyond the absence of defects



Mónica Ojeda <sup>a</sup>, Iñaki Etaio <sup>a, b</sup>, M. Pilar Fernández Gil <sup>a</sup>, Marta Albisu <sup>a, b</sup>, Jesús Salmerón <sup>a</sup>, Francisco José Pérez Elortondo <sup>a, b, \*</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain

<sup>b</sup> Lactiker (Calidad y seguridad de alimentos de origen animal), Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 18 June 2014

Received in revised form

21 November 2014

Accepted 22 November 2014

Available online 2 December 2014

#### Keywords:

Sensory quality control

Food certification

Protected Designation of Origin (PDO)

Idiazabal cheese

Trained panel

### ABSTRACT

There is a generalized lack of specific methods in the quality control of sensory characteristics of Protected Designation of Origin (PDO) and, in many cases, there is also a lack of sensory panels sufficiently trained and monitored. In this sense, reported experiences about how to develop procedures for sensory quality control of PDO products are very scarce.

The present work describes the modification of a former sensory quality control method applied to PDO Idiazabal cheese which was included in the scope of an accredited sensory laboratory. The former method was mainly oriented to the identification of defects in the product, whereas the new method, in addition to this, provides an exhaustive description of the non-defective sensory characteristics of each sample. In the new method, sensory characteristics (both positive and negative) are identified and classified for each of the parameters considered (shape, rind, paste color, eyes, odor, texture, flavor and persistence). Quantitative sensory references for the different sensory characteristics were developed.

Moreover, this work compares the results of applying both methods. Results confirmed that new method enables a more detailed description of PDO Idiazabal cheese. Also, the inclusion of the identification of positive characteristics led to a broader use of the scale, contributing to a better sensory quality differentiation among samples without defects, although increasing the score dispersion to a certain extent.

The experience described in the present work could be very useful for other laboratories and certification bodies that deal with sensory quality control of PDO products, particularly cheeses.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

### 1. Introduction

In food industry, sensory quality is usually related to a great extent to the consumers' preferences. In the particular case of food products certified as Protected Designation of Origin (PDO), hedonic information from consumers should have a lower influence on the sensory quality definition than in the case of conventional foods. In fact, PDO products should be defined by specific sensory

characteristics which are related to a region, raw materials or traditional elaboration procedures (Ballester, Dacremont, Le Fur, & Etiévant, 2005; Bertozzi, 1995; Cayot, 2007) independently of the consumers' opinion. In addition, it is important to specify the sensory characteristics of PDO products in order to differentiate them from other similar products.

Furthermore, from a legal point of view, taking into account that the certifying organizations have to comply with the standard ISO 17065 (ISO, 2012), the sensory analysis needed for certification must comply with the requirements of the standard ISO 17025 (ISO, 2005).

Nowadays, there is not a standardized approach or European guide for the development of sensory quality control for PDO products so, in terms of sensory evaluation, each PDO decides the way to fulfill this legal requirement. In many cases, there is a very

\* Corresponding author. Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain. Tel.: +34 945 013075; fax: +34 945 013014.

E-mail address: [franciscojose.perez@ehu.es](mailto:franciscojose.perez@ehu.es) (F.J. Pérez Elortondo).

generic description of the sensory characteristics that the product must present, but no statement on how to check it. In fact, there is a general absence of methods and trained and monitored panels to carry out the sensory quality control in a rigorous way following good practices that can ensure that a product presents the sensory characteristics that are expected from it. In addition, sensory quality control is often limited to checking the absence of defects.

In the scarce reported experiences, sensory features are defined by both professionals of sensory analysis and experts with deep knowledge of the product (Etaio et al., 2013; Pérez Elortondo et al., 2007; Torre, 2002). The participation of experts is very important because they can describe the sensory characteristics of the products in a more exhaustive way and with high accuracy (Ballester et al., 2005).

PDO Idiazabal cheese is a traditional product from the Basque Country made with raw ewes' milk of the autochthonous Latxa breed and with a ripening of at least two months. The sensory characteristics that this cheese must present and the acceptance limits for certification are included in the PDO Idiazabal cheese requirements (MAGRAMA, 2014).

The activities of sensory control of this product have been carried out in the Sensory Laboratory of the University of the Basque Country (LASEHU), which is accredited according to the standard ISO 17025 for the sensory quality control of this product since 2005. The method for sensory quality control of PDO Idiazabal cheese was described by Pérez Elortondo et al. (2007) and it consisted, to a great extent, in the identification of possible defects in order to assure a non-defective product. The final report of this analysis included the mean score of each of the parameters considered and the indication of the presence of specific defects based on the citation frequency by assessors. A method with a similar approach to evaluate the compliance with product specifications for sensory properties in milk and milk products was published by ISO (ISO, 2009). However, these methods did not consider specifically the identification of non-defective characteristics of the cheeses so the assessors' attention can focus mainly on detecting the presence of defects. In consequence, descriptive information further than defects could be missing.

In 2010, the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese modified the sensory specifications of the "optimal" product and established more detailed criteria to decide when disqualifying a cheese to be sold with the Idiazabal cheese label. As the previous method for sensory quality control was so limited, the Regulatory Council together with LASEHU decided to adapt it to the new requirements and also to reach a more exhaustive sensory description of the samples by considering the identification of non-defective sensory characteristics. The accreditation of the laboratory (according to standard ISO 17025) to apply this new method was renewed in November 2013.

The aim of the present work is to describe the adaptation of the method for the sensory quality control of PDO Idiazabal cheese, so that, in addition to be used for the identification of defects, it provides an exhaustive description of the sensory characteristics of each sample. Also, this work includes the composition and preparation of the new sensory references developed and the comparison between the results derived from the two methods (the former one, M1, and the new one, M2) to study both the dispersion of the quality scores from the panel and the use of the scale by the assessors.

## 2. Material and methods

### 2.1. Method adaptation to the new specifications

The method was adapted from the previous experience described in detail in Pérez Elortondo et al. (2007). Six discussion

sessions of about 2 h were attended by 11 participants from different professional sectors and with a broad experience working on PDO Idiazabal cheese from diverse points of view (four specialists in sensory analysis, three cheese expert producers, two restaurateurs and two members of the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese). Five of them were also qualified members of the panel for sensory quality control of the product. This number of participants attending the sessions was considered appropriate, since a higher number of attendees could complicate the discussions too much. A general overview of the differences and similarities between the two methods is summarized in Table 1.

### 2.2. Assessors

The number of available trained assessors for sensory quality control of PDO Idiazabal cheese according to M1 was 16 (10 male and 6 female), with an average age of 46 and with a wide experience evaluating PDO Idiazabal cheese. The trained panel for sensory quality control of PDO Idiazabal according to M2 was composed of 19 assessors (12 male and seven female, with an average age of 42), 14 of them from the previous panel and five new assessors recruited by the interest they showed to be members of the panel. All the assessors were initially selected and trained as described by Pérez Elortondo et al. (2007).

### 2.3. Development of sensory references and panel training

With the purpose of harmonizing the sensory concepts defined in the discussion sessions, new qualitative and quantitative references were discussed. For each sensory characteristic, different kinds of chemical substances or commercial products were used to prepare a reference that reproduced appropriately this sensory characteristic. References were prepared in a cheese base so that the perception of each attribute was as close as possible to the real situation of cheese evaluation. Some of the references that

**Table 1**

General overview of the main similarities and differences between the two methods (M1 and M2).

	M1	M2
Sensory parameters	Shape, Rind, Paste color, Eyes, Odor, Texture, Taste, Aftertaste	The same parameters but Taste renamed as Flavor and Aftertaste renamed as Persistence
Number of assessors in each session	Seven	The same number of assessors
Sample description	Only defective sensory characteristics considered	Both defective and non-defective sensory characteristics (appropriate and not totally appropriate) considered
Scale for scoring sensory parameters	Discontinuous seven point scale	The same scale
Criteria to score the parameters	Based in decision trees	Based in decision trees and with a specific new tree for Persistence
References	Only references for defective sensory characteristics	References for both non-defective and defective sensory characteristics
Report	Mean score for each parameter, indication of the presence of defects when five or more of seven assessors cited the defect and spider plots showing the number of assessors quoting each specific defect	Mean score for each parameter, histograms showing the percentage of assessors quoting each sensory characteristic, also differentiating among appropriate, not totally appropriate and defective

remained still undefined after the six discussion sessions (mainly regarding references' intensities) were finally established with the panel during training.

Odor references were presented in 100 mL screw glass jars with the top placed to minimize volatile loss. Jars were covered with aluminum foil to avoid seeing the content. References for taste were presented in plastic glasses and texture references in plastic plates. Appearance references were selected from a catalog of 220 digital pictures representatives of the different sensory characteristics that were taken in the laboratory in the previous years.

In order to train the panel in M2, eight sessions (90 min each one) were developed in the group room of the laboratory, where the new references were tested and cheese samples were evaluated and discussed. In the last training sessions the samples were scored in individual booths so the assessors get familiarized with the new score card displayed on computer screens and with the use of Fizz software 2.40H (Biosystemes, Couternon, France).

After training, the ability of each assessor in reference identification and in cheese scoring was checked by individual qualification tests. Tests were carried out according to the approach reported by [Etaio et al. \(2010\)](#). Tests were distributed in two stages. The first stage dealt with identification of sensory references. The second stage dealt with the study of discriminating ability, repeatability, reproducibility, agreement with the panel in scores and agreement with the panel in identification of characteristic in cheeses. All assessors achieved the criteria established for these tests, so they started evaluating the samples according to M2 in a systematic way.

Every year, just before starting the period of quality control of the cheeses, assessors must pass again the qualification tests. To achieve this goal, they are retrained in reference identification and evaluation of samples of different quality.

#### 2.4. Sample preparation and evaluation

Samples used in the present study were cheeses included in the official quality control of PDO Idiazabal cheese from 2009 to 2012 (796 samples in 2009 and 2010 according to M1, and 654 samples in 2011 and 2012 according to M2). Samples came from the 126 cheese producers registered in the PDO.

Samples arrived to the laboratory as half cheeses coded anonymously by the official body in charge of sampling. Once at the laboratory, all the half cheeses were placed in a fridge at  $5 \pm 3$  °C and moved to a cellar at  $17 \pm 2$  °C the night before to the analysis.

It was decided to use in M2 the same procedure to prepare and to assess the samples as in M1. Cheese pieces of  $1.5 \times 1.5 \times 5$  cm were cut from a slice extracted from the half cheese and presented to the assessors according to a previously established random order, different for each assessor. Each session was conducted by seven qualified assessors.

As recommended by standard ISO 22935–3 ([ISO, 2009](#)), previous to the sensory evaluation of the samples, assessors evaluated two samples selected by the panel leader. These samples were selected on the basis of their different sensory quality or because there was disagreement among assessors in previous sessions. The results were discussed in the group room as panel calibration.

Next, the eight samples for quality control, coded with three digits, were evaluated in booths and scores and sensory characteristics were collected with Fizz software. A waiting time of 20 s between contiguous samples and, also, a stop of 5 min between the first four samples and the remaining four samples, were programmed so it was not possible to start with the next sample before this time had passed. Assessors chewed apple and rinsed the mouth with water between samples to eliminate residual sensations. After the evaluation of odor, texture, flavor and persistence of all the

samples, the appearance parameters were analyzed in the remaining part of the half cheese, identified with a different code.

Both individual assessor and panel performances were checked after each session as described by [Pérez Elortondo et al. \(2007\)](#).

#### 2.5. Data treatment

Statistical descriptive analysis was used to summarize the scorings obtained from M1 and M2 for each of the eight parameters. A contingency table (sensory parameters of each method in rows and quality scores in columns) containing the number of citations of each quality score (from 1 to 7) by individual assessors was prepared. A correspondence analysis (CA) was performed in order to visualize the relationship between the quality scores and the parameters in both methods. A Chi-square was performed for each parameter to determine statistical significant differences ( $P \leq 0.05$ ) in quality scores distribution between methods. To know if observed citations in each quality score of each method were significantly higher or lower ( $P \leq 0.05$ ) than the expected citations from a random distribution, a Fisher's exact test was applied for each parameter. Data were analyzed using Excel 2007 (Microsoft, Redmond, USA) and XLSTAT 2011 (Addinsoft, Paris, France).

### 3. Results and discussion

#### 3.1. Adaptation of the method

In the sensory specifications included in the PDO Idiazabal cheese requirements for certification, two of the eight parameters were renamed. The combination of aroma, taste and trigeminal sensations, previously named taste, was renamed as flavor, which is more appropriate from a technical point of view ([ISO, 2008](#)). The term previously named aftertaste, which, according to the technical definition, refers only to taste sensations, was replaced by persistence, as proposed by [Etaio et al. \(2012\)](#) to consider also aromas and trigeminal sensations remaining after swallowing the sample.

Sensory characteristics within each of the eight parameters were discussed and classified into three categories: appropriate, not totally appropriate and defective sensory characteristics ([Table 2](#)). In this sense, the defects already used in M1 were discussed again. Majority of them were maintained, some of them were removed because of not being identified the previous two years, and a few new defects were included. As in the previous method ([Pérez Elortondo et al., 2007](#)), a discontinuous 7 point scale was used for scoring each sensory parameter, linking each quality grade with a sensory description. Also, to objectify the quality scorings and make easier understanding the scoring criteria, decision trees were developed ([Figs. 1 and 2](#)). According to these decision trees, when defects are perceived scores lower than 4 must be given. Marking 1, 2 or 3 depends on the intensity noticed (high, medium or low, respectively). With the exception of persistence parameter, the maximum score (7) must be given when all appropriate characteristics are present (absence of not totally appropriate characteristics and defective characteristics). Scores 4, 5 or 6 must be marked when there are not defects but the sensory characteristics are not totally appropriate. In many cases, a characteristic is not totally appropriate because its intensity is too high or too low ([Table 2](#)). The clearest example is toasty odor/aroma, which at slight to medium intensities is considered a totally appropriate characteristic, at higher intensities or when absent it is considered a not totally appropriate characteristic and, when its intensity is very high, excessive, it is considered a defect.

In the particular case of persistence ([Fig. 2](#)), despite the possible presence of not totally appropriate characteristics or defects,

**Table 2**  
Appropriate, not totally appropriate and defective characteristics of the eight sensory parameters evaluated in PDO Idiazabal cheese. Each characteristic includes a numeric code used in Fig. 4.

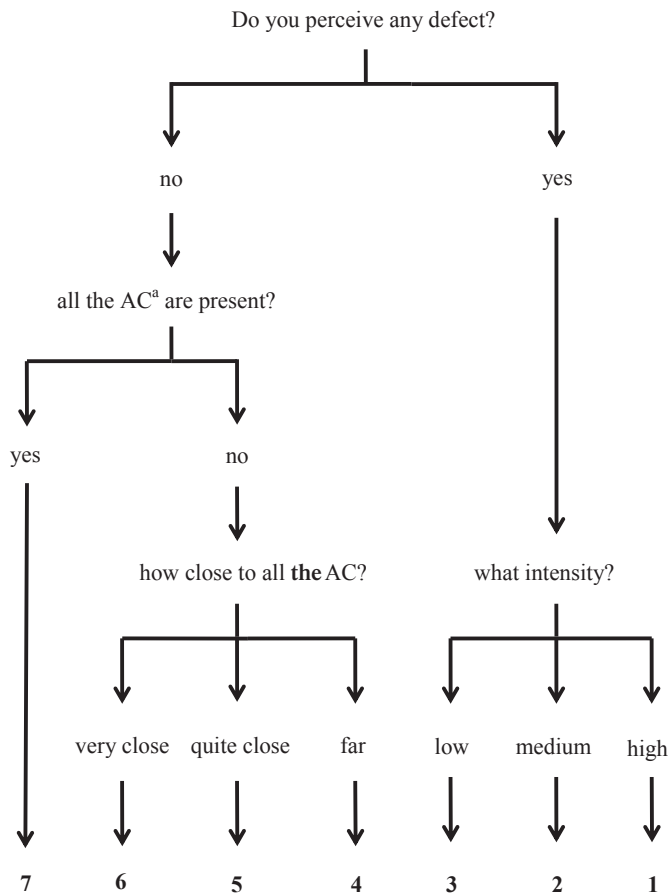
Sensory parameter	Appropriate characteristics	Not totally appropriate characteristics	Defective characteristics
Shape	(1.1) Cylindrical	(2.1) Slightly non-cylindrical	(3.1) Clearly non cylindrical
	(1.2) Flat faces	(2.2) Top face slightly convex (2.3) Lower face slightly convex (2.4) Top face slightly concave (2.5) Lower face slightly concave	(3.2) Convex (3.3) Concave
	(1.3) Slightly convex sides	(2.6) Quite convex sides (2.7) Straight sides	(3.4) Very convex sides (including also "elephant foot")
	(1.4) Uniform edges (sharp or rounded edges)	(2.8) Non-uniform edges between the two faces (2.9) Non-uniform edges in one of the faces (2.10) A face slightly inclined	(3.5) A face clearly inclined (3.6) Others
Rind	(1.1) Hard	(2.1) Not totally developed	(3.1) Not developed
	(1.2) Smooth, without foreign matter (dirty, black mould)	(2.2) Slightly non-smooth rind (2.3) Slight foreign matter	(3.2) Clearly non-smooth rind (3.3) Quite a bit of foreign matter
	(1.3) Slight signs of the cloths used	(2.4) Signs of the cloths fairly pronounced (2.5) No signs of the cloths	
	(1.4) Absence or slight signs of the trays on the faces	(2.6) Signs of the trays fairly pronounced	(3.4) Signs of the trays very pronounced
	(1.5) Homogenous color, from pale yellow or whitish grey to darker greyish (brown in the case of smoked cheeses)	(2.7) Slightly non-homogenous color (marbled, some points of different colors, slight discolorations, mould into the paste slightly visible from the exterior)	(3.5) Non-homogenous color (quite a bit of points of different colors, signs of discolorations, mould into the paste notably visible from the exterior) (3.6) Others
Paste color	(1.1) Homogenous	(2.1) Slightly non-homogenous (small crystals, slight signs of whey)	(3.1) Clearly non-homogenous (big crystals, obvious signs of whey)
	(1.2) From ivory to straw yellow	(2.2) Fairly pale (2.3) Fairly dark	(3.2) Very pale (3.3) Very dark
	(1.3) Border narrow and slightly darker than the paste	(2.4) Contrast border/paste quite evident (2.5) Wide border	(3.4) Contrast border/paste very evident (3.5) Mould presence (3.6) Others
		(2.1) Absence of holes (no cracks, caverns or eyes)	
		(2.2) Few short cracks	(3.1) Many short cracks (3.2) Long cracks (3.3) Many small caverns (3.4) Big caverns (3.5) Many small rounded eyes (3.6) Big rounded eyes (3.7) Very numerous irregular eyes
Eyes	(1.1) Absence of cracks	(2.3) Few small caverns	
	(1.2) Absence of caverns	(2.4) Few small rounded eyes	
	(1.3) Absence of rounded eyes	(2.5) Quite numerous irregular eyes (2.6) Bad distributed irregular eyes (2.7) Absence of irregular eyes	
	(1.4) Not numerous, smaller than a grain of rice, irregular size and random distribution	(2.1) Weak intensity (2.2) Absence of milky (2.3) Acidified ewe's milk (high or very high intensity)	(3.1) Odor hardly perceptible
		(2.4) Absence of natural rennet (2.5) Toasty (high intensity) (2.6) Absence of toasty (2.7) Smoky (high intensity) (2.8) Rancid/butyric acid (slight to medium intensity)	(3.2) Toasty (very high intensity)/Burnt (3.3) Smoky (very high intensity) (3.4) Absence of smoky (3.5) Rancid/butyric acid (high or very high intensity) (3.6) Vinegar (3.7) Animal (dirty stable) (3.8) Others
Odor	(1.1) Medium to high intensity		
	(1.2) Milky (ewe's milk)		
	(1.3) Natural rennet (dried stomach from suckling lamb)		
	(1.4) Toasty (slight to medium intensity)		
	(1.5) Smoky (slight to medium intensity) in smoked cheeses		
Texture	(1.1) Elasticity (slight to medium)	(2.1) High elasticity (2.2) No deformation (2.3) Soft (2.4) Very hard (2.5) Lumpy (2.6) Small crystals (2.7) Adherent (2.8) Dry	(3.1) Very high elasticity (3.2) Deformation but no recuperation (3.3) Very soft (3.4) Gritty (3.5) Big crystals (3.6) Very adherent (3.7) Very dry (3.8) Others
	(1.2) Firmness (medium to high)		
	(1.3) Granularity (slight to medium)		
Flavor (aroma, taste and trigeminal sensations)	<i>Aroma</i>		
	(1.1) Medium to high intensity	(2.1) Weak intensity	(3.1) Flavor hardly perceptible
	(1.2) Milky (ewe's milk)	(2.2) Absence of milky	
	(1.3) Natural rennet (dried stomach from suckling lamb)	(2.3) Absence of natural rennet	
	(1.4) Toasty (slight to medium intensity)	(2.4) Toasty (high intensity) (2.5) Absence of toasty (2.6) Smoky (high intensity)	(3.2) Toasty (very high intensity)/Burnt

Table 2 (continued)

Sensory parameter	Appropriate characteristics	Not totally appropriate characteristics	Defective characteristics
	(1.5) Smoky (slight to medium intensity) in smoked cheeses	(2.7) Rancid/butyric acid (slight to medium intensity)	(3.3) Smoky (very high intensity) (3.4) Absence of smoky (3.5) Rancid/butyric acid (high or very high intensity) (3.6) Vinegar (3.7) Animal (dirty stable) (3.8) Others
	<i>Taste/trigeminal sensations</i> (1.6) Sweet (null to slight intensity) (1.7) Acid (slight to medium intensity) (1.8) Salty (medium intensity) (1.9) Absence of bitter taste (1.10) Pungent (slight to medium intensity)	(2.8) Sweet (medium to high intensity) (2.9) Acid (high intensity) (2.10) Salty (high intensity) (2.11) Bitter (slight intensity) (2.12) Pungent (high intensity) (2.13) Absence of pungent	(3.9) Acid (very high intensity) (3.10) Salty (very high intensity) (3.11) Bitter (medium to high intensity) (3.12) Pungent (very high intensity)
Persistence	(1.1) ≥8 s	(2.1) <8 s <i>Aroma</i> (2.2) Toasty (high intensity) (2.3) Smoky (high intensity) (2.4) Rancid/butyric acid (slight to medium intensity)  <i>Taste/trigeminal sensation</i> (2.5) Sweet (medium to high intensity) (2.6) Acid (high intensity) (2.7) Salty (high intensity) (2.8) Bitter (slight intensity) (2.9) Pungent (high intensity)	(3.1) Toasty (very high intensity)/Burnt (3.2) Smoky (very high intensity) (3.3) Rancid/butyric acid (high or very high intensity) (3.4) Vinegar (3.5) Animal (3.6) Others  (3.7) Acid (very high intensity) (3.8) Salty (very high intensity) (3.9) Bitter (medium to high intensity) (3.10) Pungent (very high intensity)

quality scoring depends also on the duration of the aroma after swallowing the sample (scores 6 and 7).

After defining the sensory characteristics considered for each of the eight parameters, the previous evaluation methodology was revised and the necessary modifications were made to adjust it to M2 (Fig. 3). For texture evaluation, the guide of Lavanchy et al. (1999) was taken into account as the main guideline. A new score card was developed, which, in addition to the scale, included the appropriate, not totally appropriate and defective sensory characteristics of each attribute. All the information related to the sensory characteristics, evaluation procedure and criteria to score each parameter was collected in a guide that was available for each assessor during the sensory evaluation in booths.



<sup>a</sup>AC: appropriate characteristics.

Fig. 1. Decision tree for scoring appearance, odor, texture and flavor parameters.

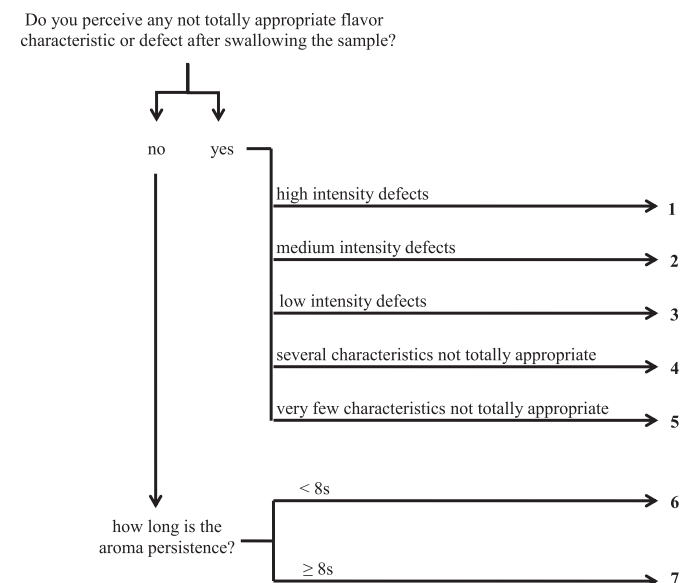
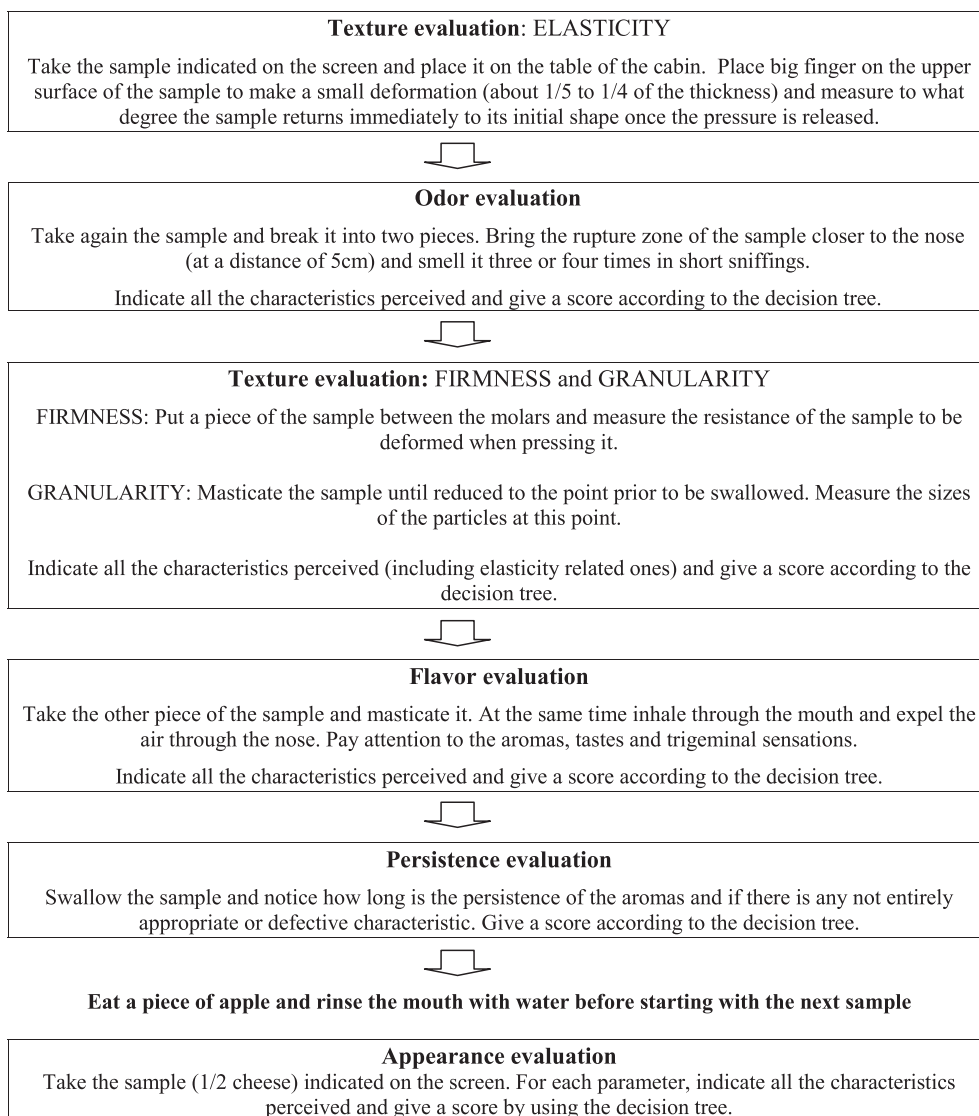


Fig. 2. Decision tree for scoring persistence parameter.



**Fig. 3.** Procedure to evaluate the sensory quality of PDO Idiazabal cheese.

It was decided to use in M2 the same procedure to collect the data from the sample evaluation as in M1. Once the quality control session is finished, data from the seven assessors are treated and the report is sent to the Regulatory Council. This report has two parts; in the first part, in addition to the information about the analysis required by ISO 17025 (sample code, sample reception date, analysis date or report delivery date), score mean of each parameter is included. If in any parameter any score is out from the range defined by the panel mean  $\pm 2$  units, this value is removed and the score mean is recalculated with the remaining scores, as proposed by [Etaio et al. \(2012\)](#). In any case, as internal criterion, if more than two scores should be removed, the analysis of the sample for that parameter was repeated in the next session and, if necessary, the results were discussed by the assessors until reaching homogenous scores.

In the second part of the report ([Fig. 4](#)), the sensory characteristics of each parameter are shown as the percentage of assessors indicating them. Whereas in M1 presence of defects was solely considered, in M2 non-defective characteristics are also shown, so the new method provides a more detailed description of each sample.

This report is used by the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese to qualify or to disqualify the samples and decide whether to be sold with the Idiazabal cheese label according to PDO Idiazabal cheese requirements ([MAGRAMA, 2014](#)).

### 3.2. Sensory references

Preparation and composition of the sensory references developed for the different characteristics of odor and flavor and for characteristics of texture are shown in [Tables 3 and 4](#), respectively. References of texture were developed with different commercial products, while references of odor, taste and trigeminal sensations were prepared in a cheese base by adding different substances. References for odor and taste and trigeminal sensations were prepared and kept frozen until the day before being evaluated. Then they were placed in a cellar at  $17 \pm 2$  °C until being presented to the assessors.

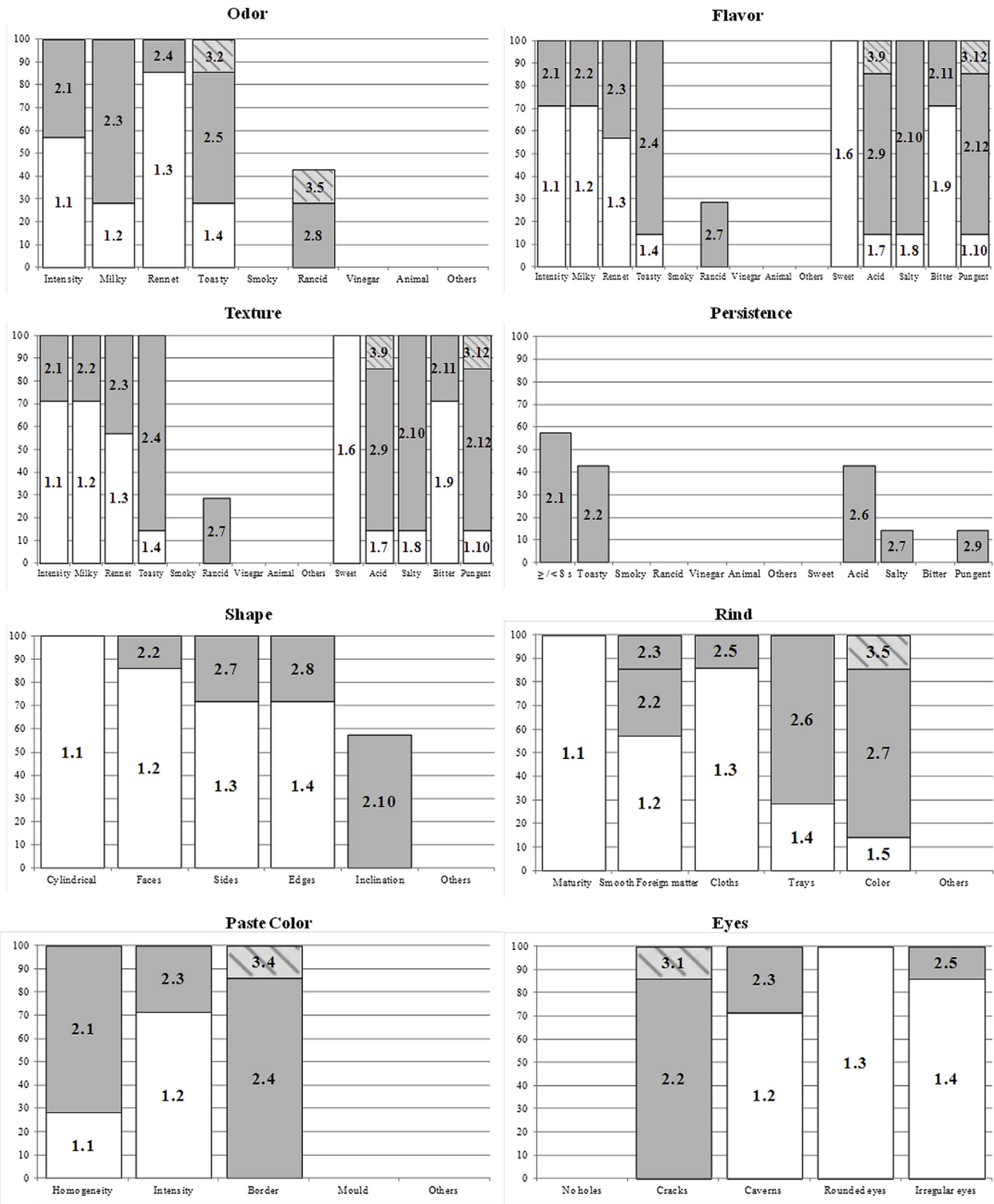
In contrast to M1 and according to the definition of the mentioned three levels of appropriateness of the sensory characteristics, there was more than one quantitative reference for many attributes, as shown in [Tables 3 and 4](#).

SECOND PART OF THE REPORT

Sample code:  
 Sample reception date:  
 Sample analysis date:  
 Report delivery date:  
 Technical management signature:



CRDO Queso Idiazabal  
 Contact person:



Numeric codes included in each bar refer to the sensory characteristics shown in Table 1.  
 Appropriate characteristics in white; not totally appropriate characteristics in grey; defective characteristics in grey and with lines.

Fig. 4. Example of the second part of the report about the sensory quality of PDO Idiazabal cheese.

**Table 3**  
Preparation and composition of sensory references of odor, taste and trigeminal sensations.

Characteristic	CS <sup>a</sup>	Reference preparation
<i>Odor</i>		
Milky (ewe's milk)	AC <sup>b</sup>	–
Natural rennet	AC	–
Toasty (slight to medium intensity)	AC	2 toffee tablets (El avión) dissolved in 20 mL H <sub>2</sub> O
Toasty (high intensity)	NTAC <sup>c</sup>	–
Toasty (very high intensity)	DC <sup>d</sup>	–
Burnt	DC	Liquid caramel (Royal) at 70% in H <sub>2</sub> O
Smoky (slight to medium intensity)	AC	Commercial liquid smoke aroma (Apsa) at 1% in H <sub>2</sub> O
Smoky (high intensity)	NTAC	–
Smoky (very high intensity)	DC	–
Rancid (high or very high intensity)	DC	Butyric acid at 10% in H <sub>2</sub> O
Vinegar	DC	Acetic acid at 6% and propionic acid at 4% in H <sub>2</sub> O
Animal	DC	–
<i>Taste/trigeminal sensations</i>		
Sweet (medium to high intensity)	NTAC	15 g sucrose in 100 mL H <sub>2</sub> O
Acid (high intensity)	NTAC	–
Acid (very high intensity)	DC	–
Bitter (slight intensity)	NTAC	0.7 g caffeine in 100 mL H <sub>2</sub> O
Bitter (medium to high intensity)	DC	–
Salty (high intensity)	NTAC	5 g NaCl in 100 mL H <sub>2</sub> O
Salty (very high intensity)	DC	–
Pungent (high intensity)	NTAC	CS1: Tabasco (Mc Ilhenny co.) at 10% in H <sub>2</sub> O
Pungent (very high intensity)	DC	CS2: Butyric acid at 10% in H <sub>2</sub> O

<sup>a</sup> CS: concentrated solution.

<sup>b</sup> AC: appropriate characteristic.

<sup>c</sup> NTAC: not totally appropriate characteristic.

<sup>d</sup> DC: defective characteristic.

<sup>e</sup> CB-O: cheese base for odor references; grate Edam cheese (Milbona) and blend 5 g with the product.

<sup>f</sup> CB-T: cheese base for taste and trigeminal sensations references; blend 8 g of natural yogurt (Danone) with 42 g of a fresh cow cheese (Angulo) and mix with the product.

In relation to references for odor intensity and aroma intensity attributes, the different levels of intensity were memorized by tasting and discussing many cheeses with different odor/aroma intensities instead of developing a specific reference.

Regarding appearance references, a pre-selection was made over digital photographs taken during 2009 and 2010. Experts were asked about the appropriateness of each picture for the different appearance characteristics. A specific catalog of digital photographs

was developed so that each of the three levels of each characteristic was represented by at least one visual reference. Additionally, in the case of defective characteristics, references were accompanied by a score from 1 to 3 according to the seriousness of the defect.

### 3.3. Score deviations and use of scales ranges

Score dispersion and the use of the scales ranges by the panel with M1 (2009 and 2010 years) and with M2 (2011 and 2012 years) were compared.

To study the score dispersion of the panel by parameter and sample, the criteria described by Pérez Elortondo et al. (2007) was applied. Thus, considering a 7 point scale, the standard deviation (STD) in scores had to be less than or equal to 1. As an internal criterion, when this requirement was not fulfilled in two or more parameters, the analysis of the sample for those parameters was repeated in the next session and, if score dispersion maintained, scoring were commented in group to reach a consensus. Table 5 shows the averaged standard deviation (ASTD) and the percentage of samples with an STD higher than 1 for each parameter, method and year. ASTD was higher in M2 than in M1 in all parameters. This difference between both methods was more clearly observed in the percentage of samples with an STD higher than 1. The score dispersion decreased slightly for most of the parameters during the second year of M2. This was probably due to the familiarization of the assessors with M2 throughout the first year.

The parameters with higher dispersion were odor, texture, flavor and persistence. These results were in agreement with the data described by Endrizzi et al. (2012) and Etaio et al. (2010), who noticed that odor and aroma parameters were usually more challenging than appearance parameters in studies on cheese and wine, respectively.

With the aim of visualizing the relationship between the quality scores and the parameters across methods, a CA was carried out considering the number of citations of each quality score (from 1 to

**Table 4**  
Preparation and composition of sensory references of texture.

Characteristic	Reference and preparation <sup>a</sup>
Elasticity	Slight to medium intensity AC <sup>b</sup> Cheddar cheese (Millán Vicente)
	Quite elastic NTAC <sup>c</sup> Edam cheese (Milbona)
	No deformation NTAC PDO Parmigiano Reggiano cheese (Ferrarini)
	Very elastic DC <sup>d</sup> Frankfurt sausage (Campofrío)
	Deformation but not recuperation DC Melted cheese (El caserío)
Firmness	Medium to high intensity AC Edam cheese (Milbona)
	Soft NTAC Frankfurt sausage (Campofrío)
	Very hard NTAC Raw potato
	Very soft DC Melted cheese (El caserío)
Granularity	Slight to medium intensity AC Small grained couscous
	Lumpy NTAC Medium grained couscous
	Gritty DC Breadcrumbs
	Small crystals NTAC Sugar
	Big crystals DC Small sweet balls for bakery (Vahine)
	Adherent NTAC Edam Cheese (Milbona)
	Very adherent DC Melted cheese (El caserío)
	Very dry DC Biscuit (María de Fontaneda)

<sup>a</sup> Cheese and potato references: cubes with a dimension of 1.5 × 1.5 × 3 cm; sausage references: slices of 1.5 × 1.5 × 3 cm width; couscous references: add boiling water to couscous and remove the water after 5 min.

<sup>b</sup> AC: appropriate characteristic.

<sup>c</sup> NTAC: not totally appropriate characteristic.

<sup>d</sup> DC: defective characteristic.



**Table 5**  
Averaged standard deviation (ASTD) and percentage of samples with an STD higher than 1 for each parameter, method and year.

Parameter	Method and year	ASTD <sup>a</sup>	% Samples with STD <sup>a</sup> >1
Shape	M1-2009	0.65	6.55
	M1-2010	0.69	8.27
	M2-2011	0.76	14.46
Rind	M2-2012	0.74	13.44
	M1-2009	0.62	7.30
	M1-2010	0.69	12.03
Paste color	M2-2011	0.78	17.71
	M2-2012	0.77	15.42
	M1-2009	0.66	7.56
Eyes	M1-2010	0.69	10.28
	M2-2011	0.79	17.96
	M2-2012	0.75	11.46
Odor	M1-2009	0.48	4.28
	M1-2010	0.51	6.77
	M2-2011	0.63	7.73
Texture	M2-2012	0.69	12.25
	M1-2009	0.73	9.07
	M1-2010	0.69	6.27
Flavor	M2-2011	0.85	24.69
	M2-2012	0.78	17.79
	M1-2009	0.69	6.05
Persistence	M1-2010	0.70	6.52
	M2-2011	0.85	22.94
	M2-2012	0.77	11.86
Persistence	M1-2009	0.80	14.86
	M1-2010	0.79	16.29
	M2-2011	0.89	31.42
Persistence	M2-2012	0.87	23.72
	M1-2009	0.82	19.90
	M1-2010	0.82	19.05
Persistence	M2-2011	0.95	36.16
	M2-2012	0.89	27.27

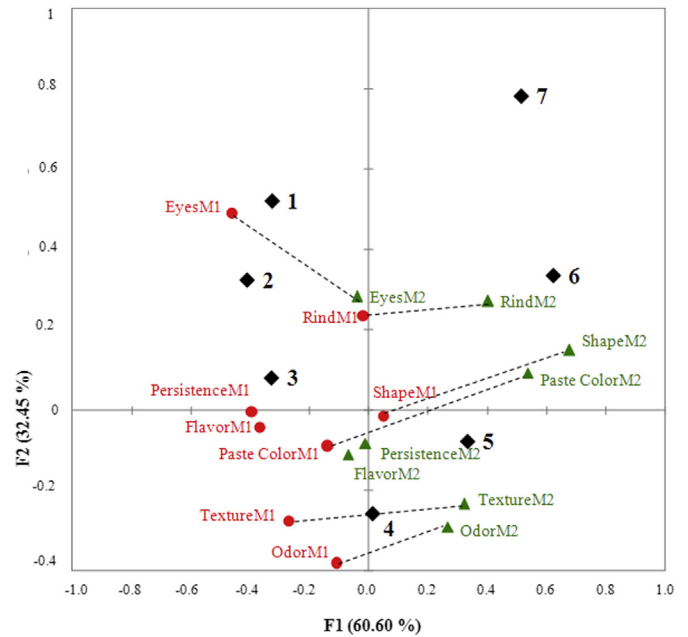
<sup>a</sup> ASTD and % of samples with an STD >1 were calculated over 397 samples in 2009 (M1), 399 samples in 2010 (M1), 401 samples in 2011 (M2) and 253 samples in 2012 (M2).

7) for each parameter by individual assessors. The first two dimension of the CA accounted for 93.05% of the variance of the experimental data, representing 60.60% and 32.45% of the variance, respectively.

As shown in Fig. 5, the positive side of the first dimension of the CA was linked to higher scores of the scale (5, 6 and 7). In contrast, negative side was linked to lower scores (1, 2 and 3). Furthermore, score 7 was located on the positive side of the second dimension and score 4 on the negative side. Parameter distribution in M1 was linked with lower scores whereas parameters in M2 were closer to higher scores.

According to results from Chi-square test (Table 6) there were statistical significant differences ( $P \leq 0.05$ ) in quality scores distribution between methods for all the parameters. With respect to results from Fisher's exact test (Table 6), scores 2 and 3 in M1 were more frequently used than at random, regardless of the parameter. In M2, scores 5, 6 and 7 were more significantly used than expected for all the parameters. It is also necessary to indicate that the differences observed between methods may be influenced to a certain extent by an improvement in the sensory quality of the cheeses throughout the four years under consideration.

Regarding score 1, a lower use was observed for M1 and M2. In the case of score 4, a clear tendency was not observed. It should be noted that in the case of the parameter related to eyes in the paste, the number of citations for score 7 was significantly higher than at random in M1 and significantly lower than at random in M2. This difference was due to the change of the sensory specifications regarding the cheeses without any holes in the paste. With M1, a cheese with absence of holes in the paste received a score of 7. With



**Fig. 5.** Representation of the number of citations of each quality score (from 1 to 7) for each parameter by individual assessors on the first two dimensions of the correspondence analysis (CA) for M1 and M2.

M2, a cheese without holes is not considered the optimal one and the maximum score to be assigned is 6.

As these results suggest, a methodology that includes different categories (appropriate, not totally appropriate and defective characteristics) would lead the assessors to pay attention to all the sensory characteristics and not only to defective ones. It would allow differentiating more clearly the quality scores among non-defective samples, and also among defective samples and high quality samples. These new possibilities in M2 could be considered by the Regulatory Council to establish some criteria to stand out in the market those products with higher quality scores or specific

**Table 6**

Contingency table containing the number of citations of each quality score (from 1 to 7) by individual assessors for each parameter across methods. Results from Chi-square test and Fisher's exact test.

Parameter and method	Number of citations <sup>a</sup>							Chi-square and P values
	1	2	3	4	5	6	7	
Shape M1	33	<b>278</b>	<b>1795</b>	<b>1574</b>	1315	509	68	$\chi^2 = 944.3 (P < 0.001)$
Shape M2	16	84	580	1150	<b>1607</b>	<b>898</b>	<b>243</b>	
Rind M1	95	<b>416</b>	<b>2040</b>	1151	1097	614	159	$\chi^2 = 416.5 (P < 0.001)$
Rind M2	60	237	951	<b>1087</b>	<b>1213</b>	<b>744</b>	<b>286</b>	
Paste color M1	<b>49</b>	<b>237</b>	<b>2174</b>	1657	1172	242	41	$\chi^2 = 1201.1 (P < 0.001)$
Paste color M2	14	116	691	1324	<b>1468</b>	<b>693</b>	<b>272</b>	
Eyes M1	141	<b>810</b>	<b>2742</b>	932	367	242	<b>338</b>	$\chi^2 = 636.9 (P < 0.001)$
Eyes M2	98	434	1557	<b>1050</b>	<b>762</b>	<b>496</b>	181	
Odor M1	15	<b>212</b>	<b>1618</b>	<b>2606</b>	1023	96	2	$\chi^2 = 563.2 (P < 0.001)$
Odor M2	20	123	789	1896	<b>1353</b>	<b>342</b>	<b>55</b>	
Texture M1	5	<b>214</b>	<b>2224</b>	2231	851	47	0	$\chi^2 = 1230.0 (P < 0.001)$
Texture M2	<b>13</b>	124	728	1853	<b>1363</b>	<b>385</b>	<b>112</b>	
Flavor M1	60	<b>521</b>	<b>2383</b>	1675	825	106	2	$\chi^2 = 320.5 (P < 0.001)$
Flavor M2	62	367	1325	<b>1586</b>	<b>968</b>	<b>252</b>	<b>18</b>	
Persistence M1	87	<b>613</b>	<b>2335</b>	1665	758	112	2	$\chi^2 = 495.6 (P < 0.001)$
Persistence M2	73	306	1268	<b>1629</b>	<b>929</b>	<b>308</b>	<b>65</b>	

<sup>a</sup> Fisher's exact test: number of citations in bold were significantly greater ( $P \leq 0.05$ ) than the expected citations from a random distribution; number of citations in no bold and no cursive were significantly lower ( $P \leq 0.05$ ) than the expected citations from a random distribution; number of citations in cursive were not significantly different ( $P > 0.05$ ).

sensory characteristics. In addition, M2 provides an exhaustive description of the sensory characteristics of the cheeses allowing cheese producers to know the strong and weak points of their products.

#### 4. Conclusions

This work shows how a sensory quality control method for food product certification can be improved to go beyond defect consideration. This adapted method enables a more detailed description of the product considering the citation frequency of the different sensory characteristics, thus explaining the reasons of the quality scores.

Providing the assessors with more detailed criteria to score the sensory parameters in the absence of defective characteristics leads to a wider use of the scale, particularly on the higher quality scores. It also allows to differentiate better among samples, although with a slightly increase in the score dispersion. The results of this study show that the explicit consideration of the non-defective sensory characteristics enables to get a more detailed knowledge about the weak and, mainly, strong characteristics of the products and to discriminate better among non-defective samples, so improving the sensory quality control.

Additionally, this method would make possible not only to study the evolution of the sensory quality level of the product throughout the years, but also to detect the possible evolution of its specific sensory characteristics, so that this information can be used by the Regulatory Council and the producers to assure that the product continues presenting the characteristics that are expected. This methodological approach can be useful for other regulatory councils, laboratories and certification bodies in order to define their sensory quality control methods for product certification and also to establish a product categorization according to their sensory characteristics and quality scores.

#### Acknowledgments



The authors want to thank the collaboration of experts who took part in the discussion sessions: Peio Etxeberria, Maria Puy Arrieta and Miguel María Aguirre (expert cheese producers), Jesús Oleaga and Jose Ramón Aguiriano (restaurateurs and members of the sensory panel of PDO Idiazabal), Mirian Molina and Jose María Uztarroz (members of the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese). The authors thank also the sensory panel of PDO Idiazabal

cheese for their collaboration and the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese for funding this work.

#### References

- Ballester, J., Dacremont, C., Le Fur, Y., & Etiévant, P. (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, *16*, 351–359.
- Bertozzi, L. (1995). Designation of origin: quality and specification. *Food Quality and Preference*, *6*, 143–147.
- Cayot, N. (2007). Sensory quality of traditional foods. *Food Chemistry*, *101*, 154–162.
- Endrizzzi, I., Aprea, E., Biasoli, F., Corollaro, M. L., Demattè, M. L., Penasa, M., et al. (2012). Implementing sensory analysis principles in the quality control of PDO products: a critical evaluation of a real-world case study. *Journal of Sensory Studies*, *28*, 14–24.
- Etaio, I., Albisu, M., Ojeda, M., Gil, P. F., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2010). Sensory quality control for food certification: a case study on wine. panel training and qualification, method validation and monitoring. *Food Control*, *21*, 542–548.
- Etaio, I., Gil, P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2012). Improvement of sensory quality control in PDO products: an example with txakoli white wine from Bizkaia. *Food Quality and Preference*, *23*, 138–147.
- Etaio, I., Gil, P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2013). Evaluation of sensory calf chops: a new methodological approach. *Meat Science*, *94*, 105–114.
- ISO. (2005). *Conformity assessment. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*, 2005. ISO 17025. Genève (Switzerland): International Organization for Standardization.
- ISO. (2008). *Sensory analysis. Vocabulary*, 2008. ISO 5492. Genève (Switzerland): International Organization for Standardization.
- ISO. (2009). *Milk and milk products. Sensory analysis. Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring*, 2009. ISO 22935–3. Genève (Switzerland): International Organization for Standardization.
- ISO. (2012). *Conformity assessment - Requirements for bodies certifying products, processes and service*, 2012. ISO 17065. Genève (Switzerland): International Organization for Standardization.
- Lavanchny, P., Mège, J., Pérez Elortondo, F. J., Bivar Roseiro, L., Scintu, M. F., Torre, P., et al. (1999). *A guide to the sensory evaluation of the texture of hard and semi-hard ewes' milk cheeses*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- MAGRAMA. (2014). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Pliego de condiciones Denominación de Origen Protegida (DOP) Idiazabal*. Last accessed 08.10.14 [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/pliego\\_incluidas\\_modif\\_Idi\\_v6-5-14\\_tcm7-326642.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/pliego_incluidas_modif_Idi_v6-5-14_tcm7-326642.pdf).
- Pérez Elortondo, F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., Etaio, I., & Molina, M. (2007). Food quality certification: an approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, *18*, 425–439.
- Torre, P. (2002). Análisis sensorial del espárrago de Navarra con denominación específica: un caso práctico. In *In Ponencias CS2002, I encuentro Internacional Ciencias Sensoriales y de la percepción* (pp. 14–17). Sant Sadurní d'Anoia, Barcelona (Spain): Rubes Editorial. Last accessed 08.10.14 [http://www.perceptnet.com/documenta/CS02\\_04.pdf](http://www.perceptnet.com/documenta/CS02_04.pdf).

# Does consumer liking fit the sensory quality assessed by trained panelists in traditional food products? A study on PDO Idiazabal cheese

Mónica Ojeda<sup>1</sup>  | Ñaki Etaio<sup>1,2</sup> | Luis Guerrero<sup>3</sup> | M<sup>a</sup> Pilar Fernández-Gil<sup>1</sup> | Francisco José Pérez-Elortondo<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup>Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Vitoria-Gasteiz, Spain

<sup>2</sup>Lactiker (Calidad y seguridad de alimentos de origen animal), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Vitoria-Gasteiz, Spain

<sup>3</sup>IRTA-Monells, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Food Technology, Finca Camps i Armet, Monells, Spain

## Correspondence

Francisco José Pérez-Elortondo, Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Vitoria-Gasteiz, Spain.  
Email: franciscojose.perez@ehu.eus

## Abstract

The aim of this work was to study the degree of agreement between consumer liking and the sensory quality scored by the trained panel in charge of the quality control of a traditional product (PDO Idiazabal cheese). Nine cheeses of different qualities were evaluated by eight trained assessors and by 212 consumers from Vitoria-Gasteiz (Basque Country). Cheese samples were clearly different regarding overall sensory quality (OSQ) assessed by the trained panel. Regarding consumers, five groups with different correlation levels with OSQ were identified: “sweet” and “toasty” were the main sensory drivers leading the liking of the consumers with a higher positive correlation, whereas some defective characteristics (“animal,” “rancid,” and “bitter”) were the main drivers for consumers with higher negative correlation. These results suggest that it would be interesting for the Regulatory Council to strength the communicational strategies among consumers to be able to identify the typical and nontypical (mainly defects) characteristics of this traditional product, especially among those liking defective cheeses.

## Practical applications

This study gives information about the degree of agreement concerning the sensory quality of a traditional product reached by a trained panel and by consumers' preferences. The research includes information regarding the sensory characteristics which drive liking among different groups of consumers. These results are of interest for the Regulatory Council of this product to define its marketing policies and consumer-oriented education activities in order to provide information about the specific sensory characteristics of the product. Moreover, it may be interesting for PDO Regulatory Councils and other producers of traditional products in order to be more aware about the possible agreement and/or disagreement between the sensory quality of the product and consumer preferences.

## 1 | INTRODUCTION

The food industry usually focuses on consumer preferences when establishing sensory quality control programs (Muñoz, 2002; Pecore & Kellen, 2002). However, there are certain traditional food products certified with quality labels where consumers' preferences should have less influence on the sensory quality definition than in the case of conventional foods (Ojeda et al., 2015). This is the case of the food products with PDO (EU, 2012), which are expected to present some distinctive sensory characteristics linked to their

origin, raw materials, and traditional practices (Ballester, Dacremont, Le Fur, & Etiévant, 2005). Taking into account that an important goal of a PDO is to offer high-quality products, it is necessary to define and control objectively their sensory characteristics in order to guarantee their authenticity and those sensory characteristics that differentiate them from similar commercial products (Bertozzi & Panari, 1993). As a basis for the certification of the product, sensory quality control of PDO products requires both the development of a specific evaluation method as well as a trained panel to not only guarantee the absence of defects in the product but also consider the

presence of particular sensory characteristics (Endrizzi et al., 2012; Etaio et al., 2010, 2012).

There are an important number of publications addressing how quality labels affect liking, decision-making, and willingness to pay by consumers (Grunert & Aachmann, 2016). However, references relating consumers' liking with sensory quality scores obtained from trained panels are very scarce. In the case of dairy products, the methodology of the International Dairy Federation (IDF, 1997) has been used for grading generic cheeses for commercial purposes (Hersleth, IIseng, Martens, & Naes, 2005; Kraggerud, Solem, & Abrahamsen, 2012). In this method, three sensory quality parameters (appearance, consistency, and flavor) are evaluated by trained panels considering a 1- to 5-point interval scale where 1 corresponds with the lowest quality and 5 corresponds with the highest quality. In generic extra virgin olive oil, Barbieri, Bendini, Valli, and Gallina Toschi (2015) and Predieri, Medoro, Magli, Gatti, and Rotondi (2013) investigated the convergence between consumers' liking and sensory quality obtained by using the European official sensory method (European Community, 2008). In this method, the intensity of positive and negative characteristics is evaluated by using a 10-point continuous scale. There is also a work studying the correlation between the sensory quality scores of coffee from Ethiopia evaluated by an exporter (Ethiopia Commodity Exchange [ECX] cupping center) and the scores from an importer in Europe (EFICO Agency SA), the latter reflecting to some extent the preferences of the European coffee consumers (Worku, Duchateau, & Boeckx, 2016). In spite of the studies of generic food products mentioned, studies dealing with agreement between consumer likes and sensory quality in specific traditional products have not been found.

PDO Idiazabal cheese is a traditional food product from the Basque Country (in the North of Spain) made with raw ewes' milk of the autochthonous Latxa breed and with a ripening time of at least 2 months. This product has a very marked cultural, social, economic, and environmental background (Pérez-Elortondo, 1996). The official sensory quality control of this product is carried out by a trained panel in the Sensory Laboratory of the University of the Basque Country (LASEHU), which has been accredited following standard ISO 17025 (ISO, 2005) since 2005. PDO Idiazabal cheese is recognized as a high quality product (it has won many awards in national and international competitions) and it is much appreciated by consumers in the Basque Country. Several publications have dealt with the sensory characterization of PDO Idiazabal cheese (Bárcenas, Pérez-Elortondo, Salmerón, & Albisu, 2001; Ordóñez, Ibañez, Torre, Barcina, & Pérez-Elortondo, 1998) and the development of a specific methodology for its official sensory quality control (Ojeda et al., 2015; Pérez-Elortondo et al., 2007). However, there is no information about consumer preferences for PDO Idiazabal cheeses with different sensory qualities.

The main objective of this study was to determine if the likes of local consumers matched with the sensory quality of the cheese samples assessed by the official trained panel. Also, this work explores the sensory drivers leading consumers' preferences and the effect of socio-demographic characteristics and objective and subjective knowledge about cheese on liking for this product.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

### 2.1 | Sample selection and preparation

Cheese samples were selected from a set of 88 nonsmoked cheeses evaluated from June to July in the context of the official sensory quality control of PDO Idiazabal cheese in LASEHU. Nine cheeses were chosen taking into account three different quality levels: three samples from the first quartile (cheeses with the highest quality scores), three samples between percentiles 40 and 60 (cheeses with medium quality scores), and three samples from the four quartile (cheeses with the lowest quality scores).

After checking that the nine cheese producers still kept enough samples from the same batch of the selected cheese, 20 units of each cheese (of around 1.2 kg) were collected and stored in the ripening chamber of a cheese farm at  $9 \pm 2^\circ\text{C}$  until their assessment in October, when they had reached 5–6 months of ripening. One week before testing, cheeses were moved to the laboratory and kept in a fridge at  $5 \pm 3^\circ\text{C}$ . The night previous to the analysis, samples were placed in a cellar at  $17 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Each cheese was cut into pieces of  $1\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 5\text{ cm}$  and served in plastic trays to the assessors (trained assessors or consumers, depending on the trial). Samples were codified with three digits and presented according to a Williams Latin square design, so sample-order associated bias was avoided. Sample temperature was  $19 \pm 3^\circ\text{C}$  when they were evaluated.

### 2.2 | Sensory quality evaluation by the trained panel

Sensory analysis was performed in the Sensory Laboratory of the University of the Basque Country (LASEHU), by eight members (two male and six female, with an average age of 42) of the official trained panel for the sensory quality control of PDO Idiazabal cheese. Selection, training, and performance of the assessors took place according to Pérez-Elortondo et al. (2007). These assessors have been taking part in the sensory quality control on PDO Idiazabal cheese for more than 10 years, being over 100 the number of samples that each assessor evaluates each year.

The evaluation methodology was the sensory quality control method for PDO Idiazabal cheese certification described by Ojeda et al. (2015). This methodology employs a scorecard including eight sensory parameters: quality related to odor, texture, flavor, persistence, shape, rind, color paste, and eyes. The evaluation consists in the identification of sensory characteristics (appropriate, not totally appropriate, and defective) for each sensory parameter. According to the characteristics identified and by means of a decision tree, a quality score is given to each parameter in a 1- to 7-point discontinuous scale. In this scale, Point 7 is the "top" sensory situation where characteristics of typicality are considered, 4–6 range covers not totally appropriate characteristics, and 1–3 range covers defective sensory characteristics.

For the present study, the analysis was conducted only for odor, texture, flavor, and persistence parameters. The evaluation of the nine samples was carried out in two sessions on different days of the same

week in order to have two replications. Both sensory characteristics and scores were collected by using FIZZ software 2.40H (Biosystemes, Couternon, France).

Assessment was carried out in individual booths designed according to the standard ISO 8589 (ISO, 2007). A waiting time of 1 min between samples was programmed. Assessors chewed apple and rinsed their mouth with water between samples to eliminate residual sensations.

### 2.3 | Assessment of liking by consumers

Two hundred twelve consumers living in Vitoria-Gasteiz city (Basque Country) participated in this research. They were recruited from previous databases and by using different media (radio, e-mails, social networking sites, and posters on the university campus). Consumers who expressed their willingness to participate were asked about gender, age, region of residence, and cheese consumption frequency. Only consumers from Vitoria-Gasteiz with a cheese consumption of at least once a month were recruited, while a balanced distribution regarding gender and age ranges (18–29, 30–44, 45–59,  $\geq 60$ ) was also sought.

The consumer study was carried out over 14 sessions of about 45 min for 4 days of the same week. These trials were carried out a week after the sensory analysis by the trained panel so it can be supposed that the effect of further cheese ripening was negligible. Up to 16 consumers took part in each session evaluating the nine samples in individual booths under white light at  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ . No information about the aim of the study was provided to them (they only knew that they were participating in a “cheese study”). Participants were asked to fill in four different questionnaires on paper forms. In the first questionnaire consumers were asked to score the samples for liking on a discontinuous 9-point scale structured as follow: 1—*dislike extremely*, 2—*dislike very much*, 3—*dislike moderately*, 4—*dislike slightly*, 5—*neither like nor dislike*, 6—*like slightly*, 7—*like moderately*, 8—*like very much*, and 9—*like extremely*. Consumers were allowed to taste the cheeses as many times as they wanted, although they were advised not to test the same sample many times to avoid fatigue. Also, they were instructed to have breaks of about 1 min between contiguous samples and to chew apple and rinse mouths with water during the break to eliminate residual sensations.

Second, consumers were provided with a questionnaire to indicate the level of knowledge about cheese they thought they had (subjective knowledge). A discontinuous 7-point scale structured from “low knowledge” on the left to “high knowledge” on the right was used. For data treatment purposes, a score  $\leq 2$  was considered as “low knowledge,” from 3 to 5 as “medium knowledge,” and  $\geq 6$  as “high knowledge.” Next, objective knowledge was evaluated by means of 10 questions about cultural and technical aspects of cheeses with multiple choice answers (Figure 1). The questionnaire provided a mark for each consumer from 0 to 100 as a result of assigning 10 points to each right answer. For data treatment purposes, 0–29 points was considered as “very low knowledge,” 30–49 points as “low knowledge,” and  $\geq 50$  points as “medium–high knowledge.” Finally, the fourth questionnaire consisted of questions about sociodemographic characteristics and

Consumer number: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ Hour: \_\_\_\_\_

Please, mark only one answer for each question:

#### 1. Mark the origin of the milk for each kind of cheese:

Cheese	Origin of the milk		
	Cow <input type="checkbox"/>	Ewe <input type="checkbox"/>	I do not know <input type="checkbox"/>
Gouda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Idiazabal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Camembert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gorgonzola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manchego	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 2. Which of the following cheeses has usually the rind covered by a mould layer?

- Cheddar
- Manchego
- Camembert
- Parmesan
- I do not know

#### 3. Which of the following cheeses is traditionally made with buffalo's milk?

- Feta
- Gorgonzola
- Parmesan
- Mozzarella
- I do not know

#### 4. What is the rennet?

- It is the product resulting from the coagulation of the milk proteins
- It is a preparation with enzymes from animal origin, from vegetal origin or from mould origin
- The bacteria that are added to the milk so that it ferments
- A technological operation feature of “white paste cheeses”
- I do not know

#### 5. Which are the usual mechanisms to coagulate the milk?

- The addition of bacteria and the addition of enzymes
- Applying high temperature combined with milkshake
- The addition of salt
- The addition of acetic acid
- I do not know

#### 6. Which ewe's breed does the milk used for making Idiazabal cheese come from?

- Latxa and Merina
- Assaf
- Latxa and Carranzana
- Hampshire and Churra
- I do not know

#### 7. What is the characteristic mould of the Roquefort cheese?

- Penicillium*
- Acid-lactic bacteria
- Acetobacter*
- Aspergillus*
- I do not know

#### 8. Which of the following cheeses has a very hard texture?

- Gruyere
- Edam
- Brie
- Parmesan
- I do not know

#### 9. Which country is Edam cheese related to?

- England
- Greece
- Italy
- Netherlands
- I do not know

#### 10. Which of the following cheeses has big and round holes?

- Parmesan
- Cheddar
- Emmental
- Manchego
- I do not know

FIGURE 1 Questionnaire to measure objective knowledge

cheese consumption habits. Upon completing the session, consumers received a gift for their participation.

### 2.4 | Data analysis

Overall sensory quality (OSQ) for each sample, session, and assessor was calculated by applying the following equation (based on the criteria of the Regulatory Council of PDO Idiazabal cheese as described by Pérez Villarreal et al., 1995):  $\text{OSQ} = \text{odor quality} \times 0.20 + \text{texture quality} \times 0.25 + \text{flavor quality} \times 0.35 + \text{persistence quality} \times 0.20$ .

To study the possible significant ( $p < .05$ ) differences among the sensory quality of the samples different analysis were used. As there was no normality in the distribution of the scores for odor, flavor, texture, and persistence, Kruskal-Wallis test was applied (with Dunn's test with Bonferroni's correction to study the differences between pairs of

samples). As the distribution for OSQ was normal, a three-way ANOVA was applied for this parameter, with product (cheese), assessor, and session as fixed factors and all first order interactions included in the model. Tukey's honest significant difference (HSD) test was used to study the differences between samples.

Regarding consumers' data, a two-way ANOVA was performed on individual liking scores considering product (cheese) as fixed factor and consumer as random effect. Tukey's HSD test was applied to identify pair of products significantly different. In order to check if each consumer individually agreed with the trained panel, Pearson correlation coefficient was calculated considering individual liking scores and OSQ mean scores from the trained panel. Next, consumers were grouped in six categories according to this coefficient ( $r \geq 0.7$  high correlation,  $0.4 \leq r < 0.7$  medium correlation,  $r < 0.4$  low correlation) and its sign (positive or negative). In order to visualize consumer groups' preferences for each of the nine samples in a two-dimensional space, an internal preference mapping was performed on the individual liking data.

In order to study the sensory drivers leading consumers' liking, the citation frequency (CF) of each sensory characteristic by the trained panel was considered. CF was calculated as the number of times (in percentage) that each characteristic was cited for each sample over the total number of times that it could be cited (8 assessors  $\times$  2 sessions = 16 times). In order to study differences among products, Cochran's Q test was carried out on sensory characteristics presenting a CF  $\geq 15\%$  for all the samples considered together or when any of the samples presented a CF  $\geq 25\%$ . A contingency table (cheese samples in rows and sensory characteristics in columns) containing the number of citations of each sensory characteristic by the trained panel for each cheese sample was prepared and a simple correspondence analysis (CA) was carried out. Then, average liking for each cheese sample was modeled for each group of consumers as a function of the first two dimensions of the CA using an external preference mapping. Linear and circular models were tested. In order find the best model, an F-ratio test, with a 25% of significance level, was used.

All these analyses were run with the XLSTAT statistical software 2011 (Addinsoft, Paris, France).

Finally, Chi-square ( $\chi^2$ ) test with Yates's correction was applied for finding significant differences ( $p < .05$ ) within each group and among groups for each aspect considered in the four questionnaires (subjective and objective knowledge, sociodemographic aspects, and cheese consumption habits). This test was carried out on <http://quantpsy.org> (Preacher, 2001).

### 3 | RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 | Consumers' characterization

Information characterizing consumers from questionnaires two to four is shown in Table 1. 83.5% of the participants were habitual consumers of cheese (32.1% daily or almost daily and 51.4% once or several times a week). Regarding type of cheese, hard cheese was the most consumed (56.6% of the participants) followed by semi-hard cheese (30.2% of the participants). With regard to the origin of the milk for the cheese, the

**TABLE 1** Sociodemographic characteristics and cheese consumption habits of participants (data expressed as number of individuals and, in brackets, percentage over the whole sample, ( $n = 212$ ))

Sociodemographic characteristics	<i>n</i>
<i>Gender</i>	
Female	112 (52.8)
Male	100 (47.2)
<i>Age</i>	
18–29	60 (28.3)
30–44	54 (25.5)
45–59	52 (24.5)
$\geq 60$	46 (21.7)
<i>Education level</i>	
Primary school	43 (20.3)
Secondary school	44 (20.7)
Vocational education and training	75 (35.4)
University	50 (23.6)
<i>Work situation</i>	
Student	43 (20.3)
Unemployed	55 (25.9)
Pensioner	38 (17.9)
Worker	76 (35.9)
<i>Cheese consumption frequency</i>	
Daily or almost daily	68 (32.1)
Once a week/several times a week	109 (51.4)
Once a month/several times a month	35 (16.5)
<i>Type of cheese mostly consumed</i>	
Fresh soft cheese	15 (7.1)
Semi-hard cheese	64 (30.2)
Hard cheese	120 (56.6)
No answer	13 (6.1)
<i>Origin of the milk of the cheese mostly consumed</i>	
Cow	40 (18.9)
Ewe/goat	158 (74.5)
No answer	14 (6.6)
<i>Subjective knowledge about cheese<sup>a</sup></i>	
Low knowledge (score $\leq 2$ )	41 (19.3)
Medium knowledge (score from 3 to 5)	164 (77.4)
High knowledge (score $\geq 6$ )	7 (3.3)
<i>Objective knowledge about cheese<sup>b</sup></i>	
Very low knowledge (0–29 points)	92 (43.4)
Low knowledge (30–49 points)	82 (38.7)
Medium-high knowledge ( $\geq 50$ points)	38 (17.9)

<sup>a</sup>Answer scale ranged from 1 (low knowledge) to 7 (high knowledge).

<sup>b</sup>Grade from 0 to 100.

majority of participants (74.5%) mostly consumed ewe/goat's milk cheeses. With regard to knowledge about cheese, while 77.4% of consumers claimed medium subjective knowledge only 17.9% showed medium-high knowledge according to the third questionnaire.

#### 3.2 | Relationship between sensory quality and consumers' liking

Mean quality scores and standard deviation from the trained panel for odor, texture, flavor, and persistence related quality and for OSQ of

**TABLE 2** Mean and standard deviation (SD), for the sensory parameters evaluated by the trained panel and for consumers' liking for the cheeses

Cheese	Sensory parameters evaluated by the trained panel										Liking from consumers	
	Odor		Texture		Flavor		Persistence		OSQ		Mean	SD
	Mean	SD <sup>a</sup>	Mean	SD <sup>a</sup>	Mean	SD <sup>a</sup>	Mean	SD <sup>a</sup>	Mean	SD <sup>a</sup>		
1	3.2 cd	0.61	2.8 d	0.64	2.6 cd	0.53	2.5 c	0.53	2.7 e	0.50	5.2 e	1.98
2	2.3 d	1.14	3.9 abc	0.69	2.3 d	0.87	2.3 c	1.04	2.7 e	0.74	5.0 e	1.95
3	3.7 bcd	1.06	3.1 cd	0.35	3.6 bcd	0.77	3.7 abc	0.64	3.5 d	0.47	6.0 bcd	1.88
4	4.1 bcd	0.79	3.6 bcd	0.91	3.8 abc	1.08	3.8 ab	1.01	3.8 cd	0.82	5.7 d	1.55
5	4.3 abc	0.65	4.6 ab	0.53	3.4 bcd	0.92	3.4 bc	0.99	3.9 cd	0.64	6.2 bcd	1.56
6	4.3 abc	0.69	4.3 ab	0.49	4.1 ab	1.18	3.9 ab	0.88	4.2 bc	0.71	5.8 cd	1.62
7	4.5 ab	0.91	4.0 abc	0.46	4.4 ab	0.91	4.3 ab	0.80	4.3 abc	0.64	6.3 ab	1.47
8	4.4 ab	0.92	4.7 a	0.83	4.6 ab	0.82	4.4 ab	0.74	4.5 ab	0.63	6.3 abc	1.57
9	4.9 a	0.76	4.4 ab	0.75	4.9 a	0.59	4.8 a	0.69	4.8 a	0.40	6.6 a	1.52

Within a column, different letters indicate significant differences between cheese samples ( $p < .05$ ) according to Dunn's test and Tukey's HSD test. <sup>a</sup>SD for trained panel was calculated as the mean score of SD of Session 1 and SD of Session 2.

the nine cheeses are shown in Table 2, as well as significant differences ( $p < .05$ ) among samples. These results confirmed that cheese samples had different sensory qualities. Sample 9 presented significant higher OSQ than Samples 1–6. By contrast, OSQ of Samples 1 and 2 was significantly lower than the other seven samples. Regarding consumers' liking, there were also significant ( $p < .05$ ) differences among cheeses. In the same way as observed for OSQ, Sample 9 was significantly more appreciated than Samples 1–6. At the same time, liking for Samples 1 and 2 was lower than for the other seven samples.

Cheeses with the highest OSQ (Cheese 7, 8, and 9) had the highest liking scores and cheeses with the lowest OSQ (Cheese 1 and 2) were the least appreciated by consumers. When studying individual relationships between liking and OSQ (Table 3), a different pattern of preference was observed among the consumers. The majority of the consumers (77.4%) presented a positive correlation with the OSQ from the trained panel. On the contrary, there was a minor group of consumers (22.6%) with a negative correlation between their liking and the OSQ. Within each group, consumers were grouped in three categories according to Pearson correlation coefficient (low:  $r < 0.4$ ; medium:

**TABLE 3** Mean liking scores per sample and group of consumers categorized according to their Pearson correlation coefficient between overall sensory quality (OSQ) and individual liking

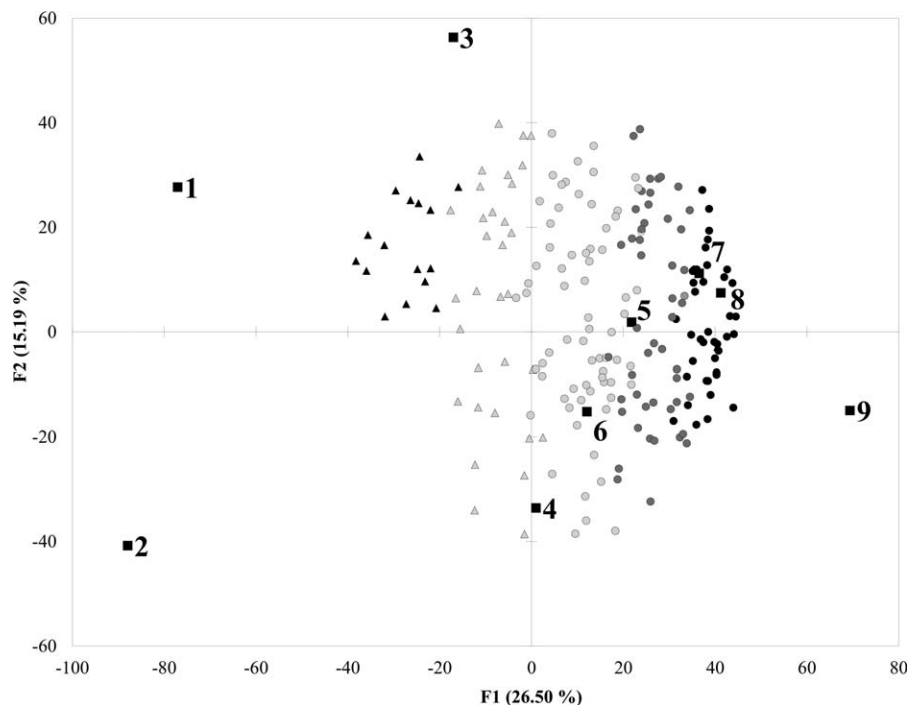
Cheese	Negative correlation between liking and OSQ			Positive correlation between liking and OSQ			
	High <sup>a</sup> and Medium <sup>b</sup> Group 1 (n = 16)	Low <sup>c</sup> Group 2 (n = 32)	Global (n = 48)	Low Group 3 (n = 70)	Medium Group 4 (n = 52)	High Group 5 (n = 42)	Global (n = 164)
1	7.6a	6.3	6.8 a	5.3 d	4.6 de	4.1 e	4.8 d
2	6.6 ab	6.4	6.5 ab	5.3 cd	4.3 e	3.4 e	4.5 d
3	7.1 a	6.4	6.6 a	6.1 abc	5.7 c	5.4 d	5.8 c
4	5.8 bc	5.6	5.7 bc	5.9 abcd	5.4cd	5.9 cd	5.7 c
5	5.8 bc	6.4	6.2 abc	6.2 ab	6.0 bc	6.3bc	6.1 bc
6	5.6 c	5.9	5.8 bc	5.6 bcd	5.9 bc	6.2 bc	5.9 c
7	6.0 bc	6.0	6.0 abc	6.1 abc	6.5 ab	6.8 ab	6.4 ab
8	5.6 bc	5.5	5.6 c	6.1 abcd	6.6ab	7.0 a	6.5 ab
9	5.3 c	5.8	5.7 c	6.5 a	7.0 a	7.5 a	6.9 a

Within a column, different lower case letters represent significant differences ( $p < .05$ ) between samples according to Tukey's HSD test.

<sup>a</sup> $r \geq 0.7$ .

<sup>b</sup> $0.4 \leq r < 0.7$ .

<sup>c</sup> $r < 0.4$ .



**FIGURE 2** Internal preference mapping of consumers' data ( $n = 212$ ) with indication of the level of correlation between the individual liking and the OSQ from the trained panel: Consumer with negative correlation in triangles (in black = medium–high correlation; in light gray = low correlation) and consumers with positive correlation in circles (in black = high correlation, in dark gray = medium correlation, in light gray = low correlation). High correlation:  $r \geq 0.7$ ; medium correlation:  $0.4 \leq r < 0.7$ ; low correlation:  $r < 0.4$

$0.4 \leq r < 0.7$ ; high:  $r \geq 0.7$ ). As the number of consumers with high and medium negative correlation was very low, they were gathered in the same group. The distribution of the consumers of the resulting five groups and their preference toward the nine samples can be visualize in Figure 2. Group 1 was composed of 16 consumers who preferred Samples 1, 3, and to a certain extend Sample 2. Conversely, Groups 4 and 5, composed of 52 and 42 consumers, respectively, clearly preferred Cheeses 7, 8, and 9. Regarding consumers from Groups 2 and 3 (32 and 70, respectively), they appear much dispersed across Y-axis of the sensory space, showing a less clear preference toward the samples.

The existence of groups of consumers whose acceptability is not in accordance with sensory quality assessed by a trained panel has been reported in other studies with Norwegian cheeses. Hersleth et al. (2005) found a group of consumers preferring the sample with the lowest quality score. According to these authors, low levels of sensory defects in dairy products may not always be objectionable to consumers. Kraggerud et al. (2012) identified two clusters of consumers (29.1 and 34.1%) in disagreement with the trained panel scoring sensory quality. These authors interpreted this finding by arguing that a large number of consumers would prefer other sensory characteristics than those present in the evaluated cheeses.

Regarding characterization of the different groups of consumers by Chi-square ( $\chi^2$ ) test with Yates's correction, a significant ( $p < .05$ ) higher percentage of young consumers (less than 30 years) was observed in Group 5 (the group with the higher agreement with the trained panel) (data not shown). No other significant particularities in relation to sociodemographic characteristics, cheese consumption

habits, and knowledge about cheese were observed among consumers' groups.

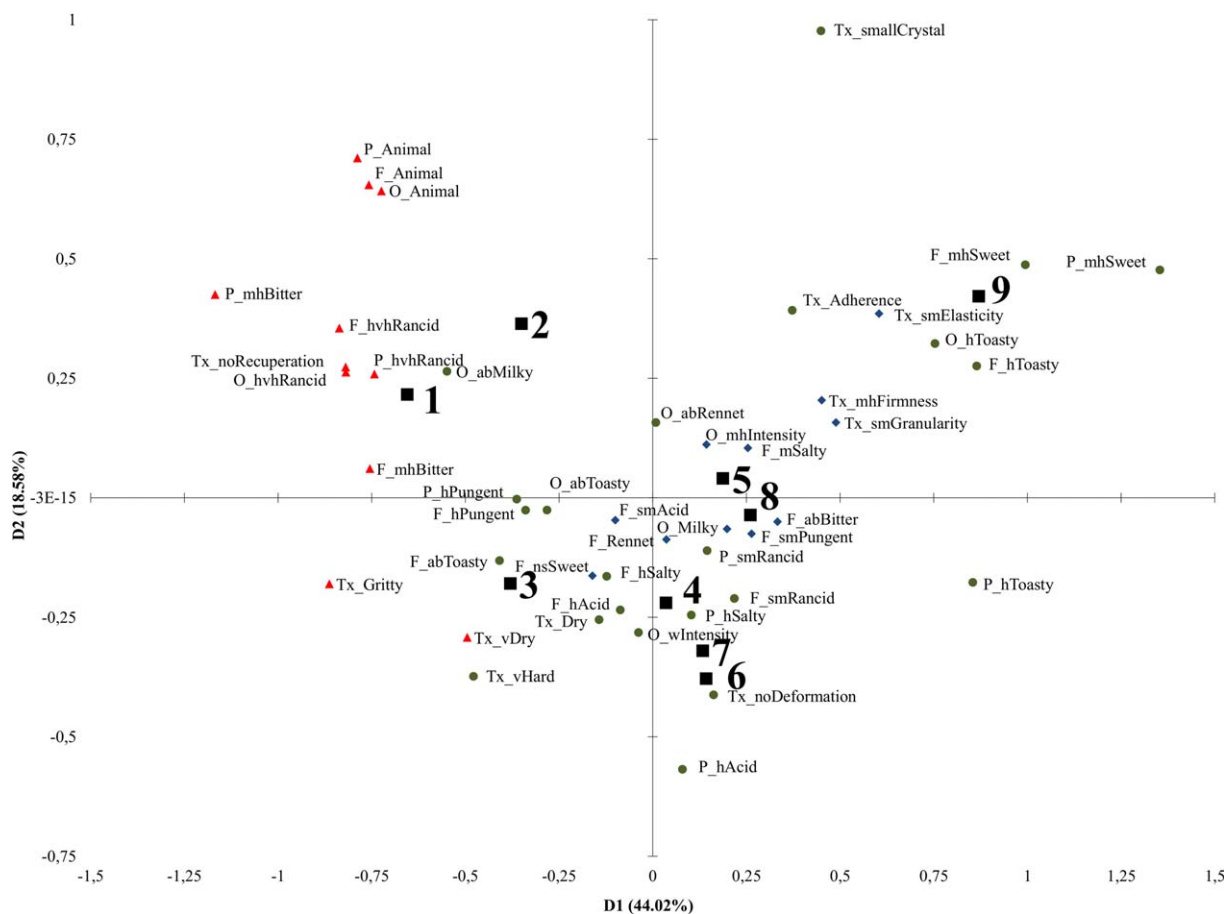
### 3.3 | Sensory characteristics driving consumers' liking

Results from Cochran's Q test showed significant differences ( $p < .05$ ) among samples for 45 of the 81 characteristics cited by any member of the panel: 9 of odor (2 as appropriate characteristic, AC; 5 as not totally appropriate characteristic, NTAC; and 2 as defective characteristic, DC), 11 of texture (3 AC, 5 NTAC, and 3 DC), 16 of flavor (6 AC, 7 NTAC, and 3 DC), and 9 of persistence (6 NTAC and 3 DC).

Figure 3 represents the correspondence analysis performed on the CF for each sensory characteristic in each sample. It explains 62.60% of the variance of the experimental data (44.02 and 18.58% in the first and second dimension, respectively). In Figure 4, the external preference map is shown. This map includes the position of vectors indicating the direction of maximum preference for each group of consumers. The distribution of the groups of consumers confirms the existence of two different main patterns, as stated previously (Figure 2). One pattern is related to Group 1 and, to a certain extent, to Group 2. The other pattern is related to Groups 4 and 5 and, to a lesser degree, to Group 3.

The acceptability of Groups 4 and 5 was mainly determined by characteristics as "toasty" (odor, flavor, and persistence), "sweet" (taste and persistence), "acid" (persistence), "rancid" (flavor), "absence of bitter" (taste), and "no deformation" (texture). With the exception of "absence of bitter" taste they all were not totally appropriate





**FIGURE 3** Representation of the significant ( $p < .05$ ) sensory characteristics from the Cochran's Q test and the cheese samples ( $n = 9$ ) over the first two components from the simple correspondence analysis. Appropriate characteristics in rhombus, not totally appropriate characteristics in circles and defective characteristics in triangles. O = odor; Tx = texture; F = flavor; P = persistence. \_ns = null to slight intensity; \_sm = slight to medium intensity; \_mh = medium to high intensity; \_ab = absence of; \_w = weak; \_m = medium intensity; \_h = high intensity; \_v = very; \_vhv = high to very high intensity

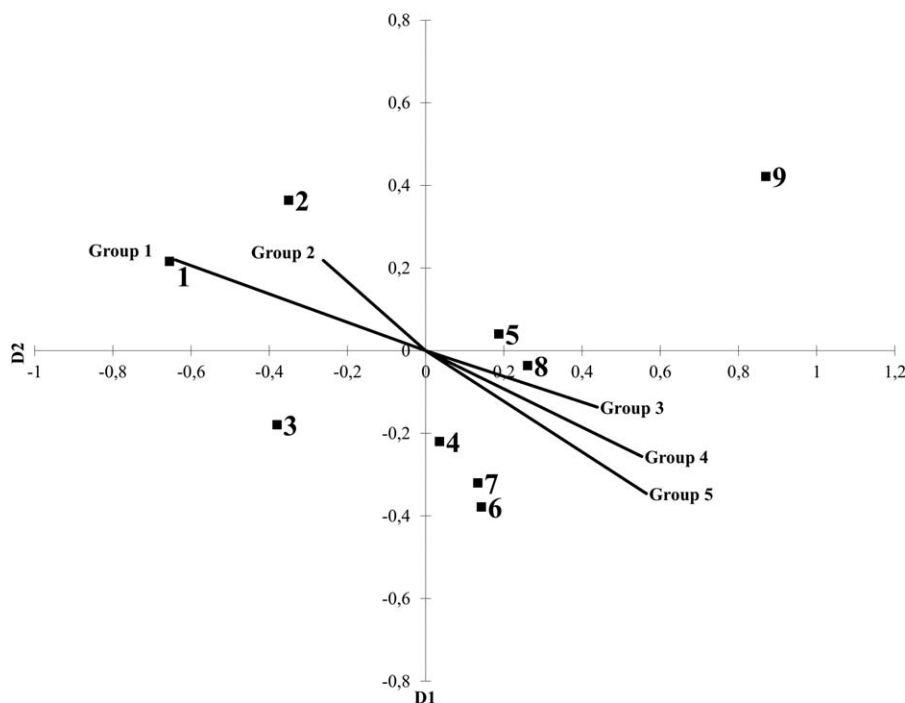
characteristics. It is worth noting that "toasty" and "sweet" characteristics were associated with Sample 9. Regarding Group 3, drivers of liking are similar to Groups 4 and 5 although less noticeable, probably due to the fact that consumers from Group 3 were less discriminative (Figure 2 and Table 3). This finding suggests that consumers of these groups might prefer intense "toasty" and "sweet" cheeses than the characteristic odor defined for PDO Idiazabal cheese.

Conversely, maximum liking for Group 1 was mainly oriented toward Products 1 and 2. As shown in Figure 3, the acceptability was determined by "animal" (odor, flavor, and persistence), "rancid" (odor, flavor, and persistence), "bitter" (flavor and persistence), and the absence of "milky" odor. With the exception of absence of "milky" odor (not totally appropriate characteristic), they all were defective characteristics for PDO Idiazabal cheese. Consumers of Group 2 would have similar sensory drivers, although with a clearer tendency for "animal" character. This fact suggests that these groups of consumers probably like cheese with some "strong" characteristics. The liking toward some characteristics considered as defective could also have a habituation component. Habit is a strong determinant of individual preferences that, in some cases, can explain the preference for defective food

products (Guerrero et al., 2009, 2012). For example, in a study with virgin olive oils, Guerrero et al. (2012) found that 49.25% of consumers preferred a sample with "fusty/muddy sediment" defect.

The opposition between the "strong" characteristics mentioned ("animal," "rancid," and "bitter") and "mild" characteristics ("toasty" and "sweet") could explain the segmentation into two main groups of consumers. In fact, this division of sensory characteristics observed in this work was to a great extent similar to that reported by Bárcenas et al. (2001) in a study on Spanish ewes' milk cheeses. These authors found the existence of two clearly different groups of sensory terms: on the one hand "strong or very intense sensory characteristics" ("animal," "sharp," "brine," "rennet," and "butyric acid"), and on the other hand, characteristics that could be defined as "mild or soft" ("milky," "toasty," "buttery," "nutty," and "sweet"). Caspia, Coggins, Schilling, Yoon, and White (2006) identified in Cheddar cheeses two groups of sensory characteristics: one group was characterized by "sweet," "buttery," "creamy," and "cooked" opposed to a group characterized by "earthy," "sulfur," "free fatty acid," "sour," "bitter," "pungent," and "prickle bite."

As previous studies revealed, the preference of consumers for "mild or soft" characteristics appears to be widespread to cheese consumers.



**FIGURE 4** Preference mapping from the simple correspondence analysis with representation of cheese samples and the vector of maximum preference for each of the five groups of consumers identified

Gonzalez Viñas, Esteban, and Cabezas (1999) compared ten commercial Spanish ewe milk cheeses with a survey of 43 students and concluded that this group of young consumers preferred “milder” cheeses to those with very “strong” characteristics. In a study with Cheddar cheeses, Caspia et al. (2006) found that 65% of consumers liked samples with “buttery,” “creamy,” “sweet,” and “cooked” flavor.

Conversely, there is evidence that bitterness is not a desirable cheese characteristic for some consumers, as reported by several authors (Arcia, Curutchet, Costell, & Tarrega, 2013; Bord, Guerinon, & Lebecque, 2017; Caspia et al., 2006; Young, Drake, Lopetcharat, & McDaniel, 2004; Zhang et al., 2011). A dislike for “bitter” taste has also been studied in other food products than cheese, such as whole-grain products (Bakke & Vickers, 2007), extra virgin olive oils (Barbieri et al., 2015; Delgado & Guinard, 2011; Recchia, Monteleone, & Tourila, 2012) or green vegetables (Chadwick, Gawthrop, Michelmor, Wagstaff, & Methven, 2016; Dinnella et al., 2016; Poelman, Delahunty, & Graaf, 2017). This fact might be due to bitter perception playing a role in human activities by evoking a defense mechanism to prevent the ingestion of harmful substances (Chandrashekar et al., 2000). Even though there are individuals who like these substances, humans learn to like bitter foods by experience (Garcia-Burgos & Zamora, 2015).

With regard to texture characteristics, these play a minor role in influencing consumer liking (Figures 3 and 4) compared to odor and flavor. In this sense, Bárcenas, Pérez-Elortondo, and Albisu (2003) reported that odor characteristics play an important role at the time of defining consumer preference for ewes’ milk cheeses. In the study on Cheddar cheese, Caspia et al. (2006) demonstrated that texture could not be used to relate descriptive sensory analysis to consumer acceptance, whereas flavor characteristics fitted well with it. Arcia et al.

(2013) showed that differences in flavor dictated the differences in consumers’ acceptance of Uruguayan “queso magro” low-fat cheese. Other authors, has also determined that flavor was more a driving force in overall liking of different cheeses (raw milk cheeses) than texture (Liggett, Drake, & Delwiche, 2008; Yates & Drake, 2007; Young et al., 2004). However, in a study on PDO Blue-veined cheese, Bord et al. (2017) found that texture characteristics were the key sensory drivers of liking for 48.4% of consumers. So, the influence of the texture on the consumers’ preferences could also be influenced by the kind of cheese.

## 4 | CONCLUSIONS

The current study showed that in the case of PDO Idiazabal cheese, acceptability of most consumers agreed to a considerable extent with the official sensory quality determined by the official trained panel of the Regulatory Council. In spite of majority of consumers from Vitoria-Gasteiz preferring PDO Idiazabal cheeses with high quality, different liking patterns were found among consumers. Liking of consumers in agreement with the trained panel was mainly driven by “sweet” and “toasty” characteristics, whereas tastes of the small group of consumers disagreeing with the trained panel were related to some defective sensory characteristics, such as “animal,” “rancid,” and “bitter.”

Regulatory Council could take advantage of the results of this study to increase the effort to help the consumers to identify the sensory characteristics of this particular product, with special attention to consumers with preferences toward defective cheeses.

Further research should explore if nonlocal consumers’ liking also fits the sensory quality scored by an official trained panel, thus considering the possible cross-cultural influences.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación of the Basque Government for funding this work (PA11/07), the consumers and the trained assessors of PDO Idiazabal cheese panel for their participation.

## ORCID

Mónica Ojeda  <http://orcid.org/0000-0001-8651-4114>

Francisco José Pérez-Elortondo  <http://orcid.org/0000-0002-5207-4883>

## REFERENCES

- Arcia, P., Curutchet, A., Costell, E., & Tarrega, A. (2013). Sensory properties and acceptance of Uruguayan low-fat cheese "queso magro". *Dairy Science and Technology*, 93, 151–162.
- Bakke, A., & Vickers, Z. (2007). Consumer liking of refined and whole wheat breads. *Journal of Food Science*, 72, 473–480.
- Ballester, J., Dacremont, C., Le Fur, Y., & Etiévant, P. (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, 16, 351–359.
- Barbieri, S., Bendini, A., Valli, E., & Gallina Toschi, T. (2015). Do consumers recognize the positive sensorial attributes of extra virgin olive oils related with their composition? A case study on conventional and organic products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 44, 186–195.
- Bárceñas, P., Pérez-Elortondo, F. J., & Albisu, M. (2003). Comparison of free choice profiling, direct similarity measurements and hedonic data for ewes' milk cheeses sensory evaluation. *International Dairy Journal*, 13, 67–77.
- Bárceñas, P., Pérez-Elortondo, F. J., Salmerón, J., & Albisu, M. (2001). Sensory profile of ewe's milk cheeses. *Food Science and Technology International*, 7, 347–353.
- Bertozzi, L., & Panari, G. (1993). Cheeses with appellation d'origine contrôlée (AOC): Factors that affect quality. *International Dairy Journal*, 3, 297–312.
- Bord, C., Guerinon, D., & Lebecque, A. (2017). Heated or raw Blue cheeses: What are the drivers influencing consumer preferences? *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 1959–1970.
- Caspia, E. L., Coggins, P. C., Schilling, M. W., Yoon, Y., & White, C. H. (2006). The relationship between consumer acceptability and descriptive sensory attributes in cheddar cheese. *Journal of Sensory Studies*, 21, 112–127.
- Chadwick, M., Gawthrop, F., Michelmores, R. W., Wagstaff, C., & Methven, L. (2016). Perception of bitterness, sweetness and liking of different genotypes of lettuce. *Food Chemistry*, 197, 66–74.
- Chandrashekar, J., Mueller, K. L., Hoon, M. A., Adler, E., Feng, L. X., & Guo, W. (2000). T2Rs function as bitter taste receptors. *Cell*, 100, 703–711.
- Delgado, C., & Guinard, J.-X. (2011). How do consumer hedonic ratings for extra virgin olive oil relate to quality ratings by experts and descriptive analysis ratings? *Food Quality and Preference*, 22, 213–225.
- Dinnella, C., Morizet, D., Masi, C., Clicerì, D., Depezay, L., Appleton, K. M., ... Monteleone, E. (2016). Sensory determinants of stated liking for vegetable names and actual liking for canned vegetables: A cross-country study among European adolescents. *Appetite*, 107, 339–347.
- Endrizzi, I., Aprea, E., Biasioli, F., Corollaro, M. L., Demattè, M. L., Penasa, M., ... Gasperi, F. (2012). Implementing sensory analysis principles in the quality control of PDO products: A critical evaluation of a real-world case study. *Journal of Sensory Studies*, 28, 14–24.
- Etaio, I., Albisu, M., Ojeda, M., Gil, M. P. F., Salmerón, J., & Pérez-Elortondo, F. J. (2010). Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Method development. *Food Control*, 21, 533–541.
- Etaio, I., Gil, M. P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez-Elortondo, F. J. (2012). Improvement of sensory quality control in PDO products: An example with txakoli white wine from Bizkaia. *Food Quality and Preference*, 23, 138–147.
- EU. (2012). Regulation n° 1151/2012 of the European parliament and of the council of 21 November on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*, L343/1.
- European Community. (2008). Commission regulation No. 640/2008. Amending regulation No 2568/91/EEC. *Official Journal of the European Communities*, L178, 11–16.
- García-Burgos, D., & Zamora, M. C. (2015). Exploring the hedonic and incentive properties in preferences for bitter foods via self-reports, facial expressions and instrumental behaviours. *Food Quality and Preference*, 39, 73–81.
- Gonzalez Viñas, M. A., Esteban, E. M., & Cabezas, L. (1999). Physico-chemical and sensory properties of Spanish ewe milk cheeses and consumer preferences. *Milchwissenschaft*, 54, 326–329.
- Grunert, K., & Achmann, K. (2016). Consumer reactions to the use of EU quality labels on food products: A review of the literature. *Food Control*, 59, 178–187.
- Guerrero, L., Claret, A., Chaya, C., Fernández-Ruiz, V., Romero, E., & Viejo, J. (2012). La cultura del aceite de oliva en España. *Fruticultura (Especial Olivicultura)*, 24, 106–111.
- Guerrero, L., Guardia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., ... Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52, 345–354.
- Hersleth, M., Ilse, M. A., Martens, M., & Naes, T. (2005). Perception of cheese: A comparison of quality scoring, descriptive analysis and consumers responses. *Journal of Food Quality*, 28, 333–349.
- International Dairy Federation. (1997). *Sensory evaluation of dairy products by scoring*. IDF Standard 99C. Brussels, Belgium: Author.
- International Organization for Standardization. (2005). *Conformity assessment. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO/IEC Standard 17025. Genève, Switzerland: Author.
- International Organization for Standardization. (2007). *Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms*. ISO Standard 8589. Genève, Switzerland: Author.
- Kraggerud, H., Solem, S., & Abrahamsen, R. (2012). Quality scoring – A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 26, 221–230.
- Liggett, R. E., Drake, M. A., & Delwiche, J. F. (2008). Impact of flavor attributes on consumer liking of Swiss cheese. *Journal of Dairy Science*, 91, 466–476.
- Muñoz, A. M. (2002). Sensory evaluation in quality control: An overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*, 13, 329–339.
- Ojeda, M., Etaio, I., Fernández Gil, M. P., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez-Elortondo, F. J. (2015). Sensory quality of cheese: Going beyond the absence of defects. *Food Control*, 51, 371–380.
- Ordóñez, A. I., Ibañez, F. C., Torre, P., Barcina, Y., & Pérez-Elortondo, F. J. (1998). Application of multivariate analysis to sensory characterization of ewes' milk cheese. *Journal of Sensory Studies*, 13, 45–55.
- Pecore, S., & Kellen, L. (2002). A consumer-focused QC/sensory program in the food industry. *Food Quality and Preference*, 13, 369–374.
- Pérez-Elortondo, F. J. (1996). Pasado y futuro del análisis sensorial del queso denominación de origen Idiazabal. *Sustrai*, 40, 27–31.

- Pérez-Elortondo, F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmeron, J., Etaio, I., & Molina, M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, *18*, 425–439.
- Pérez Villarreal, B., Barcina Angulo, Y., Pérez de Calleja, A., Pérez-Elortondo, F. J., Zeberio Torrontegui, M., & Kellen, L. (1995). In *Idiazabal: modo de empleo*. 69pp, Editorial gastronomía, Bilbao.
- Poelman, A. A. M., Delahunty, C. M., & Graaf, C. (2017). Vegetables and other core food groups: A comparison of key flavor and texture properties. *Food Quality and Preference*, *56*, 1–7.
- Preacher, K. J. (2001). Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence [Computer software]. Retrieved from <http://quantpsy.org>
- Predieri, S., Medoro, C. H., Magli, M., Gatti, E., & Rotondi, A. (2013). Virgin olive oil sensory properties: Comparing trained panel evaluation and consumer preferences. *Food Research International*, *54*, 2091–2094.
- Recchia, A., Monteleone, E., & Tourila, H. (2012). Responses to extra virgin olive oils in consumers with varying commitment to oils. *Food Quality and Preference*, *24*, 153–161.
- Worku, M., Duchateau, L., & Boeckx, P. (2016). Reproducibility of coffee quality cupping scores delivered by cupping centers in Ethiopia. *Journal of Sensory Studies*, *31*, 423–429.
- Yates, M. D., & Drake, M. A. (2007). Texture properties of Gouda cheese. *Journal of Sensory Studies*, *22*, 493–506.
- Young, N. D., Drake, M., Lopetcharat, K., & McDaniel, M. R. (2004). Preference mapping of Cheddar cheese with varying maturity levels. *Journal of Dairy Science*, *87*, 11–11.
- Zhang, X. Y., Guo, H. Y., Zhao, L., Sun, W. F., Zeng, S. S., Lu, X. M., ... Ren, F. Z. (2011). Sensory profile and Beijing youth preference of seven cheese varieties. *Food Quality and Preference*, *22*, 101–109.

**How to cite this article:** Ojeda M, Etaio I, Guerrero L, Fernández-Gil MP, Pérez-Elortondo FJ. Does consumer liking fit the sensory quality assessed by trained panelists in traditional food products? A study on PDO Idiazabal cheese. *J Sens Stud*. 2018;33:e12318. <https://doi.org/10.1111/joss.12318>



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Food Quality and Preference

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodqual](http://www.elsevier.com/locate/foodqual)

## Effect of consumers' origin on perceived sensory quality, liking and liking drivers: A cross-cultural study on European cheeses

Mónica Ojeda<sup>a</sup>, Iñaki Etaio<sup>a,b</sup>, Dominique Valentin<sup>c</sup>, Catherine Dacremont<sup>c</sup>, Mario Zannoni<sup>d</sup>, Tuomo Tupasela<sup>e</sup>, Leena Lilleberg<sup>f</sup>, Francisco José Pérez-Elortondo<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain

<sup>b</sup> Lactiker (Grupo de Investigación en calidad y seguridad de alimentos de origen animal), Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, Vitoria-Gasteiz, 01006, Spain

<sup>c</sup> Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, AgroSup Dijon, CNRS, INRAE, Université de Bourgogne -Franche- Comté, 9E Boulevard Jeanne d'Arc, 21000 Dijon, France

<sup>d</sup> Organismo Controllo Qualità Produzioni Regolamentate, Via Ferruccio Ferrari 6, 42124 Reggio Emilia, Italy

<sup>e</sup> Natural Resources Institute Finland (Luke), Myllytie 1, 31600 Jokioinen, Finland

<sup>f</sup> Finnish Food Safety Authority Evira, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki, Finland

## ARTICLE INFO

## Keywords:

Perceived sensory quality  
Cross-cultural study  
Consumer  
Liking  
PDO cheese

## ABSTRACT

We aim at studying consumers' Perceived Sensory Quality (PSQ) concept. We manipulated a priori both familiarity (contrast local vs. foreign cheeses) and quality level (contrast PDO or traditional cheeses vs. their non-PDO and/or industrial counterpart). The study was run in four European countries. Thus, eight cheeses (one PDO or traditional cheese and one non-PDO cheese from each of the four European countries) were assessed by a total of 438 consumers (from 100 to 120 consumers from each region) in terms of PSQ and liking. The cheeses were also described by a trained panel.

PSQ depended on both consumers' and cheeses' origin. The main finding is that in the three countries with PDO culture, consumers identified domestic PDO cheese as having a significantly higher PSQ than its non-PDO counterpart, whereas they were not able to differentiate PDO and non-PDO cheeses from other countries. Overall, sensory drivers of PSQ were similar across consumers of different origin but, the relationship between PSQ and liking is higher for non-local cheeses than for local cheeses. Overall, the results support the idea that PSQ is related to liking but is also modulated by product familiarity.

## 1. Introduction

According to Ophuis and Van Trijp (1995), consumers' perception of product quality results from a multidimensional perceptual process modulated by numerous extrinsic factors such as context, intrinsic product attributes or consumers' cultural background. Some studies related to product quality rely on liking assessments (Barnes, Bosworth, Bailey, & Curtis, 2014; Resano, Sanjuán, & Albisu, 2012). Only in a few studies consumers are asked to assess perceived quality considering sensory characteristics or perceived sensory quality (PSQ). Most of these studies deal with the impact of extrinsic information on PSQ, mainly focused on aspects as price and origin (Bello Acebrón & Calvo Dopico, 2000; Veale & Qvester, 2009a, 2009b) or sustainability labels

(Samant & Seo, 2016).

The very scarce cross-cultural studies suggest that the impact of cultural background on PSQ judgments would be mediate by consumers' exposure and familiarity with the product (Sáenz-Navajas, Ballester, Pécher, Peyron, & Valentin, 2013; Sáenz-Navajas, Ballester, Peyron, & Valentin, 2014). These authors showed that Spanish consumers tended to find wines from La Rioja (Spain) as higher in quality than Côtes du Rhône (France) wines.

Products with PDO labels are linked to a specific geographical origin, some specific raw materials and traditional practices of production (Ballester, Dacremont, Fur, & Etiévant, 2005; Bertozzi, 1995) and the European regulation (OJEU, 2012) states that PDO products must specify the characteristics of the product, including sensory

\* Corresponding author at: Laboratorio de Análisis Sensorial Euskal Herriko Unibertsitatea (LASEHU), Departamento de Farmacia y ciencias de los alimentos, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Centro de investigación Lascaray Ikerunea, Avenida Miguel de Unamuno 3, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain.

E-mail address: [franciscojose.perez@ehu.es](mailto:franciscojose.perez@ehu.es) (F.J. Pérez-Elortondo).

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104047>

Received 25 May 2020; Received in revised form 5 August 2020; Accepted 6 August 2020

Available online 12 August 2020

0950-3293/ © 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

description.

The first hypothesis of the present study (H1) is that consumers from different European regions would assess differently PSQ of cheeses from different origins according to their familiarity towards the products. More specifically, they would be better at differentiating the quality level of PDO vs. non-PDO cheeses from their own country than for cheeses from other countries.

Concerning the relation between PSQ and liking by tasting the product, the literature is very scarce as well. In a study with 27 Californian Cabernet Sauvignon wines evaluated by consumers and by wine experts, Hopfer and Heymann (2014) found a high correlation between liking and PSQ, although for some consumers liking and PSQ was not at all correlated to the quality scores as stated by the experts. The authors concluded that experts based more their evaluations on objective, descriptive attributes, while consumers were less able to do so.

Our second hypothesis (H2) is that PSQ is largely related to liking, but this relation would be weaker when consumers are most familiar with the product.

In fact, going beyond the analytical evaluation of quality by experts, the sensory characteristics driving the PSQ for consumers would be related to the familiarity with the product. In this sense, the third hypothesis (H3) is that sensory drivers of PSQ are likely culture-dependent, so they would differ according to consumers' origin.

To sum up, the objective of the present work is to gain a better understanding of consumers' PSQ by testing the three previously mentioned hypothesis, tackling the issue of familiarity as modulator of product perception. To address this issue, four PDO or traditional cheeses from four European regions (PDO Parmigiano Reggiano, PDO Idiazabal, PDO Comté and Turunmaa traditional cheese) and one similar industrial cheese from each of these regions were evaluated by consumers from the four regions. All eight cheeses were assessed by the four consumer groups for liking and PSQ. In order to identify the sensory drivers of PSQ the cheeses were also described by a trained panel.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Sample selection and preparation

Eight hard and semi-hard cheese samples from four European countries (Finland, France, Italy and Spain) were used in the experiment (Table 1). Three of them were PDO cheeses: Comté, Parmigiano-Reggiano and Idiazabal. As Finnish PDO cheeses do not exist, a traditional one was chosen (Turunmaa style cheese) and was considered as an equivalent of PDO product for the purposes of this study. The other four cheeses were selected from each of the four regions and were similar in terms of sensory characteristics to their counterpart PDO cheese. A representative cheese of each PDO was chosen and all the units of each cheese came from the same batch.

Each of the four laboratories participating in the study collected the two cheeses from its region one month prior to their evaluation. They were vacuum-sealed and sent to the other laboratories in an isothermal container with cold accumulators. Once at the laboratory, the samples

**Table 1**

Description of the cheeses used in the study.

Cheese origin	Product (Cheese)/Appellation	Milk origin	Type of paste	Code
Finland	Turunmaa/Traditional	Pasteurized cow's milk	Uncooked semi-hard	TRA TU
Finland	Emmental/non-PDO	Pasteurized cow's milk	Cooked semi-hard	nPDO EM-FI
France	Comté/PDO	Raw cow's milk	Cooked semi-hard	PDO CO
France	Emmental/non-PDO	Pasteurized cow's milk	Cooked semi-hard	nPDO EM-FR
Italy	Parmigiano-Reggiano/PDO	Raw cow's milk	Cooked hard	PDO PR
Italy	Hard cheese/non-PDO	Pasteurized cow's milk	Cooked hard	nPDO HCh-IT
Spain	Idiazabal/PDO	Raw ewe's milk	Uncooked hard	PDO ID
Spain	Hard cheese/non-PDO	Pasteurized ewe's milk	Uncooked hard	nPDO HCh-SP

**Table 2**

Socio-demographic aspects and cheese consumption frequency of consumers (data expressed as number of participants and as percentage (in brackets)).

	Jokioinen-Helsinki (JH) (Finland) n = 109	Dijon (DI) (France) n = 101	Reggio Emilia (RE) (Italy) n = 120	Vitoria-Gasteiz (VG) (Spain) n = 108
Gender				
Male	36 (33.0)	50 (49.5)	59 (49.2)	54 (50.0)
Female	72 (66.1)	51 (50.5)	60 (50.0)	54 (50.0)
No answer	1 (0.9)	0 (0.0)	1 (0.8)	0 (0.0)
Age range (years)				
18–30	19 (17.4)	49 (48.5)	36(30.0)	34 (31.5)
31–45	44 (40.4)	23 (22.8)	36 (30.0)	40 (37.0)
> 45	46 (42.2)	29 (28.7)	46 (38.3)	34 (31.5)
No answer	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.7)	0 (0.0)
Level of studies completed				
Secondary	40 (36.7)	23 (22.8)	48 (40.0)	33 (30.6)
Superior	69 (63.3)	78 (77.2)	69 (57.5)	73 (67.6)
No answer	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (2.5)	2 (1.8)
Frequency of cheese consumption				
Daily or almost daily	73 (67.0)	56 (55.4)	44 (36.7)	40 (37.0)
Several times a week	24 (22.0)	37 (36.6)	53 (44.2)	47 (43.5)
Once a week	6 (5.5)	7 (6.9)	16 (13.3)	17 (15.7)
A few times a month	6 (5.5)	1 (1.1)	5 (4.2)	4 (3.8)
No answer	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.6)	0 (0.0)

were placed in a refrigerator at  $5 \pm 3$  °C. The night before sensory evaluation, the plastic film was removed and samples were kept in a cellar at  $17 \pm 2$  °C. One hour before their evaluation, cheeses were sliced into pieces of  $1.7 \times 1.7 \times 3.0$  cm, placed in a lunch box and stored in the cellar. At the time of the test, samples were served to participants (trained assessors or consumers) at  $19 \pm 2$  °C in plastic trays.

### 2.2. Assessment of liking and PSQ

#### 2.2.1. Consumers

A total of 438 consumers from four European cities participated in this research (Table 2). They were recruited from previous databases and by using different media (radio, e-mails, social networking sites and posters on the campus or in the research centre). Consumers knew they were going to participate in a cheese consumer test and signed an informed consent voluntarily. Cheeses were commercial cheeses, that is, their sale and consumption were authorized, so it was assumed that they do not present a health risk. Consumers' personal data were treated and managed according to the European regulation (EU) 2016/679 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data. Consumers who expressed their willingness to participate were asked about gender, age, level of completed studies and cheese consumption frequency.

Only consumers who declared to consume cheese more than once per month were recruited. A balanced distribution across gender, age ranges (18–30, 31–45, > 45) and level of studies completed (secondary or superior) was established. As shown in Table 2, most consumers from the four cities eat cheese at least once a week. Finnish consumers reported the highest consumption frequency.

### 2.2.2. Experimental design

The eight cheeses (Table 1) were tested by all the consumers. No information about the aim of the study was provided to the consumers (they only knew that they were participating in a “cheese study”). The experimental protocol was initially written in English and translated into Finnish, French, Italian and Spanish. Translation from English to the local language was made by professionals of each laboratory in order to be the instructions and terminology easy and clearly understandable by the local participants. In addition, several members of each laboratory supervised the translation. Before developing the test, a pre-test was carried out in each laboratory to find out possible difficulties of the test (duration of the test, possible fatigue because of the number of samples ...) and to observe whether the participants understood the test instructions. No difficulties related to terminology were found in the pre-test in any laboratory.

The experiment was carried out proceeding in the same manner in the four cities. The sessions were distributed in two stages: first a liking test and then a PSQ categorization test. A rest time of 10 min was established between stages. The number of sessions varied between six and ten depending on the capacity of the laboratories. To complete the whole session took around 45 min. For the liking test, consumers were asked to score the eight samples on a 10 cm line scale from 0-“I don't like it at all” to 10-“I like it very much”. For the PSQ categorization test, consumers had to evaluate the cheeses and sort them according to their global sensory quality perception into five categories: “very high” (5), “high” (4), “medium” (3), “low” (2) or “very low” (1) quality. In both tests consumers were allowed to taste the cheeses as many times as they wanted, although they were advised not to test the same sample too many times to avoid fatigue. For both tests, consumers were instructed to wait 30 s between samples and to chew a piece of apple and rinse their mouth with water to eliminate any residual product.

Sample codes were different in each test. Samples were codified with three digits and presented according to a Williams Latin square design established by FIZZ software 2.40H (Biosystemes, Couternon, France) so the sample order for each participant was random and presentation order associated bias was avoided. Also, sample codes of each sample were different in the two tests.

Data were collected on paper forms designed by using FIZZ software 2.40H. Upon completing the session, participants received a gift for their participation.

## 2.3. Descriptive sensory analysis

### 2.3.1. Assessors

The descriptive analysis of the eight cheese samples was carried out in Vitoria-Gasteiz, in the Sensory Laboratory of the University of the Basque Country (LASEHU). Sixteen assessors (five males and 11 females; age range 34–68 with average age 45) were selected taking into account their training level in descriptive analysis: six expert assessors of the official panel for sensory quality control of PDO Idiazabal cheese and ten assessors with great experience in descriptive sensory analysis of foods (the majority of them with experience in cheese evaluation).

### 2.3.2. Experimental design

Six two hours sessions were carried out.

**2.3.2.1. Term generation, selection of terms and the score card design.** Two sessions were held to develop the attribute list. Only the six expert assessors took part in the first session. A list of sensory descriptors

(aroma, taste and trigeminal sensations) was previously prepared from the list published by Bérodiér et al. (1997) and presented to the participants. To facilitate the term generation, cheeses were compared in pairs: PDO cheese vs. non-PDO cheese from the same region. In this way, assessors had to indicate perceived sensations (terms) and their intensity (low, medium or high) for each sample. Then, they had to compare the two samples and mark if there were differences in intensity for each of the perceived sensations, or not. The second session was attended by all the assessors. Based on the terms collected through the first session, a second list including exclusively aroma terms was provided. The procedure followed with these samples was the same as in the first session.

The selection of terms and the score card design were carried out using results obtained in the previous sessions. As far as aroma was concerned, only terms with a citation frequency (CF; percentage of times that each term was cited for each sample over the total number of times that could be cited)  $\geq 20\%$  or with a CF  $< 20\%$  but with a CF  $\geq 40\%$  for any of the samples in the second session were selected. A similar criterion was applied by Campo, Ballester, Langlois, Dacremont, and Valentin (2010) in a study of Burgundy Pinot Noir wines. The terms selected were: fresh butter, boiled milk, acidified milk, fresh vegetable, boiled vegetable, nut, caramel, burnt, leather, meat soup, rennet and butyric acid.

With regard to taste, the terms used in the first session (sweet, acid, salty, bitter and pungent) were directly included in the final list. Based on Lavanchy et al. (1999), texture terms selected were firmness, friability, solubility, adherence and humidity in mouth.

A definition of each term was established, as well as the evaluation procedure. Continuous linear 10 cm scales (anchored at points 0 and 10 and with an additional cm at each end) were used for attribute intensity scoring.

**2.3.2.2. Selection of references and training.** Assessors were provided with references for taste, aroma and texture, either chemical substances or commercial products. References were prepared according to Bérodiér et al. (1997), Lavanchy et al. (1999), Ojeda et al. (2015), Pérez-Elortondo et al. (2007) procedures. References were prepared with a cheese base for their perception to be as close as possible to the real situation of cheese evaluation.

**2.3.2.3. Analysis of the samples of the study.** The eight samples were evaluated in triplicate over three sessions. These sessions took place in the two weeks following the consumers study. A dummy sample was first evaluated in individual booths and then a group discussion took place for a last scoring alignment. Then, panellists scored the eight samples in booth using Fizz software 2.40H. Samples were coded with three digits random numbers and presented according to a Williams Latin square design. Panellists were instructed to wait 20 s between each sample and to chew a piece of apple and rinse their mouth with water to eliminate any residual product. A five minutes break was programmed between the first four and the remaining four samples.

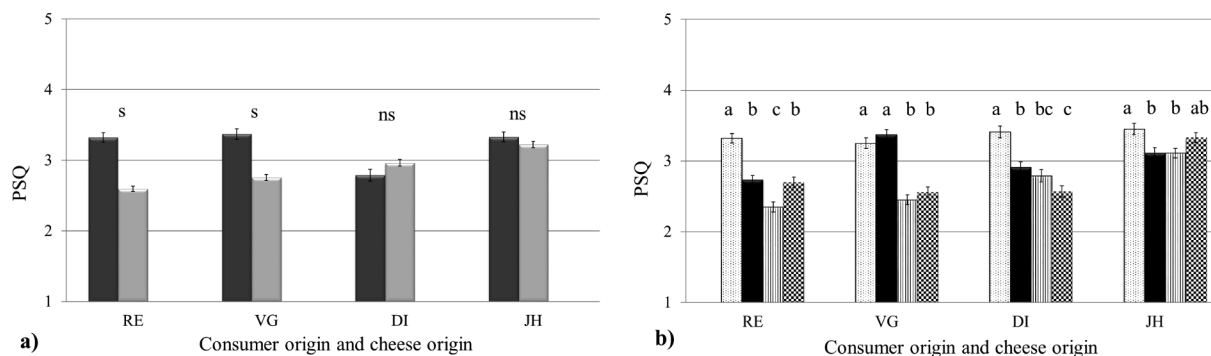
## 2.4. Data analysis

### 2.4.1. Effect of consumer origin, cheese origin and PDO/non-PDO on PSQ (H1)

A four-way mixed ANOVA was performed on PSQ scores according to the following model:

$$Y = \mu + \text{consumer origin} + \text{cheese origin} + \text{PDO/non-PDO} + \text{consumer (consumer origin)} + \text{cheese origin} * \text{consumer (consumer origin)} + \text{cheese origin} * \text{consumer origin} + \text{cheese origin} * \text{PDO/non-PDO} + \text{consumer (consumer origin)} * \text{PDO/non-PDO} + \text{consumer origin} * \text{PDO/non-PDO} + \text{cheese origin} * \text{consumer origin} * \text{PDO/non-PDO} + \text{error}$$

In this model, cheese origin, consumer origin, and PDO/non-PDO were considered as fixed factors and consumer as random factor. A Turkey's honest significant difference (HSD) post hoc test was applied



**Fig. 1.** a) PSQ in each consumer origin according to cheese origin. Dark and light grey bars represent local and non-local cheeses, respectively. Signification of differences from paired *t*-test (with Bonferroni's correction): s when significant ( $p < 0.003$ ) and ns when non-significant ( $p \geq 0.003$ ). Error bars are mean standard errors. b) Bars with points represent Italian cheeses, dark bars Spanish cheeses; bars with lines French cheeses and bars with squares Finnish cheeses. Different lower case letters represent significant differences ( $p < 0.05$ ) between pairs of samples according to Dunn's test (with Bonferroni's correction). Error bars are mean standard errors.

to consumer origin to find significant ( $p < 0.05$ ) differences between pair of samples.

For first order interaction cheese origin\*consumer origin, Kruskal-Wallis test was applied ( $p < 0.05$ ) on PSQ scores in each consumer origin. Dunn's test (with Bonferroni's correction) was run on consumer origin to find significant differences ( $p < 0.05$ ) between pairs of samples. Also, paired *t*-tests with Bonferroni's correction (for 16 comparisons from two effects at 5% significance level, significant differences at  $p < 0.003$ ) were run on PSQ between local and non-local cheeses in each consumer origin.

Regarding first order interaction consumer origin\*PDO/non PDO, paired *t*-test with Bonferroni's correction (for eight comparisons from two effects at 5% significance level, significant differences at  $p < 0.006$ ) was applied for calculating significant differences in PSQ according to PDO/non-PDO in each consumer origin.

Finally, with regard to second order interaction cheese origin\*consumer origin\*PDO/non-PDO, paired *t*-test with Bonferroni's correction (for eight comparisons from two effects at 5% level, significant differences at  $p < 0.006$ ) was applied in order to study significance differences in PSQ between local and non-local PDO and non-PDO cheeses in each consumer origin.

Kruskal-Wallis test was run with XLSTAT 2011 (Addinsoft, Paris, France). The other statistical analyses were computed using IBM® SPSS® Statistics25 (SPSS Inc., Chicago, USA) with the exception of Bonferroni's correction from paired *t*-test, which was calculated without using statistical software (significant differences at  $p < (5\% \text{ significance level/number of comparisons})$ ).

#### 2.4.2. Relationship between PSQ and liking (H2)

Spearman's correlation coefficient ( $r$ ) between PSQ and liking scores were calculated on individual scores considered all together.

Then, for each consumer origin, a correlation coefficient between PSQ and liking scores was calculated for the eight cheeses considered together, for PDO cheeses, for non-PDO cheeses and for each cheese individually.

Correlation coefficient ( $r$ )  $\geq 0.7$  was considered as a high correlation,  $0.4 \leq r < 0.7$  medium correlation and  $r < 0.4$  low correlation.

Analyses were computed with IBM® SPSS® Statistics25.

#### 2.4.3. Sensory drivers of PSQ (H3)

A three-way ANOVA was performed on sensory scores from the trained panel, with product, assessor and session as fixed factors considering all first-order interactions. Further, a PCA was performed on the mean scores of discriminant attributes. Mean scores of consumers' PSQ from each city were added as supplementary variables. Finally, Hierarchical Cluster Analysis (HCA) was done using Squared Euclidean distances and Ward's criterion. In this analysis, all the dimensions

resulting from PCA were considered.

ANOVA was performed using IBM® SPSS® Statistics 25 while PCA and HCA were done using XLSTAT 2011.

### 3. Results

#### 3.1. Effect of consumer origin, cheese origin and PDO/non-PDO on PSQ (H1)

The four-ways mixed ANOVA showed that PSQ depends on: consumer origin ( $F(3, 434) = 22.4, p < 0.001$ ), cheese origin ( $F(3, 1302) = 63.7, p < 0.001$ ) and PDO/non-PDO ( $F(1, 434) = 156.6, p < 0.001$ ).

Regarding consumer origin, RE consumers gave significantly ( $p < 0.05$ ) lower scores (mean score, MS 2.77, standard error, SE 0.036) than consumers from the other three cities and JH consumers gave significant ( $p < 0.05$ ) higher scores (MS 3.25, SE 0.037) than the consumers from the other three cities. Significant differences were not found between consumers from VG (MS 2.91, SE 0.039) and DI (MS 2.92, SE 0.042).

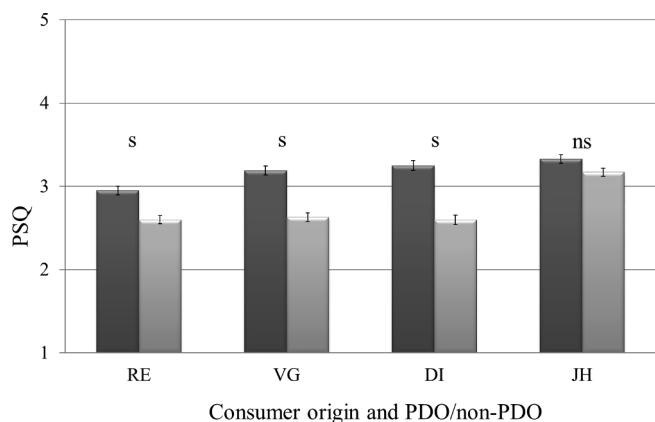
In RE and VG, local cheeses were scored higher than non-local cheeses (Fig. 1a). A significant cheese origin\*consumer origin interaction ( $F(9, 1303) = 10.1, p < 0.001$ ) confirmed that quality perception among consumers from different origins depends on cheese origin (Fig. 1b). Kruskal-Wallis test revealed significant differences among products in each consumers' origin. Particularly, in RE the most positively evaluated samples were Italian cheeses and in VG local cheeses together with Italian cheeses. By contrast, consumers in DI and JH did not find significant PSQ differences between local and non-local cheeses. In fact, Italian cheeses got the highest score in DI and JH (in this last city with local cheeses as well).

As hypothesized, PDO cheeses, all together, were perceived as significantly higher in quality than non-PDO cheeses (MS 3.17, SE 0.028 vs MS 2.75, SE 0.026, respectively).

The significant interaction between PDO/non-PDO and consumer origin ( $F(3, 434) = 10.3, p < 0.001$ ) indicated that the different sensory quality perception for PDO and non-PDO products depends, to a certain extent, on consumers' origin. Actually, significant differences were found between PDO and non-PDO cheeses in RE, VG and DI, where PDO cheeses were scored higher in PSQ than non-PDO cheeses whereas, no significant differences were found in JH (Fig. 2).

Fig. 3 illustrates the significant second-order consumers' origin\*cheese origin\*PDO/non PDO interaction ( $F(9, 1301) = 11.1, p < 0.001$ ). In VG, DI and RE, significant differences between local PDO and local non-PDO cheeses were found whereas no difference between PDO and non PDO cheese was perceived for foreign cheeses. There was an exception for Finnish cheeses with the traditional cheese scored significantly higher in PSQ than its industrial counterpart in every city.





**Fig. 2.** PSQ in each consumer origin according to PDO/non-PDO. Dark and light grey bars represent PDO and non-PDO cheeses, respectively. Signification of differences from paired *t*-test (with Bonferroni’s correction): s when significant ( $p < 0.006$ ) and ns when non-significant ( $p \geq 0.006$ ). Error bars are mean standard errors.

**3.2. Relationship between PSQ and liking (H2)**

A significant correlation was observed between PSQ and liking scores given by all consumers to the eight cheeses considered all together ( $r = 0.508, p < 0.001$ ). In each city, a significant ( $p < 0.05$ ) correlation between PSQ and liking was obtained both for PDO and for non-PDO cheeses from each cheese origin, with the exception of local non-PDO cheese in RE (Fig. 4). Also, a higher correlation was observed for non-local cheeses than local cheeses in RE, VG and DI. In the case of JH this difference was not so clear.

**3.3. Sensory drivers of PSQ (H3)**

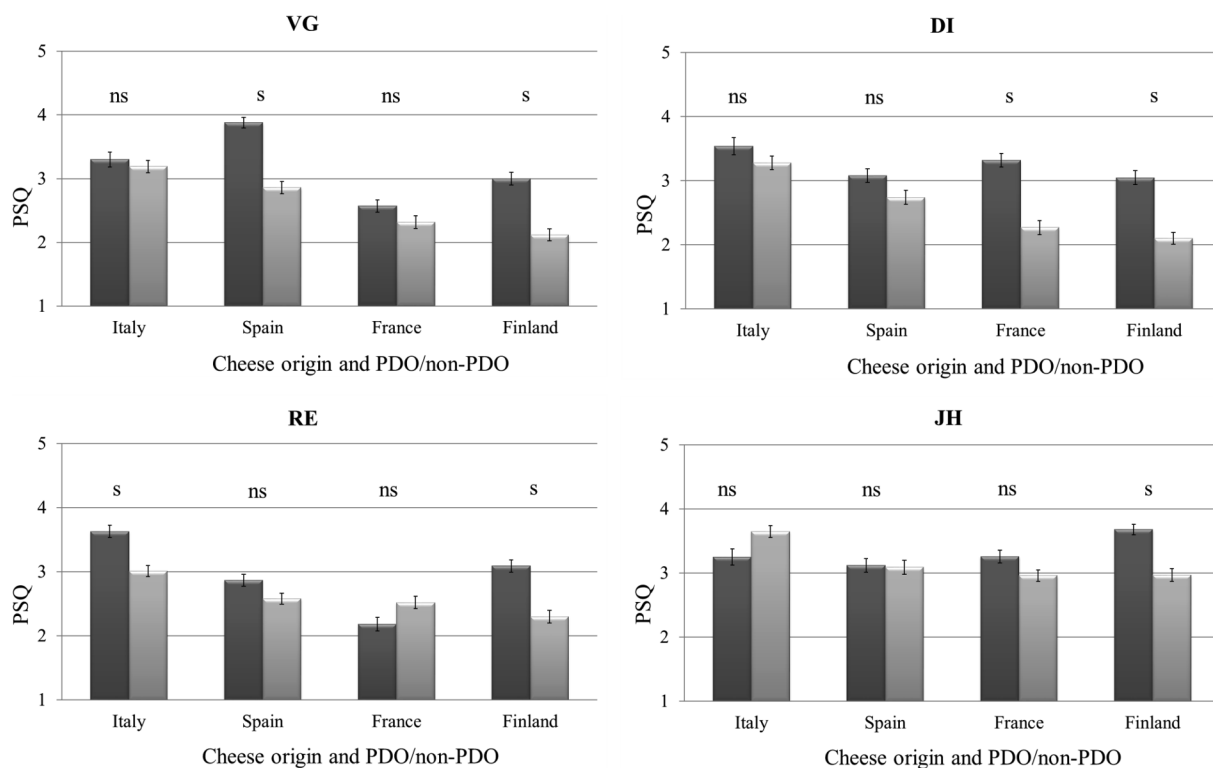
The results of the three-way ANOVA on descriptive scores revealed significant ( $F(154, 1278) = 16.7, p < 0.001$ ) differences among products for all attributes.

Fig. 5 shows the loading plot and the product map of PCA run on all descriptive attributes, with mean scores of PSQ from consumers of each city as supplementary variables. The first two principal components explained 76.30% of the total variance and cheeses are distributed in the four quadrants of the plot. PC1 is a taste factor opposing “sweet” to “acid” and PC2 is a texture axis opposing “friability” and “firmness” to “humidity mouth”.

PSQ for consumers from VG was driven mainly by “strong” sensory attributes, as “butyric acid”, “rennet”, “acidified milk”, “acid” and “pungent”, whereas PSQ of consumers from RE and DI was driven by “salty”, “solubility” and “friability”. Finland showed a lower tendency toward these last sensory characteristic. However, PSQ for each consumer origin was represented in the same quadrant of the PCA suggesting that there are no marked differences in the drivers explaining PSQ among the four cities. In fact, when HCA was run to identify clusters of drivers of PSQ, three main clusters were identified (Fig. 6) and the four PSQ were included in the same cluster.

**4. Discussion**

The main objective of this work was to study the impact of consumers’ origin on Perceived Sensory Quality of cheeses according to their familiarity with cheeses. We first hypothesized (H1) that consumers from different European regions would assess differently PSQ of cheeses from different origins. Consumers gave higher scores to domestic cheeses in two (RE and VG) of the four cities. More interestingly, we found that consumers were better at discriminating between the local higher quality cheese (PDO) and the local lower quality cheese (non-PDO). This is obvious for consumers from Italy (RE), Spain (VG)



**Fig. 3.** PSQ in each consumer origin according to cheese origin and PDO/non-PDO. Dark and light grey bars represent PDO and non-PDO cheeses, respectively. Signification of differences from paired *t*-test (with Bonferroni’s correction): s when significant ( $p < 0.006$ ) and ns when non-significant ( $p \geq 0.006$ ). Error bars are mean standard errors.

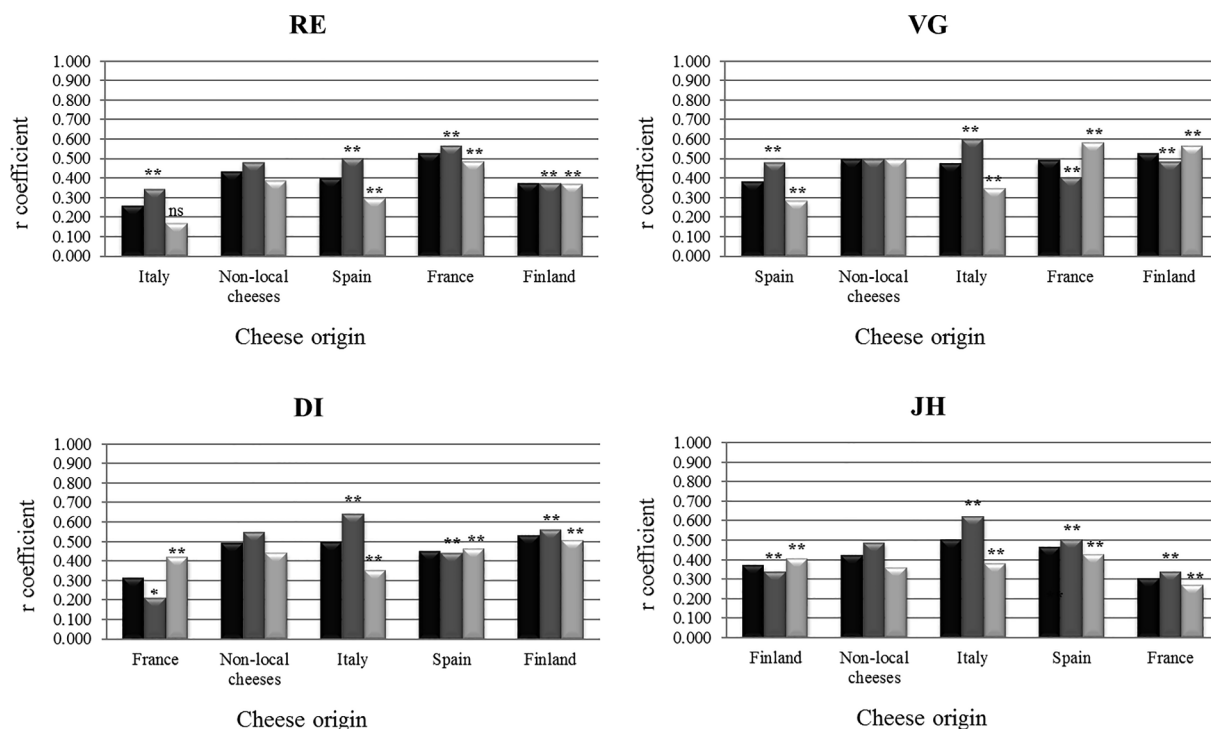


Fig. 4. Correlation coefficients (r) between PSQ and liking in each city for local and non-local cheeses (considered separately and together as averaged r value). Black bars represent the average of PDO and non-PDO cheeses, dark and light grey bars represent PDO and non-PDO cheeses, respectively. ns: no significant correlation ( $p \geq 0.05$ ); \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ .

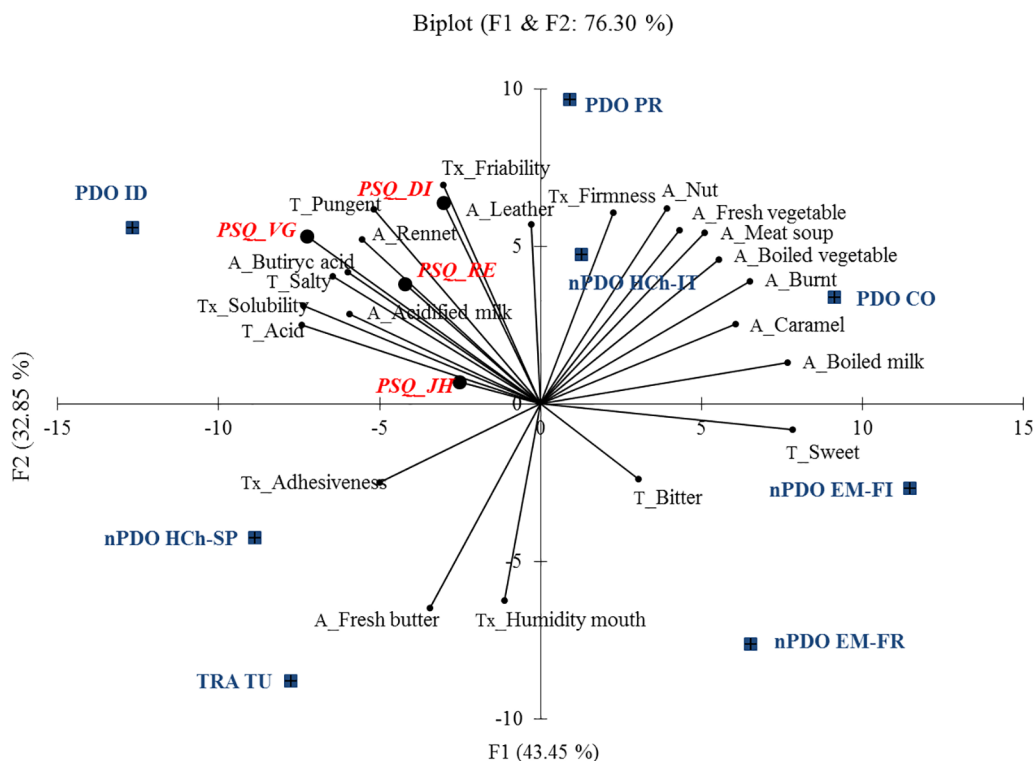


Fig. 5. Representation of cheeses, sensory characteristics and consumers' PSQ over the first two components by PCA. A = aroma; T = taste; Tx = texture.

and France (DI) who were the only ones to identify PDO cheese from their own region as higher in PSQ than the non-PDO counterpart.

According to their familiarity towards the products and, more specifically, they would be better at differentiating the quality level of PDO vs. non-PDO cheeses from their own country than for cheeses from other countries. They scored PDO local cheese significantly higher in

PSQ compared to the non-PDO whereas they did not perceive any differences between PDO vs. non PDO for foreign products.

This is interpreted in terms of familiarity with the products, although we did not directly measure cheese familiarity, as people are more exposed to local vs. non-local cheeses. This is in line with Sáenz-Navajas et al. (2014) who pointed out that consumers are tend to

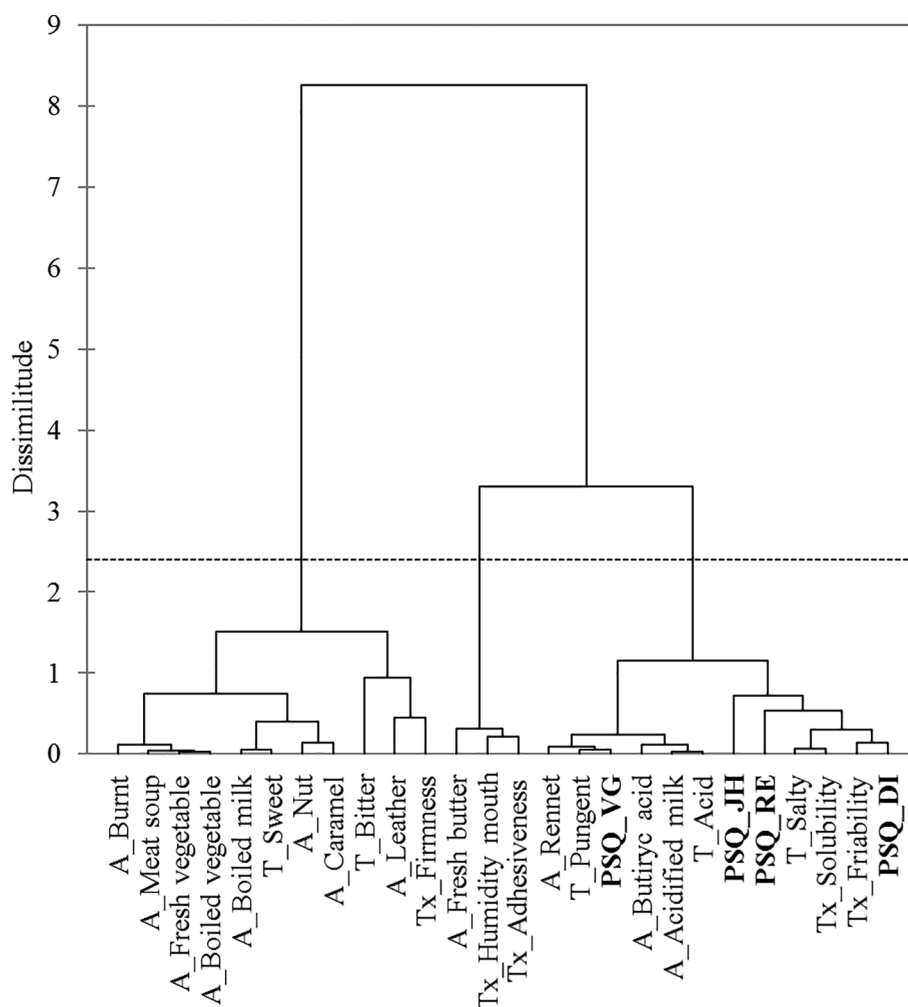


Fig. 6. Hierarchical cluster analysis. Clusters of drivers of PSQ for the different consumer origin. A = aroma; T = taste; Tx = texture.

categorize local wines as higher in quality than non-local ones. In another study (Sáenz-Navajas et al., 2013) those authors found that Spanish consumers from La Rioja categorized Rioja wines as higher in PSQ than French wines from Côtes du Rhône. In both cases, wines were PDO products. The authors attributed this effect to consumers' familiarity with wines from their own region. We found the same pattern of responses in the three countries that are familiar with the PDO system. In Finland, people from JH also identified their traditional cheese as higher in PSQ than the industrial counterpart whereas they were not able to differentiate PDO from non-PDO foreign products. However, people from foreign countries also differentiate the two cheeses in a similar way. This could be explained, to a certain extent, by the fact that Finnish cheeses were the cheese-pair with the highest number of sensory attributes significantly different between them (data not shown).

In the present study, we found that PSQ was related to liking to a certain extent ( $r = 0.508$ ) but the correlation is somehow weaker for domestic compared to foreign cheeses. This supports our second hypothesis. Consumers may have developed their own mental representation of a high quality product for the local PDO cheese, based on their repeated experiences with this cheese. They learn to identify quality cues that are not only based on their liking for cheeses in general. This is not completely in line with Hopfer and Heymann (2014) who found a high correlation between liking and PSQ on Californian consumers for Cabernet Sauvignon wines. But, other factors such as the diversity of tested products and the product category, may impact correlation values. As the studies in this area are too scarce to be conclusive, further work is needed to better understand the relationships between PSQ and

liking and its modulation by familiarity.

Sensory attributes driving PSQ were quite similar among consumers from different origins. Sáenz-Navajas et al. (2013) also reported agreement among 56 wine consumers from La Rioja (Spain) and 52 consumers from Côtes du Rhône (France) regarding drivers of wine aroma PSQ. This could have been expected, as similar trends were observed across countries: Italian cheeses were scored high in PSQ and traditional Finnish cheese got high scores than its industrial counterpart. Thus, this result is not in contradiction with the idea that for familiar PDO products, consumers may develop a concept of "quality" somehow diverging from their "quality" concept of cheeses in general.

Finally, it is necessary to indicate that more studies would be necessary to confirm the findings of the present work, especially regarding the differences in sensory quality perception between PDO and non-PDO cheeses. In fact, the unavoidable limited number of samples to include in the study forced to choose few cheeses, so the results could not be extrapolated to cheeses with or without PDO. Another limitation is that, if it had been done in other parts of Europe, the results could have been somewhat different, depending on familiarization and cultural aspects.

## 5. Conclusions

The results of this research suggest that PSQ depends to a certain extent on consumer origin, probably due to familiarity with local products. Only small differences in sensory drivers of PSQ have been found across consumers from different regions. However, as local cheeses

were perceived as higher in PSQ than non-local cheeses, it indicated that over a general trend, familiarity modulates PSQ.

The correlation between PSQ and liking is significant but only moderate, suggesting that PSQ is a distinct judgment from liking that includes other dimensions. The relation between PSQ and liking is stronger for non-local cheeses than for local-cheeses, reinforcing the idea that familiarity affects PSQ.

#### CRedit authorship contribution statement

**Mónica Ojeda:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing - original draft, Visualization. **Iñaki Etaio:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Writing - review & editing. **Dominique Valentin:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Resources, Data curation, Writing - review & editing, Funding acquisition. **Catherine Dacremont:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Resources, Data curation, Writing - review & editing, Funding acquisition. **Mario Zannoni:** Investigation, Resources, Data curation, Writing - review & editing, Funding acquisition. **Tuomo Tupasela:** Investigation, Resources, Data curation, Writing - review & editing, Funding acquisition. **Leena Lilleberg:** Investigation, Formal analysis, Data curation, Writing - review & editing. **Francisco José Pérez-Elortondo:** Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Resources, Data curation, Writing - review & editing, Visualization, Supervision, Project administration, Funding acquisition.

#### Acknowledgements

The authors thank M<sup>a</sup> Pilar Fernandez Gil from University of the Basque Country UPV/EHU (Vitoria-Gasteiz, Spain), Anna Garavaldi and Valeria Musi from Centro Ricerche Produzioni Animali Sensory Laboratory (Reggio Emilia, Italy) for their support in consumers' sessions, Florence Bérodiér from Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté (Poligny Cedex, France) and Kari Finska from Valio Ltd. (Helsinki, Finland) for their support in French and Finnish cheeses supply, respectively. The authors also want to thank the consumers and the trained assessors for their participation.

#### Formatting of funding sources

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sector.

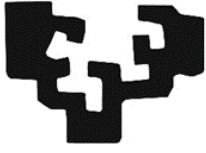
#### References

Ballester, J., Dacremont, C., Fur, Y. L., & Etiévant, P. (2005). The role of olfaction in the

- elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, 16(4), 351–359. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.06.001>.
- Barnes, R. N., Bosworth, R. C., Bailey, D., & Curtis, K. R. (2014). Connecting sensory quality characteristics and local designations to willingness to pay for cheese at the retail level. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(3), 115–138.
- Bello Acebrón, L., & Calvo Dopico, D. (2000). The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality: An empirical application for beef. *Food Quality and Preference*, 11(3), 229–238. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00059-2).
- Bertozzi, L. (1995). Designation of origin: Quality and specification. *Food Quality and Preference*, 6(3), 143–147. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00013-Y](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00013-Y).
- Bérodiér, F., Lavanchy, P., Zannoni, M., Casals, J., Herrero, L., & Adamo, C. (1997). *In Guía para la evaluación olfativo-gustativa de los quesos de pasta dura o (semidura)*. Ed.). Poligny, France: Gecoteft.
- Campo, E., Ballester, J., Langlois, J., Dacremont, C., & Valentin, D. (2010). Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference*, 21(1), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.08.001>.
- Hopfer, H., & Heymann, H. (2014). Judging wine quality: Do we need experts, consumers or trained assessors? *Food Quality and Preference*, 32, 221–233.
- Lavanchy, P., Mege, J., Pérez Elortondo, F. J., Bivar Roseiro, L., Scintu, M. F., Torre, P., ... Loygorry, P. (1999). *Guide to the sensory evaluation of the texture of hard and semi-hard ewes' milk cheese*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Ojeda, M., Etaio, I., Fernández Gil, M. P., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2015). Sensory quality control of cheese: Going beyond the absence of defects. *Food Control*, 51, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.08.001>.
- OJEU. (2012). Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 on quality schemes for agricultural products and food stuffs. Official Journal of the European Union 14.12.2012, L 343/1-29.
- Ophuis, P. A. M., & Van Trijp, H. C. M. (1995). Perceived quality: A market driven and consumer oriented approach. *Food Quality and Preference*, 6(3), 177–183. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(94\)00028-T](https://doi.org/10.1016/0950-3293(94)00028-T).
- Pérez-Elortondo, F. J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., Etayo, I., & Molina, M. (2007). Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, 18(2), 425–439. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.05.002>.
- Resano, H., Sanjuán, A. I., & Albisu, L. M. (2012). Consumers' response to the EU Quality policy allowing for heterogeneous preferences. *Food Policy*, 37(4), 355–365.
- Sáenz-Navajas, M.-P., Ballester, J., Pêcher, C., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Sensory drivers of intrinsic quality of red wines. *Food Research International*, 54(2), 1506–1518. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.048>.
- Sáenz-Navajas, M.-P., Ballester, J., Peyron, D., & Valentin, D. (2014). Extrinsic attributes responsible for red wine quality perception: A cross-cultural study between France and Spain. *Food Quality and Preference*, 35, 70–85. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.02.005>.
- Samant, S. S., & Seo, H.-S. (2016). Quality perception and acceptability of chicken breast meat labeled with sustainability claims vary as a function of consumers' label-understanding level. *Food Quality and Preference*, 49, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.12.004>.
- Veale, R., & Quester, P. (2009a). Tasting quality: The roles of intrinsic and extrinsic cues. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 21(1), 195–207.
- Veale, R., & Quester, P. (2009b). Do consumer expectations match experience? Predicting the influence of price and country of origin on perceptions of product quality. *International Business Review*, 18(2), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2009.01.004>.



eman ta zabal zazu



L.A.S.E.H.U.