



**POLITÉCNICA**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA**

**AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

**GRADO EN TECNOLOGÍA DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRARIA, ESTADÍSTICA Y GESTIÓN DE EMPRESAS**

***Desarrollo de protocolos de análisis sensorial de maridajes de productos de la Comunidad de Madrid mediante la técnica de Dominancia Temporal de Sensaciones (TDS) con un panel de cata entrenado***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Autora: Belén Isidro Álvarez**

**Tutora: Carolina Chaya Romero**

**Tutor: Luis Isac Torrente**

**Septiembre de 2021**



## AGRADECIMIENTOS

*Este proyecto representa la finalización de una de las etapas más significativas de mi vida, por lo que tiene un valor muy especial para mí.*

*Al Centro de Innovación Gastronómica y la gente maravillosa que lo compone, por acogerme durante los meses de prácticas y hacerme sentir como una más del equipo. Gracias a su implicación este trabajo ha sido posible.*

*A mis tutores, Luis Isac Torrente y Carolina Chaya Romero, por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto bajo su tutela. Por ser un ejemplo, por su atención, interés y disponibilidad para enseñarme todo lo que saben.*

*A mis amigas, las que han dado sentido a estos años y con las que tanto he compartido.*

*A mi familia, por querer siempre lo mejor para mí, por apoyarme y aconsejarme en todos los aspectos de mi vida.*

## RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo principal crear un protocolo estandarizado con la técnica de análisis sensorial TDS (Temporal Dominance of Sensations, Dominancia Temporal de Sensaciones) para estudiar el maridaje de varios productos de la Comunidad de Madrid: chocolate negro con cuatro bebidas (vino, cerveza, café y vermut). En el contexto de la aplicación del TDS hay actualmente pocos estudios que profundizan en la evaluación mediante esta técnica con maridajes. Los artículos actuales que utilizan esta técnica se centran más en caracterizar o diferenciar productos que en las sensaciones percibidas por el catador en cada instante.

Este trabajo, enmarcado en un proyecto de investigación del IMIDRA de la Comunidad de Madrid, aborda tanto procesos de evaluación estáticos (en la generación del perfil descriptivo de cada producto) como dinámicos (en la técnica TDS). Para ello, ha sido necesario el entrenamiento de un panel de jueces durante varias sesiones.

En la primera fase del estudio, 12 jueces llevaron a cabo la generación del perfil descriptivo. Dicha fase permitió seleccionar los productos y atributos que se usarían después para el TDS. Los productos elegidos fueron un chocolate 72% sin azúcares añadidos, vino tinto Cepas Viejas, cerveza Morena, café Colombia Caturro y vermut rojo Tradicional. En una segunda fase, un panel de 13 jueces participó en las sesiones de TDS, presentando a los catadores una lista de descriptores de los cuales elegían el que ellos consideraran más dominante en cualquier momento del consumo de un alimento. Definiéndose como dominante al atributo más acusado en un momento determinado, no necesariamente el más intenso. A lo largo de la cata del alimento podían elegir varios atributos, pero solo uno en cada momento específico Y, por último, mediante la representación en gráficas, se obtuvieron los resultados que han sido desarrollados en este estudio.

Los principales resultados obtenidos por TDS, mostraron que la ingesta del chocolate con las bebidas tuvo un efecto estadísticamente significativo en los atributos percibidos ( $p < 0.05$ ). El atributo “fundente” fue el predominante cuando se cataba únicamente chocolate y también con todas las bebidas. Y, además, al combinarlo con el café, este atributo aumentaba en dominancia y duración. Por otro lado, el atributo “dulce” fue el que destacó en el maridaje de chocolate con cerveza negra y con vino. En cuanto al vermut, los atributos dominantes fueron “alcohol” al principio y “fundente” al final.

Pese a que se debe seguir investigando en este campo, la técnica TDS es apropiada para describir la evolución de la percepción en el tiempo de productos complejos. Gracias a la temporalidad de este método, a diferencia de otras técnicas dinámicas, se consiguen matices, como por ejemplo, la evolución de los atributos dominantes, que proporcionan una valiosa información acerca del maridaje de estos productos.

**PALABRAS CLAVE:** maridajes, TDS, chocolate, bebidas, sensorial, técnicas dinámicas, caracterización de producto, catadores entrenados.

## ABSTRACT

The main objective of this project is to create a standardized protocol with the sensory analysis technique TDS (Temporal Dominance of Sensations) to study the pairing of various products from the Community of Madrid: dark chocolate with four drinks (wine, beer, coffee and vermouth). In the context of the application of TDS, there are currently few studies that delve into the evaluation using this technique with pairings. Current articles that use this technique focus more on characterizing or differentiating products than on the sensations perceived by the taster at each moment.

This work, framed in a research project of the IMIDRA of the Community of Madrid, addresses both static evaluation processes (in the generation of the descriptive profile of each product) and dynamic (in the TDS technique). For this purpose, it has been necessary the training of a panel of judges during several sessions.

In the first phase of the study, 12 judges carried out the generation of the descriptive profile, which allowed the selection of the products and attributes that were used later for the TDS. The chosen products were 72% chocolate with no added sugar, Cepas Viejas red wine, Morena beer, Colombia Caturro coffee and Traditional red vermouth. In the second phase, a panel of 13 judges participated in the TDS sessions, offering the tasters a list of descriptors from which they chose the one that they considered the most dominant at any time during the consumption of the food pairing. Defining dominant as the most pronounced attribute at a given moment, not necessarily the most intense. Throughout the food tasting, they could choose several attributes, but only one at each specific moment. And, finally, through the representation in graphs, the results obtained have been developed in this study.

The main results obtained by TDS, showed that the intake of chocolate with the drinks had a statistically significant effect on the perceived attributes ( $p < 0.05$ ). The "melting" attribute was predominant when tasting only chocolate and also with all beverages. In addition, when combined with coffee, this attribute increased its dominance and duration. On the other hand, the "sweet" attribute was the one that stood out in the pairing of chocolate with dark beer and with wine. As for vermouth, the dominant attributes were "alcohol" at the beginning and "melting" at the end.

Although further research is required in this field, the TDS technique is appropriate for describing the evolution of perception over time of complex products. Thanks to the temporality of this method, unlike other dynamic techniques, nuances are achieved, such as the evolution of the dominant attributes, which provide valuable information about the pairing of these products.

**KEYWORDS:** Food pairing. TDS, chocolate, drinks, sensory, dynamic techniques, product characterization, trained testers.

## ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AUC: Area under the curve (Área por debajo de la curva).

AAS: Area above the significance (Área por encima del límite de significación).

ACP: Análisis de Componentes Principales.

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación.

ANOVA: Analysis of Variance (Análisis de la varianza).

CIG: Centro de Innovación Gastrnómica.

DO: Denominación de Origen.

DR: Dominance Rate (Tasa de dominancia).

IMIDRA: Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario.

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización).

TDS: Temporal Dominance of Sensations (Dominancia Temporal de Sensaciones).

TDE: Temporal Dominance of Emotions (Dominancia Temporal de Emociones).

QDA: Quantitative Descriptive Analysis (Análisis Descriptivo Cuantitativo).

TI: Time Intensity (Tiempo Intensidad).

UNE: Asociación Española de Normalización.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	6
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1    Análisis sensorial .....	15
1.1.1    Introducción .....	15
1.1.2    Características generales del análisis sensorial.....	15
1.2    Técnica TDS.....	17
1.2.1    Introducción .....	17
1.2.2    ¿Qué es TDS? .....	18
1.2.3    Metodología TDS y entrenamiento del panel .....	20
1.2.4    Análisis y representación de datos TDS .....	22
1.2.5    TDS y nuevas líneas de investigación .....	31
1.2.6    Conclusión .....	32
1.3    Maridajes y Food pairing: .....	34
1.3.1    Maridajes.....	34
1.3.2    Chocolate .....	39
1.3.3    Vino .....	42
1.3.4    Cerveza .....	45
1.3.5    Café.....	49
1.3.6    Vermut.....	53
2. OBJETIVOS .....	58
3. Materiales y métodos .....	59
3.1    Descripción del panel .....	59
3.2    Generación del perfil descriptivo .....	59
3.2.1    Instalaciones .....	60
3.2.2    Perfil descriptivo del chocolate .....	60
3.2.3    Perfil descriptivo del vino.....	64
3.2.4    Perfil descriptivo de la cerveza .....	65

3.2.5	Perfil descriptivo del café .....	66
3.2.6	Perfil descriptivo del vermut .....	67
3.3	Cata TDS.....	68
3.3.1	Instalaciones .....	68
3.3.2	Pandemia .....	69
3.3.3	Atributos, definición y preparación del panel para la técnica TDS. ...	70
3.3.4	Servicio de las muestras .....	72
3.3.5	Protocolo de TDS y ensayo .....	74
3.3.6	Alcohol y consentimiento informado .....	78
4.	RESULTADOS .....	79
4.1	Resultado del QDA de los productos .....	79
4.1.1	Caracterización del chocolate .....	79
4.1.2	Caracterización del vino .....	82
4.1.3	Caracterización de la cerveza.....	85
4.1.4	Caracterización del café .....	87
4.1.5	Caracterización del vermut.....	90
4.2	Análisis TDS .....	92
4.2.1	TDS chocolate con vino .....	94
4.2.2	TDS chocolate con cerveza .....	96
4.2.3	TDS chocolate con café.....	98
4.2.4	TDS chocolate con vermut .....	101
4.2.5	Gráfico de bandas.....	104
5.	DISCUSIÓN .....	107
6.	CONCLUSIONES.....	111
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	113

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recogida de datos TDS con y sin evaluación de intensidad.....	19
Figura 2. Triángulo conceptual del análisis descriptivo cuantitativo/tiempo-intensidad/TDS (QDA/TI/TDS).....	19
Figura 3. a) Curva TDS de todos los atributos evaluados para sticks de polenta fritos, b) Curvas de los atributos dominantes para los sticks de polenta fritos.....	23
Figura 4. Procesamiento de datos para crear curvas TDS. ....	24
Figura 5. Ejemplo del efecto de la estandarización de datos en dos sujetos, respecto al tiempo de masticación, considerando los atributos A1, A2 y A3.....	24
Figura 6. Gráfico de bandas TDS de 6 quesos (P1-P6) por: (a) panel de 64 consumidores con una evaluación por producto (sin intensidad); y (b) panel de 11 jueces entrenados con dos evaluaciones por producto (con intensidades). Ambos están [0,1] estandarizados. ....	26
Figura 7. Parámetros que se pueden extraer de curvas TDS. ....	28
Figura 8. Mapa de trayectorias TDS de la textura de 6 copos de trigo durante la masticación (cuadrado vacío=copo de trigo A; cuadrado negro=copo de trigo B; línea sólida=copo de trigo C, círculo abierto=copo de trigo D; círculo negro=copo de trigo E y copo de trigo F). ....	29
Figura 9. Curvas TDS de diferencias entre quesos con sabores añadidos P2 (arriba) y P4 (abajo), usando los mismos datos que en las figuras 6 y 7. ....	30
Figura 10. Ejemplo de representación doble de productos propuesta por Meyners y Pineau (2010); wheatflakes D (WFD) y wheatflakes E (WFE). ....	30
Figura 16. Representación TDS simplificada para 12 productos Nespresso .....	32
Figura 17. Sabores básicos. ....	34
Figura 18. El olfato.....	35
Figura 19. Aromas de la fresa.....	35
Figura 20. Combinaciones de alimentos con fresa.....	36
Figura 21. Maridajes del café arábica. ....	37
Figura 22. Mazorca y semillas del árbol del cacao. ....	39

Figura 23. Proceso de transformación del cacao en chocolate. ....	41
Figura 24. Evolución de la superficie de viñedo de uva de vinificación en España. ..	42
Figura 25. Proceso de elaboración del vino.....	44
Figura 26. Lúpulo. ....	45
Figura 27. Proceso de elaboración de cerveza.....	47
Figura 28. La fermentación de la cerveza.....	48
Figura 29. Porcentajes de la producción mundial de café por países en 2016.....	49
Figura 30. Cinturón del cultivo de café.....	50
Figura 31. Procesado del café. ....	51
Figura 32. Tostado y envasado del café. ....	52
Figura 33. Algunos tipos de cafeteras.....	53
Figura 34. Distintos tipos de vermouths.....	54
Figura 35. Diagrama del proceso productivo de vermouth rojo y blanco. ....	55
Figura 36. Ubicación instalaciones catas de generación de perfil descriptivo. ....	60
Figura 37. Presentación de las muestras de chocolate en las distintas sesiones. ....	62
Figura 38. Presentación de las muestras de vino en las distintas sesiones. ....	65
Figura 39. Presentación de las muestras de cerveza en las distintas sesiones. ....	66
Figura 40. Presentación de las muestras de café en las distintas sesiones. ....	67
Figura 41. Presentación de las muestras de vermouth en las distintas sesiones. ....	68
Figura 42. Localización de la sala de catas. ....	69
Figura 43. Sala de catas del CIG. ....	69
Figura 44. Maridajes presentados a los panelistas: a) Vino; b) Cerveza; c) Café y d) Vermut.....	72
Figura 45. Sala de catas del CIG.. ....	73
Figura 46. Cabina individual de análisis sensorial. Sala de catas del CIG. ....	74
Figura 47. Pantalla con atributos del chocolate y las diferentes bebidas: a) Vino; b) Cerveza; c) Café y d) Vermut.....	75
Figura 48. Imagen de la pantalla para tomar un sorbo de la bebida.....	76
Figura 49. Protocolo de evaluación de los maridajes. ....	77

Figura 50. Representación de los atributos que discriminan el chocolate 72 SIN.....	81
Figura 51. Chocolate empleado en el estudio .....	82
Figura 52. Representación de los atributos que discriminan el vino Cepas viejas .....	83
Figura 53. Vino empleado en el estudio.....	85
Figura 54. Representación de los atributos que discriminan la cerveza Morena. ....	86
Figura 55. Cerveza empleada para el estudio .....	87
Figura 56. Representación de los atributos del café Caturro.....	88
Figura 57. Café empleado para el estudio.....	90
Figura 58. Representación de los atributos que discriminan el vermut “Tradicional”. .....	91
Figura 59. Vermut empleado para el estudio .....	92
Figura 60. Curva TDS del maridaje con vino. Primera ronda. ....	94
Figura 61. Curva TDS del maridaje con vino. Segunda ronda. ....	95
Figura 62. Curva TDS del maridaje con vino. Tercera ronda.....	96
Figura 63. Curva TDS del maridaje con cerveza. Primera ronda. ....	97
Figura 64. Curva TDS del maridaje con cerveza. Segunda ronda.....	97
Figura 65. Curva TDS del maridaje con cerveza. Tercera ronda.....	98
Figura 66. Curva TDS del maridaje con café. Primera ronda.....	99
Figura 67. Curva TDS del maridaje con café. Segunda ronda. ....	100
Figura 68. Curva TDS del maridaje con café. Tercera ronda. ....	101
Figura 69. Curva TDS del maridaje con vermut. Primera ronda. ....	102
Figura 70. Curva TDS del maridaje con vermut. Segunda ronda. ....	103
Figura 71. Curva TDS del maridaje con vermut. Tercera ronda. ....	104
Figura 72. Gráfico de bandas.....	106

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Propuesta de número de panelistas necesarios en un análisis TDS según las repeticiones.....	21
Tabla 2. Codificación de las muestras para las sesiones de generación de atributos..	61
Tabla 3. Orden de presentación de las muestras según la sesión .....	61
Tabla 4. Generación de atributos para el perfil descriptivo de muestras de chocolate en las dos sesiones .....	61
Tabla 5. Atributos seleccionados para la caracterización sensorial (QDA) del chocolate. ....	62
Tabla 6. Codificación de las muestras para las sesiones de cuantificación de atributos. ....	63
Tabla 7. Orden de presentación de las muestras mediante cuadrado latino según cada sesión y catador.....	63
Tabla 8. Orden de los maridajes en cada sesión. ....	73
Tabla 9. Poder discriminatorio por descriptor. ....	80
Tabla 10. Medias ajustadas por producto y atributo (chocolate).....	81
Tabla 11. Resultados del análisis de los descriptores del vino.....	83
Tabla 12. Medias ajustadas por producto y atributo (vino).....	84
Tabla 13. Resultados del análisis de los descriptores de la cerveza. ....	85
Tabla 14. Medias ajustadas por producto y atributo (cerveza).....	86
Tabla 15. Resultados del análisis de los descriptores del café.....	88
Tabla 16. Medias ajustadas por producto y atributo (café).....	89
Tabla 17. Resultados del análisis de los descriptores del vermut. ....	90
Tabla 18. Medias ajustadas por producto y atributo (vermut). ....	91

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Análisis sensorial

### 1.1.1 Introducción

El análisis sensorial agrupa un conjunto de técnicas, que evalúan los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos (UNE-EN ISO 5492:2010).

Desde la aparición de los primeros hombres, ya se hacía uso de los sentidos para valorar la seguridad y calidad, tanto de los alimentos que podían recolectar, como del agua. Pero fue a mediados del Siglo XX cuando se desarrolla la disciplina científica y se publica el primer libro de Análisis sensorial por Pangborn, Amerine y Roesler de la Universidad de California – Davis. Actualmente el análisis sensorial se estudia en el ámbito científico e industrial, y se usa como herramienta para medir de manera objetiva y con un alto grado de precisión las propiedades sensoriales de los bienes de consumo. Además, ciertas normas de estandarización reguladas como la UNE y la ISO hacen que el análisis sensorial sea una herramienta muy útil y que se pueda aplicar en distintos campos.

Se puede llegar a pensar que esta ciencia se encuentra más bien en el ámbito de la subjetividad, ya que hay una tendencia a pensar que nos dejamos llevar por lo que nos agrada o no, y por los sentidos. Es cierto que para evaluar el nivel de agrado o desagrado existen pruebas de aceptación o hedónicas, que también son parte del análisis sensorial, y en las que se profundizará más adelante, siendo los sentidos (oído, tacto, olfato, gusto y vista) las herramientas principales empleadas para el análisis. Sin embargo, no se pueden dejar de lado las herramientas matemáticas como la estadística y otros instrumentos, que permiten proyectar las sensaciones a resultados cuantitativos. Uno de los puntos fuertes de esta disciplina es la capacidad de hacer objetivos los datos que se obtienen. De este modo, el análisis sensorial, es, por tanto, una herramienta muy útil para la industria agroalimentaria y su control de calidad (Cordero-Bueso, 2017).

### 1.1.2 Características generales del análisis sensorial

El análisis sensorial se realiza de acuerdo a las normas técnicas (de origen internacional ISO, europeo EN y nacional UNE), que abarcan desde las características de la sala de cata hasta las del panel de consumidores, pasando por los diferentes ensayos que se pueden realizar

El instrumento de análisis son las personas (ya sean consumidores o jueces entrenados). Por eso en algunos casos, teniendo en cuenta la subjetividad de cada individuo, para lograr la mayor objetividad posible en las respuestas, se hace un entrenamiento intensivo de quienes actuarán como catadores entrenados.

- Tipo de pruebas analíticas
 

Dependiendo del panel de catadores a utilizar, se realizarán un tipo de ensayos u otros. Se puede diferenciar entre grupos objetivos y grupos subjetivos. Los primeros son los encargados de realizar las pruebas analíticas. Se pueden clasificar en tres tipos de análisis (UNE-ISO 6658:2019):

  - Análisis discriminativo
 

Es el que se emplea de forma general en la industria alimentaria para saber si hay diferencias entre dos o más productos, o para evaluar el efecto de un cambio en el proceso sobre las propiedades organolépticas del alimento (Carpenter et al., 2002). El entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas.
  - Análisis descriptivo o de Valoración (Rating Test)
 

Es aquel grupo de ensayos en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa) (Kemp et al., 2011). Con esta técnica se genera el perfil sensorial de un producto (Carpenter et al., 2002). Se entrena a los catadores durante seis a ocho sesiones en las que se intenta elaborar una lista de diez a quince atributos con los que describir los productos. Se suelen emplear entre 8 y 12 personas por evaluación.
  - De escalas o categorías
 

En este tipo de análisis, los panelistas evalúan los atributos sensoriales poniendo su valoración en una escala (Carpenter et al., 2002). La que más se emplea es la escala hedónica de 9 puntos (Drake et al., 2007), aunque también se encuentran variantes de ésta, como la de 7, 5 y 3 puntos o la que se usa habitualmente con niños, la escala gráfica de cara sonriente (Stone y Sidel, 2004).

Por otro lado, dentro de los grupos subjetivos se llevan a cabo otro tipo de ensayos:

- Análisis con consumidores
 

Consiste en evaluar si el producto o productos presentados agradan a los consumidores, y cuantificarlo. En este caso trata de catadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles (Kemp et al., 2011). Para obtener una respuesta representativa aceptable se necesitan al menos 100 consumidores.
- Tipos de catadores
 

Los catadores o jueces se dividen según su experiencia a la hora de hacer catas de análisis sensorial y su dominio en algún producto concreto. Dependiendo del tipo de análisis que se desee realizar se requerirá de un tipo de Juez u otro. Los tipos de jueces se pueden dividir de la siguiente manera (UNE-ISO 16820:2010):

  - Juez experto
 

Es una persona con amplios conocimientos sobre un determinado tipo de alimento, tanto en relación a su proceso de elaboración y formulación como de sus características sensoriales. Posee una dilatada experiencia y gran

sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y evaluar las características del alimento, así como relacionarlas con determinadas variables de proceso y formulación.

- Juez entrenado  
Se trata de una persona con una gran sensibilidad para describir y evaluar pequeñas diferencias entre muestras y evaluar las características del alimento. Normalmente trabajan en un equipo de 8-12 catadores y poseen gran experiencia en determinadas categorías de alimentos.
- Juez semi-entrenado  
Es una persona que ha recibido un entrenamiento teórico y práctico, más reducido que el de los jueces entrenados, de manera que tiene una adecuada habilidad para detectar alguna propiedad sensorial, sabor o textura en particular. Generalmente solamente participa en pruebas discriminativas.
- Juez consumidor  
Personas que no tienen ninguna experiencia en la evaluación sensorial de alimentos, y se les pide su participación para realizar pruebas de aceptación y preferencia. Deben cumplir un perfil específico en función del estudio en el que vayan a participar.

Los paneles entrenados llevan a cabo la caracterización sensorial del producto y guían el desarrollo del nuevo producto. Los consumidores son de gran utilidad en las etapas iniciales donde se produce la evaluación del concepto, pero también en las etapas finales, donde su opinión es tenida en cuenta para la selección de los prototipos con mayor potencial, así como para la validación de su lanzamiento al mercado (Ibáñez, 2001).

## **1.2 Técnica TDS**

### **1.2.1 Introducción**

El proceso de ingesta, ya sea de alimentos o bebidas, no es estático. La percepción sensorial cuando se está ingiriendo un alimento es un proceso temporal y dinámico (Schilch y Pineau, 2017).

A la hora de consumir un alimento, se va modificando la percepción de las sensaciones desde que se introduce en la boca, hasta que es ingerido. Va variando el aroma, sabor, flavor y textura con la masticación, salivación o deglución.

El aspecto temporal de la percepción se empezó a estudiar hace unos 60 años, con la técnica de Tiempo-Intensidad (TI) (Chaya, 2017). Aunque esta técnica tiene interés cuando se quieren evaluar pocos atributos, tiene la limitación de que sólo se centra en un único atributo a la vez.

TDS fue la respuesta a la necesidad de poder evaluar la percepción de varios atributos de forma simultánea en un mismo periodo de tiempo.

TDS (Temporal dominance of sensations) es un método temporal y multidimensional, relativamente novedoso en análisis sensorial, que permite describir la evolución de atributos dominantes durante la ingesta de un alimento o bebida (Schilch y Pineau, 2017). Describe, por tanto, la evolución de los atributos que se perciben como dominantes en un producto alimentario a lo largo del tiempo.

### 1.2.2 ¿Qué es TDS?

TDS es un método sensorial que pretende seguir la pista de los atributos dominantes a medida que se ingiere un producto (Schilch y Pineau, 2017). Consiste en, desde una pantalla, presentar una serie de atributos a los panelistas o sujetos evaluadores. Una vez se introducen el alimento en la boca deben pulsar el botón de “comenzar”, luego decidir qué atributo es el que más destaca a lo largo del tiempo establecido previamente por el panelista. En cualquier momento en el que el catador considere que predomina otro atributo, debe indicarlo pulsando el atributo correspondiente, y así hasta que deje de percibir las sensaciones generadas por el alimento.

Es importante destacar que un atributo permanece como dominante hasta que se selecciona otro. Entendiendo como “dominante” aquella sensación que más llama la atención, la más notable, o la que aparece en un momento dado, pero no ha de ser necesariamente la más intensa. Además, en caso de que se esté pidiendo la evaluación de la intensidad, la puntuación que se le ha dado a ésta, se considera que es la misma en ese periodo de tiempo hasta que se selecciona otro atributo (Figura 1).

Al hacer una evaluación con TDS, se obtiene una secuencia de sensaciones dominantes durante el periodo de la cata.

Esta técnica produce un registro detallado de la intensidad de los atributos y del tiempo por cada uno de los panelistas (Lawless y Heymann, 2010).



### 1.2.3 Metodología TDS y entrenamiento del panel

Para poder llevar a cabo este método, se necesita una serie de personas (de diez en adelante) dispuestas a ser entrenadas para identificar distintas sensaciones.

Según Pineau et al. (2012), hay que seleccionar a los sujetos a partir de otros ensayos que hayan hecho (como el triangular o la identificación de olores o sabores) y observar si tienen aptitudes para la prueba. Los seleccionados se someten a sesiones de entrenamiento donde se les explica la definición de temporalidad de sensaciones y luego en qué consiste el método.

Para que los jueces se familiaricen con el vocabulario que tendrán que usar, y verificar que todos están de acuerdo con el significado que tienen y las sensaciones que les producen, se les proporcionan muestras de los atributos que podrán encontrar, como referencias, y sus definiciones para que sean capaces de identificarlos. Por ejemplo, para reconocer el atributo “dulce”, se les presenta una disolución al 2% de sacarosa y se define como “el sabor básico de la sacarosa”.

Se deben elegir entre 8-10 atributos, no más (Pineau et al., 2012), los cuales serán presentados de manera aleatoria en la pantalla y permanecerán en el mismo orden para el juez que lo esté evaluando durante esa sesión. La valoración comienza cuando introducen la muestra en la boca, y el tiempo empieza a correr. Y finaliza cuando dejan de sentir las sensaciones que les provoca el alimento y han de parar el cronómetro, o cuando finaliza el tiempo del ensayo así programado por el líder del panel. Hay que tener en cuenta que se puede elegir el mismo atributo las veces que consideren mientras sea dominante, pero sólo puede ser seleccionado uno en un mismo periodo de tiempo.

Es importante tener en cuenta que dominante e intenso son dos conceptos distintos, pero complementarios (Meyners y Pineau, 2010).

Algunos factores a tener en cuenta para el experimento TDS y entrenamiento del panel:

- Concepto de dominante  
Está definido como el atributo que llama más la atención en un momento concreto, y no tiene por qué ser el más intenso.
- Selección de atributos  
Es una parte clave del proceso. Pineau et al. (2009), comprobaron que las listas con más de 12 atributos no daban buenos resultados, ya que no se llegaban a seleccionar todos ellos. Por eso, se recomienda que la lista tenga alrededor de 10 atributos para asegurarse resultados de calidad. Es importante decir que, según varios estudios (Pineau y Schilch, 2015), tanto si son demasiados atributos como si son demasiado pocos, el resultado del análisis puede estar sesgado (cuando son muy pocos, y no está el atributo que más destaca en ese momento, los panelistas se ven obligados a seleccionar otro atributo distinto, que modificará los resultados de la secuencia de las percepciones).

Para el líder del panel es muy importante dedicar un tiempo al entrenamiento, donde se definan y validen los conceptos que van a ser evaluados, para que los jueces se sientan cómodos seleccionándolos y puedan ser rápidos identificándolos. Hay trabajos que aplican el QDA como herramienta para seleccionar los atributos más significativos en la detección de diferencias sensoriales entre los productos. Dicha selección ayuda a reducir y definir los atributos que posteriormente serán utilizados en el TDS (Ng et al., 2012).

- **Tipo de escala**  
No se recomienda incluir la evaluación de la intensidad en un análisis TDS, ya que implica combinar dos procesos cognitivos (cualitativo y cuantitativo).
- **Protocolo**  
Para asegurarse de obtener unos datos certeros y homogéneos, lo óptimo es establecer un protocolo riguroso de evaluación. Pineau et al. (2009), observaron que los atributos que estaban al principio de la lista tendían a seleccionarse antes que los del final, pero suponía una pequeña variación. Por dicho motivo hay que asegurar que el orden de los atributos entre jueces sea distinto, pero debe permanecer constante para un mismo juez durante todo el proceso para facilitar su tarea.
- **Tamaño del panel**  
Después de varios estudios, Pineau et al. (2009), llegaron a la conclusión de que, dependiendo del número de catadores, variarán las repeticiones y el número final de evaluaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Propuesta de número de panelistas necesarios en un análisis TDS según las repeticiones.  
Fuente: Pineau et al., 2009.

<b>Réplicas (n)</b>	<b>Panelistas</b>	<b>Evaluaciones</b>
<b>1</b>	30	30
<b>2</b>	16	32
<b>3</b>	12	36
<b>4</b>	10	40

- **Entrenamiento del panel**  
En primer lugar, es importante determinar los atributos, luego la diferenciación entre los atributos (más que determinar su intensidad). Y también, los jueces tienen que sentirse cómodos con la lista que han de usar.  
Pineau y Schlich (2015) afirmaron que cuanto más durara el entrenamiento de la definición e identificación de los atributos, mayor era la capacidad de discriminación entre productos y la riqueza de la secuencia de dominancia. Con 3 sesiones de entrenamiento era suficiente para captar las diferencias.
- **Tiempo de evaluación por el panel**

Las evaluaciones individuales duran de 20-40 segundos dependiendo del producto a catar. Para muestras de 5 a más de 10 atributos, los catadores cambian de atributo cada 5,5 segundos de media. Para listas más cortas, de menos de 5 atributos, el tiempo se incrementaba a los 8 segundos. Para los estudios que duran varios minutos, el tiempo entre las selecciones de atributos es mucho mayor (Pineau et al., 2012).

- Actuación del panel  
Cuando la curva TDS de un atributo está por encima de la línea de significación, quiere decir que el panel ha sido homogéneo y ha habido consenso en la descripción del producto.

#### 1.2.4 Análisis y representación de datos TDS

Para interpretar los resultados, se hace una curva donde se pueden identificar en qué medida están los atributos que más han predominado (eje y) y durante cuánto tiempo (eje x).

En la gráfica de la Figura 3 se recogen datos TDS de un producto concreto (sticks de polenta). Se observa el momento en el que un atributo se ha seleccionado como dominante y cuánto ha persistido en el tiempo

Observando esta figura, se puede afirmar que el atributo dominante en los 10 primeros segundos es el “crujiente” (crispiness). Un poco más adelante emerge brevemente el atributo “cremoso” (creaminess) y finalmente aparece el atributo “aceitoso” (oiliness).

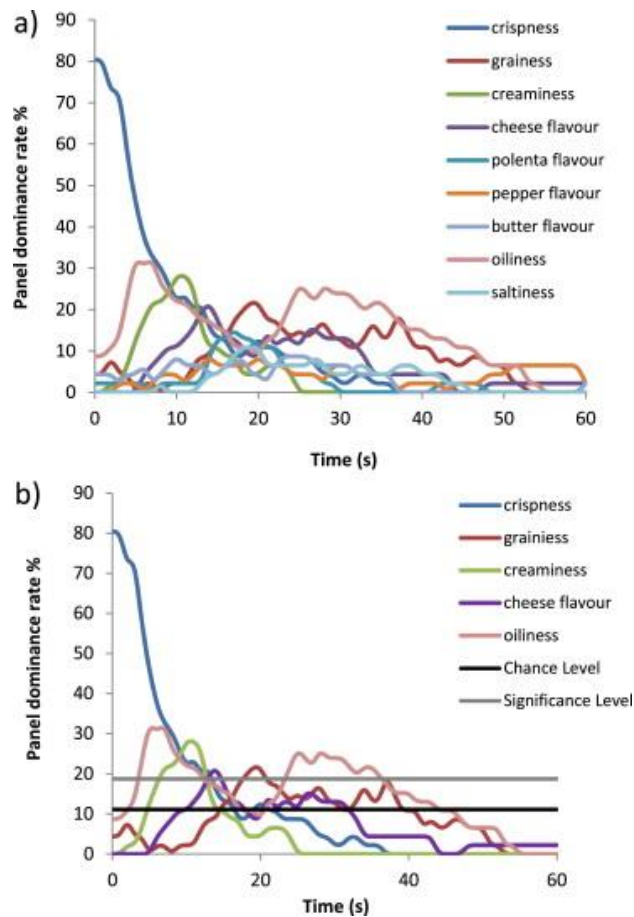


Figura 3. a) Curva TDS de todos los atributos evaluados para sticks de polenta fritos, b) Curvas de los atributos dominantes para los sticks de polenta fritos. Fuente: Di Monaco et al., 2014.

- Representación de la secuencia
  - Los datos que se recogen, mediante las herramientas que tiene el programa durante la cata, se traducen en una secuencia de atributos que se han ido seleccionando.
  - Secuencia a escala individual
    - Para la representación de datos se emplea una curva TDS. En la Figura 4 se considera cada atributo por separado y para cada momento en una barra horizontal con segmentos de distinta longitud para mostrar la sucesión de los atributos dominantes. Para cada momento se muestra el atributo dominante. En esta figura se puede ver en la curva que al inicio predomina la percepción “pastoso”, luego “dulce”, “pegajoso” y “dulce” otra vez.

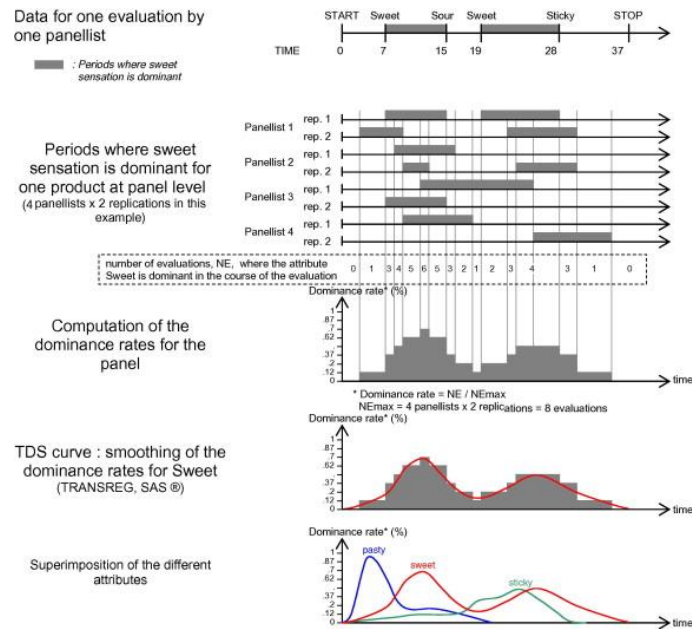


Figura 4. Procesamiento de datos para crear curvas TDS. Fuente: Pineau et al., 2009.

○ Curvas no estandarizadas versus curvas estandarizadas

El tiempo de masticación hasta la deglución del alimento varía de un sujeto a otro, por lo que las escalas de tiempo de percepciones sensoriales difieren también. Por todo esto, Lenfant et al. (2009) propusieron la estandarización de los datos de cada sujeto según la duración del tiempo de masticación. Una vez se estandariza, el eje x de la curva TDS ya no se presenta en tiempo real, sino que se presenta desde que se comienza a evaluar (x=0), hasta el momento de tragar (x=1) como se ve en la Figura 5. Se trata de representar los datos de manera que haya consenso en los periodos en los cuales se ha percibido un atributo como dominante.

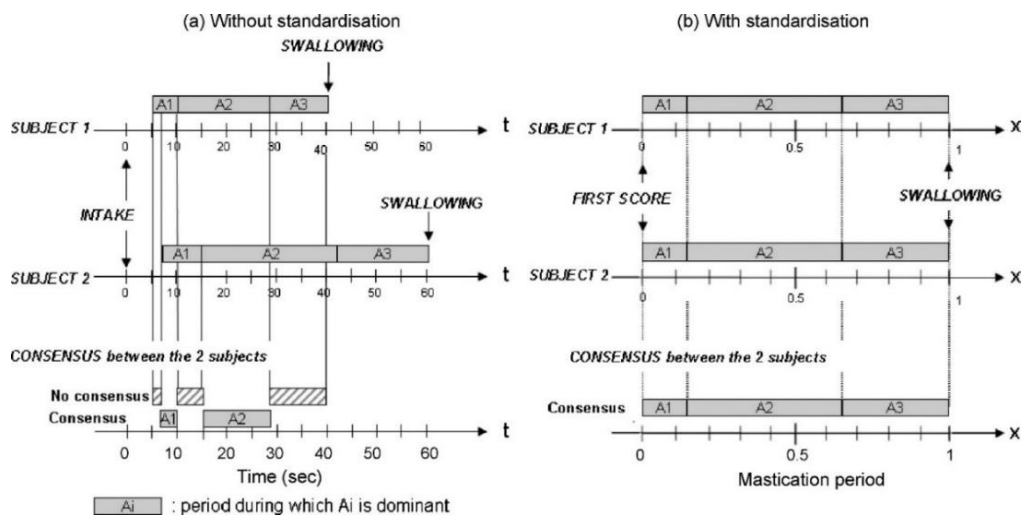


Figura 5. Ejemplo del efecto de la estandarización de datos en dos sujetos, respecto al tiempo de masticación, considerando los atributos A1, A2 y A3. Fuente: Lenfant et al., 2009.

Cuando los datos no están estandarizados, como se puede observar en la Figura 5a no hay consenso respecto al atributo A3 ya que no ha sido percibido como dominante en el mismo periodo para los dos sujetos. Sin embargo, estandarizando (Figura 5b), se tiene en cuenta la duración hasta que se traga el alimento, y los dos sujetos están de acuerdo en que el atributo A3 se percibe justo al final de la masticación.

Dado que estandarizando los datos se pierde la noción del tiempo real, Lenfant et al. (2009) propusieron analizar el parámetro de duración total, que, para TDS, es la duración total del ensayo. El análisis de varianza (ANOVA) de dicho parámetro puede ayudar para identificar aquellos productos en los que se emplea más tiempo que en otros.

Como respuesta al problema Hort y Kemp (2017), propusieron una nueva manera de estandarizar. Consiste en ajustar cada tiempo de finalización a los requerimientos de cada producto, y no a uno universal. De esta manera, se eliminarían las diferencias individuales de la duración de la percepción total, pero se seguirían manteniendo las diferentes duraciones de los productos en los datos recogidos. Entonces, el tiempo que aparecería sería el real.

Pero la decisión de estandarizar o no va a depender de si el protocolo de actuación es preciso (primero oler, introducir en boca, respirar, mover en la boca, ...) o no. En los procesos que incluyen masticación se recomienda estandarizar. Además, cuanto menos entrenados estén los panelistas, más se necesitará la estandarización.

- Curvas y límite de significación

A partir de ahora, se van a considerar los datos estandarizados, y todo lo escrito se referirá a éstos.

En cada curva, están el eje “y”, que representa el valor de dominancia o “Dominance Rate” (DR%), que es la proporción de sujetos que seleccionan cada atributo, y se obtiene para cada punto de tiempo. Y, por otro lado, en el eje “x” se representa el tiempo de duración de la prueba, ya estandarizado en una escala de 0-1.

Además, Pineau et al. (2009) propusieron dibujar dos líneas horizontales en la curva TDS. La primera, “Límite por azar”, indica el DR% de que un atributo sea elegido como dominante por azar ( $p_0$ ). Su valor ( $p_0$ ) es igual a  $1/k$ , siendo  $k$  el número de atributos.

La segunda, “Límite de significación”, representa el valor más pequeño de proporción significativamente superior al límite por azar, para un nivel de significación de  $<0,05$ ). Es decir, es el valor mínimo que ha de tener un atributo para considerarlo significativo. El límite de significación ( $p_s$ ) se calcula según la fórmula presentada en la Ecuación 1, donde  $p_0$  es el límite por azar y  $n$  es el número de pruebas (sujeto x réplicas).

$$P_s = P_o + 1,645 \sqrt{\frac{P_o (1 - P_o)}{n}}$$

(donde n = jueces × réplicas)

Ecuación 1. Límite de significación (Pineau et al., 2009)

Por ejemplo, para un experimento con una lista de 8 atributos,  $p_0 = 1/8$ , 25 sujetos que evalúan 2 veces cada producto ( $n = 25 \times 2 = 50$ ), el valor mínimo de selección de un atributo para estar por encima de  $p_0$ , para un nivel de significación del 5%, es 11 (primer entero superior a  $10'1$  como resultado del test binomial). En este caso, el límite de significación es  $11/50 = 0'22$ . Quiere decir que los valores de dominancia por encima de 22% pueden ser considerados significantes.

- De la curva TDS al gráfico de bandas  
 Consiste en enfocarse en la parte de los datos que están por encima del nivel del límite de significación, y representarlos como una secuencia de rectángulos coloreados para cada producto (Figura 6).

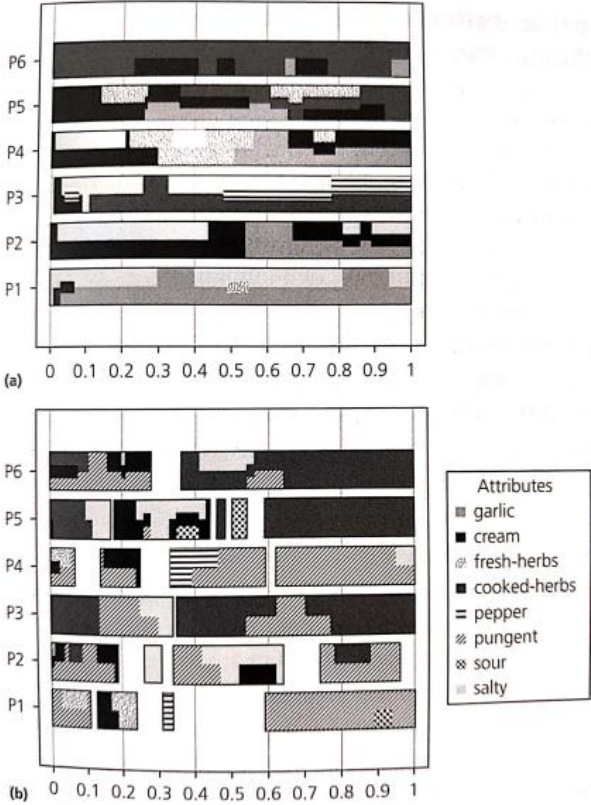


Figura 6. Gráfico de bandas TDS de 6 quesos (P1-P6) por: (a) panel de 64 consumidores con una evaluación por producto (sin intensidad); y (b) panel de 11 jueces entrenados con dos evaluaciones por producto (con intensidades). Ambos están [0,1] estandarizados. Fuente: Thomas et al., 2015.

En la figura 6 se representa el gráfico de bandas TDS de 6 quesos con sabores (Thomas et al., 2015) evaluados por dos paneles. Cuando varios atributos son significativos en el mismo periodo de tiempo, aparecen varias tramas o colores durante ese periodo de tiempo.

Por ejemplo, en el caso de P1 (Figura 6a), domina el atributo de “ajo” y “salado” casi todo el tiempo, y durante un corto periodo “cremoso” y “hierbas frescas” al inicio y al final de la cata respectivamente. Por otro lado, en el panel entrenado (Figura 6b), se observa menos dominancia que en el de consumidores, debido a que no había consenso entre los jueces entrenados, a los que se pidió evaluar intensidades antes que dominancia. Los autores mencionan que se trata de un panel que en un principio se dedicaba a QDA, y más adelante fue entrenado para TDS. Esto puede haber afectado a su valoración TDS.

El Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) es uno de los métodos más empleados en análisis sensorial. Se basa en capacitar a un panel de jueces para medir los atributos específicos de un producto con el objetivo de obtener una descripción cuantitativa del producto

Se basa en la descripción de las características del aroma con la cuantificación de su intensidad. Da lugar a una descripción exhaustiva de las características sensoriales de un producto y permite medir los descriptores más relevantes del producto. Con estos resultados se puede obtener un análisis estadístico e incluso una representación gráfica (Stone et al., 1998; Chapman et al., 2001; Nestor et al., 2013).

- Parámetros de las curvas TDS

Pineau et al. (2009) usan tres parámetros para comparar las curvas TDS con las TI (Figura 7):

- $V_{max}$ : valor máximo de dominancia.
- $T_{max}$ : tiempo que se emplea en alcanzar  $V_{max}$  desde el inicio de la cata.
- $D_{max}$ : tiempo cuando el valor de dominancia es mayor que  $0.9 \times V_{max}$ .

Se pueden usar otros parámetros, como el área por debajo de la curva (AUC) o el área por encima del límite de significación (AAS). Por cada parámetro extraído, se puede hacer una matriz producto\*atributo y hacer un análisis ACP (Análisis de Componentes Principales) para estudiar la relación entre atributos y las principales similitudes y diferencias entre los productos analizados. El ACP se realiza sobre los parámetros obtenidos por los jueces usando la matriz de correlación de Pearson, y permite comparar los resultados TDS de múltiples atributos y productos

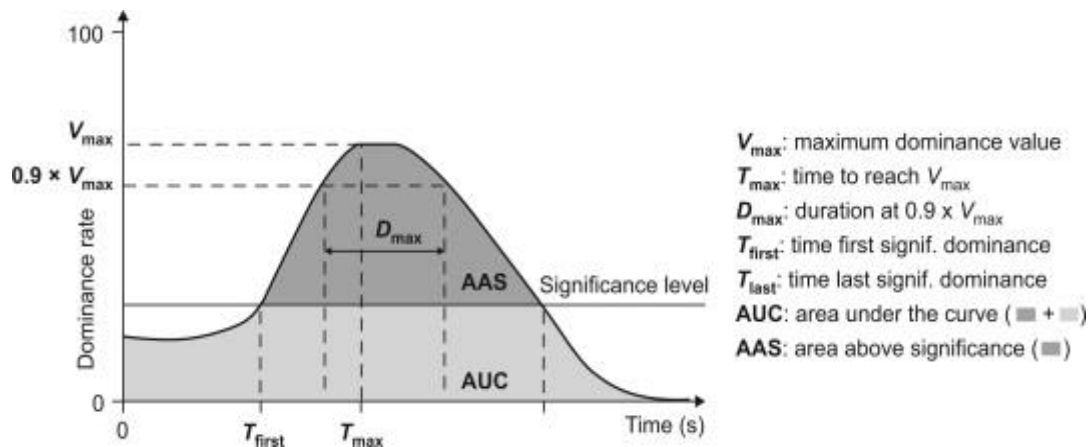


Figura 7. Parámetros que se pueden extraer de curvas TDS. Fuente: Pineau et al., 2009.

○ Mapa de trayectoria TDS

Basándose en las covarianzas de los valores de dominancia en diferentes momentos y la matriz de varianzas, Lenfant et al. (2009) propusieron un análisis ACP. Las variables son los atributos, los individuos son las muestras que se dividen en 11 espacios de igual tiempo, para poder tener puntos de tiempo que representen el 0%, 10%, 20%, ...100% del periodo de masticación. Las observaciones son los valores dominantes. Su estudio está basado en 6 productos y 8 atributos. Por lo que la matriz tendrá 66 individuos (6 x 11) y 8 variables.

Las trayectorias sensoriales se representan uniendo los 11 puntos de tiempo que le corresponden a cada producto: la primera puntuación ( $t_0$ ) es el inicio de la trayectoria sensorial y el punto final ( $t_{100}$ ) corresponde a la última puntuación antes de tragar (Figura 8).

Este ejemplo, se centra en la textura de los productos, y la trayectoria ACP muestra el patrón global del producto, así como las especificaciones de los distintos productos. El patrón global se puede ver en el primer eje, mostrando la oposición entre los atributos de izquierda y derecha: de esta manera, se oponen “duro” y “crujiente” frente a “ligero”, “pegajoso” y “arenoso”. Las trayectorias indican que, para esta categoría de producto, hay una tendencia para que atributos como “crujiente” sean mayormente percibidos al inicio, y “pegajoso” sea mayormente percibido al final de la masticación. Las especificaciones entre productos están en el segundo eje, mostrando 3 grupos de productos. En “wheat flakes” B domina “duro” al principio y “arenoso” al final. En el centro, “wheat flakes” A, E y F comienzan “duro” y “crujiente”, y luego “pegajoso”. Por otro lado, en “wheat flakes” C y D domina el “crujiente” justo al masticar, que evoluciona a “ligero” y “frágil” y finalmente “pegajoso” antes de tragar.

Este método fue aplicado con éxito cuando se buscaba focalizarse en la textura de los productos. Se puede aplicar también al aroma, pero no da tan buenos resultados.

A la hora de combinar atributos en una evaluación con TDS, hay que tener cierto cuidado. En la medida de lo posible, se recomienda hacer diferentes TDS, uno por cada modalidad sensorial que se quiera analizar, y compararlo con el TDS global.

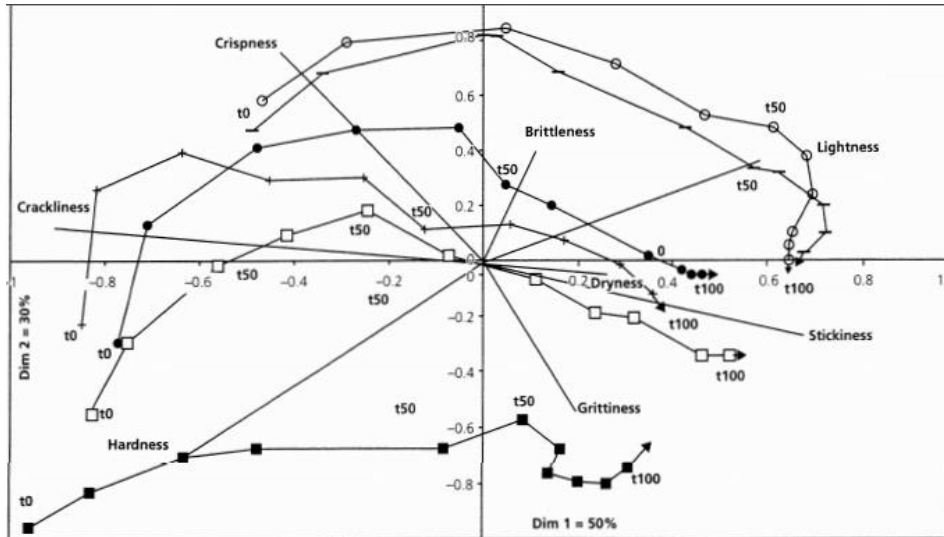


Figura 8. Mapa de trayectorias TDS de la textura de 6 copos de trigo durante la masticación (cuadrado vacío=copo de trigo A; cuadrado negro=copo de trigo B; línea sólida=copo de trigo C, círculo abierto=copo de trigo D; círculo negro=copo de trigo E y copo de trigo F). Fuente: Lenfant et al., 2009.

- Comparación entre productos

- Curvas TDS de diferencias

Para comparar la secuencia de 2 productos, se pueden hacer curvas TDS para mostrar las diferencias de esos 2 productos. Como describen Pineau et al. (2009), consiste en desplegar las curvas de atributos de diferencias de dominancias. Estas diferencias son representadas sólo cuando no son 0, y cuando al menos uno de los dos valores de dominancia es significativo. Se calcula para cada periodo de tiempo y atributo usando un test McNemar o una distribución binomial si hay suficientes datos como se puede observar en la Figura 9.

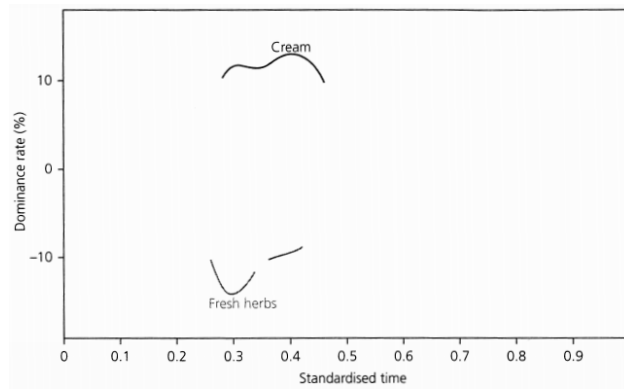


Figura 9. Curvas TDS de diferencias entre quesos con sabores añadidos P2 (arriba) y P4 (abajo), usando los mismos datos que en las figuras 6 y 7. Fuente: Lenfant et al., 2009.

- Diferencias entre productos por pares

Meyners y Pineau (2010) propusieron una representación (Figura 10) con puntos ubicados en orden cronológico en el eje horizontal y los atributos en el vertical. Para cada ubicación, definida por un tiempo y un atributo, hay un código de color para indicar si los valores de los dos productos son diferentes, y en caso de que sea así, indicar cuál es el que más domina (color gris claro para P1 y gris oscuro para P2). Además, los nombres de los atributos se ponen del mismo color para indicar si un producto tiene valores de dominancia significativamente más altos que otro en ese periodo de tiempo. Un tercer color se usa para indicar cuando hay diferencias, pero en direcciones diferentes (por ejemplo, para un atributo dado P1 tiene unos valores de dominancia más altos al inicio de la secuencia, pero más bajos al final). Se añade una fila más para indicar si las diferencias entre productos, en un momento dado, son mayores que el umbral. Por último, el título se colorea para indicar si los productos han sido diferentes.

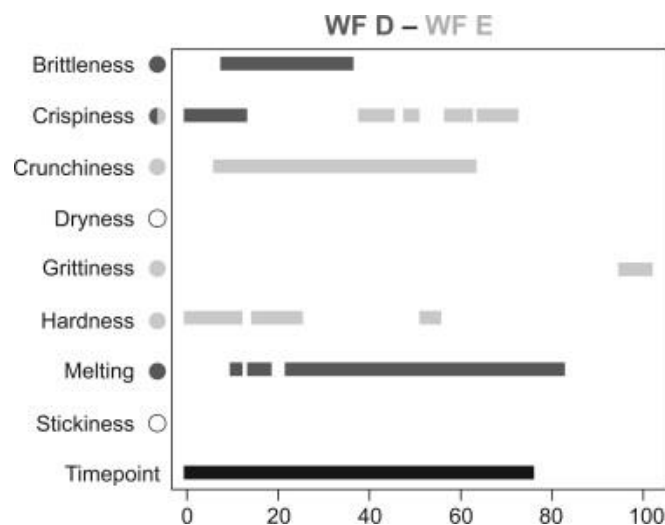


Figura 10. Ejemplo de representación doble de productos propuesta por Meyners y Pineau (2010); wheatflakes D (WFD) y wheatflakes E (WFE). Fuente: Meyners y Pineau, 2010.

Usando este tipo de gráfico, es más sencillo mostrar comparaciones entre pares de productos en una misma figura para tener una visión más general de esos pares de productos.

### 1.2.5 TDS y nuevas líneas de investigación

- TDS Multi-bite y Multi-sip

Todos los trabajos presentados hasta aquí se basan en la evolución de un sorbo de bebida o de una mordida del producto. Sin embargo, hay autores que profundizan en la evolución de la percepción durante varios sorbos o varias mordidas.

Pecore et al. (2011) propusieron analizar, por cada cucharada (de un preparado de carne), el primer, segundo y tercer atributo dominante. Por tanto, el tiempo no se tiene en cuenta, y el número de atributos dominantes se reduce a 3. En los datos recogidos se observaban grandes diferencias entre los productos cárnicos.

Para profundizar más, Dugas et al. (2012) propusieron registrar solo el atributo que más destaca para cada sorbo de un café espresso. Estaba diseñado para que los consumidores lo bebieran en 7 sorbos. Para poder plasmar en una misma página y poder reconocer las especificaciones de cada espresso, los autores propusieron una representación de las secuencias centrándose solo en lo más significativo (Figura 16). El eje “y” representa los valores de dominancia. Si ningún atributo es dominante, este valor será 0. Sino, para cada sorbo, se representan en el eje horizontal todos los atributos dominantes. Los valores del eje vertical superior indican el consenso del panel para describir la dominancia del producto. Cada color se corresponde con un atributo para poder comparar las secuencias visualmente.

En esta figura, se ve que el consenso entre panelistas es globalmente mejor para algunos productos (E1) que para otros (E8). Además, se ven otras diferencias; por ejemplo, que en E1 domina “frutal” / “floral” y “ácido” durante casi toda la evaluación, mientras que E2 es “frutal” / “floral” al final, y en los primeros sorbos predomina “cereal” o “tostado”.

De esta manera, al poder hacer un seguimiento sensorial, TDS es un método que se adapta a la evaluación de productos más complejos, y no únicamente para una cucharada o un sorbo, sino que también para el consumo de una porción completa.

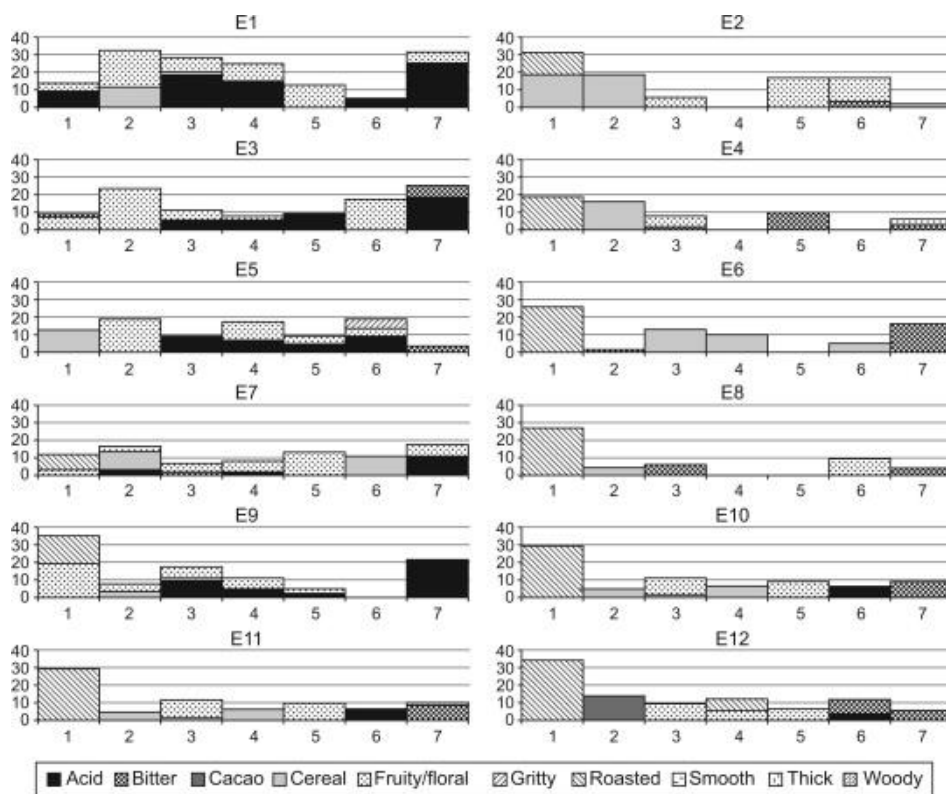


Figura 11. Representación TDS simplificada para 12 productos Nespresso.  
Fuente: Adaptado de Dugas et al., 2012.

- TDS con consumidores

TDS puede parecer un análisis sencillo de llevar a cabo comparado con métodos de análisis descriptivos convencionales. En los estudios de Albert et al. (2012) y Pineau y Schlich (2015) se probó con consumidores en lugar de con un panel entrenado. Dependiendo del caso, se daba al grupo unas nociones sobre los atributos a encontrar. En ambos casos, el panel de consumidores fue capaz de identificar las mismas diferencias que el panel entrenado, mostrando la habilidad de proporcionar datos fiables incluso sin entrenamiento. Esto muestra el potencial del método para obtener una representación descriptiva de los productos para todo tipo de paneles. Aunque, hay que recalcar, que se recomienda una breve definición de los términos antes de la prueba, para asegurarse de que todo el mundo los conoce y están de acuerdo en sus características.

### 1.2.6 Conclusión

- TDS, un método establecido

Ahora es un método conocido en el campo del análisis sensorial para caracterizar la temporalidad de las sensaciones en uno o varios mordiscos o sorbos de un producto. Se han desarrollado métodos estadísticos para estudiar la secuencia de

las sensaciones, mapas para diferenciar los productos y compararlos, y tests estadísticos para probar la significación de sus diferencias.

- Comparación con QDA y TI  
Respecto a QDA, TDS proporciona la dimensión del tiempo, que puede ser muy útil para descubrir diferencias temporales y dinámicas entre productos, que no pueden ser identificadas en el análisis descriptivo. Respecto a TI, TDS ofrece multidimensionalidad que es prácticamente imposible de obtener con TI. QDA y TI ofrecen una cuantificación de la intensidad de cada atributo. Pero TDS da una visión general de los atributos que más destacan de un producto a lo largo de todo el proceso de catado. Por todo esto, TDS resulta un método que se acerca más a la percepción real que tiene un consumidor a la hora de probar un producto que con el análisis descriptivo.
- TDS en el futuro  
Podemos llegar a imaginar otras extensiones de TDS en el futuro próximo para tratar de satisfacer otras necesidades como por ejemplo las sensaciones dominantes durante la ingesta de una comida completa, la temporalidad de emociones ya probada por Jager et al. (2014), o ambas sensaciones y emociones del uso de un producto con varias porciones (como por ejemplo una caja de cereales, en la cual el producto cambia en función de si esta al principio o al final de su uso, donde estará más roto). Este tipo de experimentos sensoriales se podrían combinar con un “liking” a lo largo del tiempo para poder identificar mejor los puntos temporales que puedan influir en el “liking” global del producto. Después de haber estudiado cómo funciona y en qué consiste este método, se pueden sacar ciertas conclusiones.

En primer lugar, es un método que se diferencia de otros porque proporciona información sobre las sensaciones percibidas del alimento tanto en el momento del consumo, como la sensación residual. Por tanto, puede dar pie a una posible aplicación en la investigación sobre la experiencia o las emociones que provoca el alimento.

Por otro lado, se ha visto que funciona mejor cuando se tienen que comparar distintos atributos en un mismo periodo de tiempo. Ya que no se pierde tanto tiempo como con otros métodos (como con TI o el método convencional), y se pueden observar las interacciones que se producen, además de que proporciona información de la secuencia de sensaciones y cambios cualitativos que acontecen en la ingesta del alimento (Di Monaco et al., 2014).

Sin embargo, no se contemplan las sensaciones que se perciben con poca intensidad, ya que solo se tienen en cuenta las que son más notables. Esto nos hace llegar a la conclusión que no reemplaza otros métodos convencionales de análisis sensorial a la hora de desarrollar un producto. De hecho, Di Monaco et al., 2014

recomiendan el empleo conjunto de ambos métodos, ya que satisfacen distintas necesidades.

Dado que se analizan únicamente 10 atributos, si se quiere obtener un análisis completo del producto, es necesario combinarlo con otros métodos convencionales.

Con todo esto, se ha demostrado mediante varios trabajos científicos, que el TDS es una herramienta interesante para investigar los productos más allá de como se ha hecho hasta el momento con los métodos convencionales. Ya que gracias a que se pueden identificar las sensaciones en cada instante (Galmarini et al., 2016), nos permitiría conocer mejor el comportamiento de los consumidores ante el producto que tienen delante.

En cuanto a lo que se basa este proyecto, los maridajes, el método TDS tiene un papel muy significativo. Al inicio de este TFG sólo se había publicado un estudio TDS de evaluación de maridajes (Galmarini et al. (2016). Dicho trabajo evalúa, mediante TDS el impacto del vino en la percepción multidimensional y dinámica del queso y viceversa. Se realizó con un panel de consumidores, obteniendo resultados de caracterización sensorial dinámica de dichos maridajes.

### 1.3 Maridajes y Food pairing:

#### 1.3.1 Maridajes

La experiencia de degustar un alimento implica a los cinco sentidos, y todos afectan a nuestra percepción del mismo. Pero principalmente, el juicio que hacemos es a través del tacto, olfato y gusto.

Al degustar un alimento, detectamos los cinco sabores: ácido, dulce, amargo, salado y umami (Science behind - Foodpairing, 2014).



Figura 12. Sabores básicos. Fuente: Science behind - Foodpairing, 2014.

Los aromas son la pieza clave de la experiencia que constituye el sabor, el 80% de lo que conocemos como sabor, son realmente aromas. Éstos son volátiles y llegan a nosotros a través del aire inhalado, los percibimos tanto por la nariz (ortonasal), como por la boca (retronasal). Son cruciales en la sinergia de bebidas y alimentos.

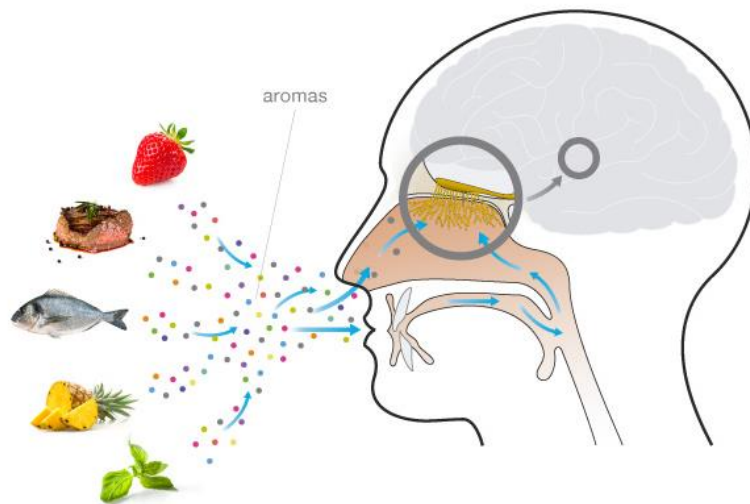


Figura 13. El olfato. Fuente: Science behind - Foodpairing, 2014.

Somos capaces de diferenciar hasta 10.000 aromas, olores o fragancias diferentes, que se componen de una o varias moléculas, y han de alcanzar un cierto umbral en un ingrediente específico para ser detectado por los humanos. Mediante la interacción entre ingredientes, algunos aromas que estaban por debajo del umbral, pueden llegar a ser detectados (Quiroz y Universidad Nacional Autónoma de México, 2010).

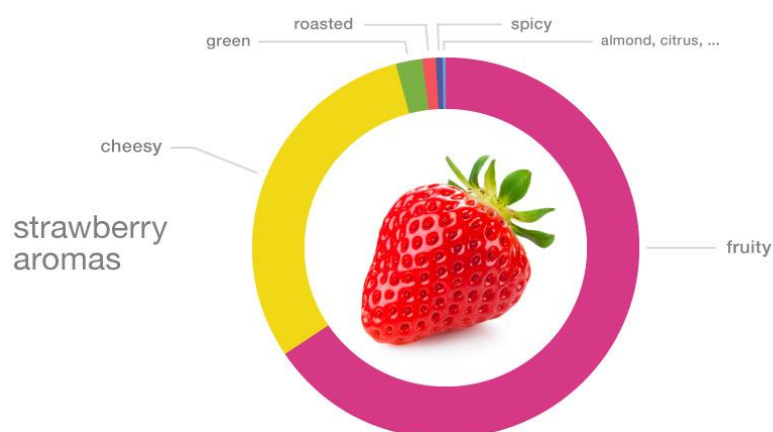


Figura 14. Aromas de la fresa. Fuente: Science behind - Foodpairing, 2014.

Como se observa en la Figura 19, los aromas clave más destacables que definen el olor específico de la fresa son el afrutado, a queso, verdes y tostado. Cuando alimentos

distintos comparten ciertos aromas clave, es más probable que sean una buena combinación entre ellos. Como ocurre con la combinación entre la fresa y el chocolate, en la cual comparten principalmente el aroma tostado. En la Figura 20 se observan otras posibles combinaciones de la fresa con alimentos con los que comparte algún aroma significativo (Science behind - Foodpairing, 2014).

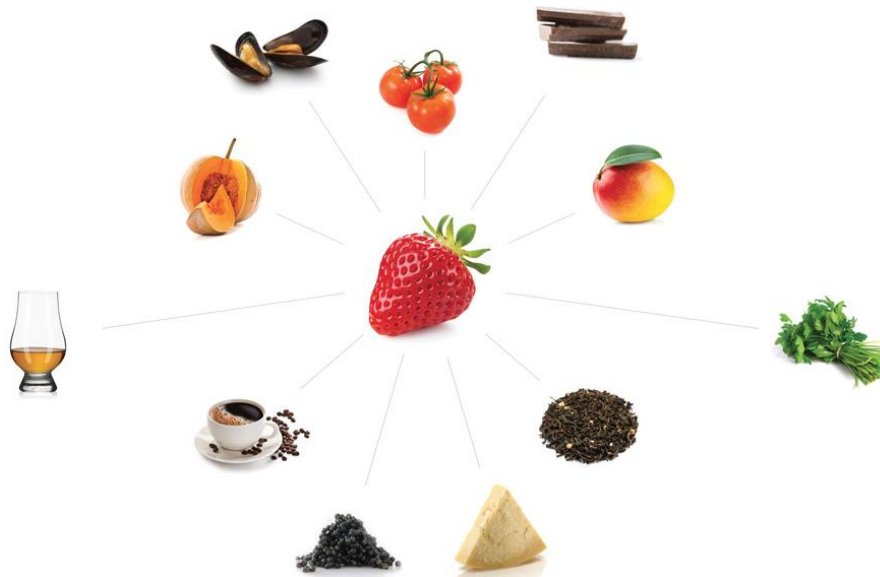


Figura 15. Combinaciones de alimentos con fresa. Fuente: Science behind - Foodpairing, 2014.

El maridaje es la unión, analogía o conformidad con que algunas cosas se enlazan o corresponden entre sí (Real Academia Española, 2021). En otras palabras, se trata de la combinación adecuada entre alimentos, de tal forma que ambos ensalcen o armonicen sus características. Según De Klepper (2011), es la parte creativa de la cocina. Es la base del desarrollo de productos (Galmarini, 2020).

No hay una fórmula concreta que se pueda seguir para conocer la perfecta armonía entre los alimentos, puesto que hay implicados factores subjetivos (ya sean influencias culturales o costumbres, gustos personales, el momento del día, ...). Además, se sabe que la edad, el género, la familiaridad y otras variables demográficas tienen importancia en este proceso, y han de tenerse en cuenta en la evaluación de selección de alimentos y comprensión conceptual. Por lo que se debe tener en cuenta que la subjetividad contribuirá a una gran parte del maridaje a estudiar. Sin embargo, hay ciertos aspectos objetivos que forman parte de la combinación, y que ayudarán a que ésta sea exitosa. Estos aspectos son conclusiones a las que se han llegado después del estudio de ciertas combinaciones. Algunos de ellos son:

- La mayoría de maridajes son de complementariedad, pero también pueden ser de contraste.
- El dulzor y la acidez combinan muy bien entre sí.
- El amargo y el salado se repelen generalmente.

- Los platos de colores claros suelen maridar mejor con vinos de colores claros y los platos de colores oscuros con vinos de colores oscuros.
- Los vinos y platos de una región, por lo general, siempre combinan bien.

En cualquier caso, tal y como hemos comentado anteriormente, el maridaje tiene un importante aspecto subjetivo que ha de tenerse siempre en cuenta, de la misma forma que nuestra experiencia será decisiva a la hora de intuir un determinado maridaje.

La teoría del maridaje de alimentos fue presentada en 2002 por Heston Blumenthal, chef con estrella michelín, junto con Francois Benzi, experto en sabores que trabaja en Firmenich, Ginebra.

La hipótesis que barajaban consistía en que cuantos más componentes volátiles tuvieran dos alimentos en común, mejor sabrían juntos, esto es debido a que estos componentes volátiles son los que determinan el sabor en los alimentos, más que la sensación que producen en boca. Por tanto, cuantos más compartan, mejor combinación harán. Como sucede, por ejemplo, con el chocolate y el queso azul, que comparten más de 73.

La gastronomía computacional permite la visualización de posibles combinaciones de ingredientes según su composición volátil por medio de gráficos de redes de sabor. Se presenta un ejemplo aplicado al café en la Figura 21. Según De Klepper (2011), en estos gráficos, cada rama representa una categoría de alimentos (especies, frutos secos, hierbas aromáticas, ...). La longitud de las ramas desde el alimento principal, no tiene importancia, pero entre cada grupo de alimentos sí, indica el grado de superposición de aromas: cuanto más larga la línea, menos aromas superpuestos.

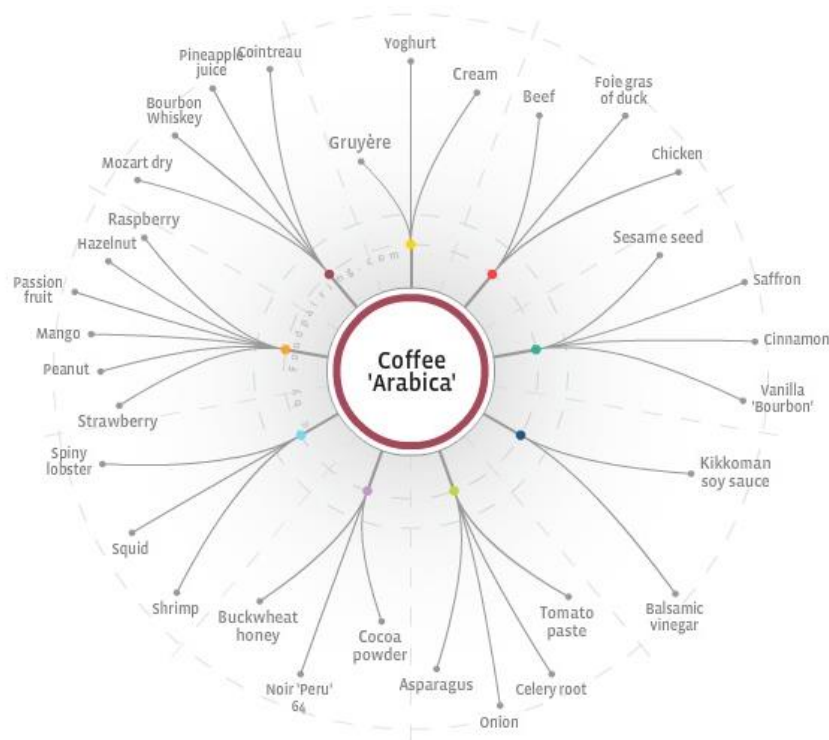


Figura 16. Maridajes del café arábica. Fuente: Elizabeth H., 2012.

A pesar de todo, no se puede reducir el concepto de maridaje únicamente a la composición química, ya que la compatibilidad volátil no es la única respuesta para obtener un buen maridaje (Galmarini, 2020).

A lo largo de los años, a través de muchos estudios, se han ido desarrollando métodos dinámicos que proporcionan datos descriptivos y hedónicos. De este modo, Galmarini et al. (2016) estudiaron el impacto del vino en el queso y viceversa (Galmarini et al., 2017) con un panel de consumidores mediante el método multidimensional y dinámico (Dominancia Temporal de Sensaciones), ya explicado anteriormente. Hay que mencionar que no se deben incluir los términos hedónicos cuando se trata de jueces entrenados, sin embargo, con consumidores se determina la aceptación del maridaje, por lo que darán respuestas hedónicas o descriptivas ya que recrea la forma tradicional de consumo. El hecho de no incluir términos hedónicos es el mayor reto para la evaluación sensorial: hacer una evaluación de los productos de la manera más natural posible, para obtener los datos más fiables. Y se puede hacer con métodos dinámicos como el TDS, entre otros, para tener una experiencia lo más cercana posible a la “natural”.

Los productos para el proyecto se eligieron en base a las directrices del proyecto FP18-MARIDAJES-CIG del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural y Agroalimentario (IMIDRA) perteneciente a la consejería de medio ambiente de la Comunidad de Madrid, en el que se enmarca este Trabajo de Final de Grado. Dichos productos debían ser elaborados y producidos por empresas de la Comunidad de Madrid. Por tanto, se eligió un producto central que pudiera maridar de forma flexible con distintos tipos de bebida, el chocolate. En el caso de las bebidas, se eligieron 4 en las que la Comunidad de Madrid es reconocida productora: vino, vermut, café y cerveza.

El chocolate es un alimento con un largo recorrido en la historia de los maridajes en diversas cocinas (Alberts y Cidell, 2006). Se puede emplear en una amplia gama de recetas, tanto dulces como saladas, y su interés es cada vez mayor. La innovación en el mundo de la gastronomía es una herramienta clave, por lo que resulta de gran utilidad comprender aquellos factores que hacen que ciertos alimentos, en este caso bebidas, hagan un buen maridaje con el chocolate. Y mediante este estudio, se pretende llegar a entender esos factores.

El vino, se eligió ya que la astringencia propia de esta bebida hacía un buen contraste con la untuosidad del chocolate. En el caso del vermut lo que predominó fue el contraste entre el amargor del chocolate y el dulzor especiado característico del vermut. El café se eligió por esa capacidad fundente frente al chocolate y cómo combina el amargor propio del café con el amargor del chocolate. Finalmente, la cerveza se escogió por afinidad de amargo con amargo; no obstante, no se debe desdeñar el contraste que aportan las burbujas de la cerveza contra el espesor del chocolate.

Ciertos productos de los mencionados no se cultivan en España ya que requieren condiciones climáticas propias de países tropicales. Sin embargo, tras su cultivo, el resto de etapas para su transformación y consumo se realizan en territorio nacional, como es el caso del chocolate.

### 1.3.2 Chocolate

El árbol del cacao es originario de la Cuenca del Amazonas y su nombre científico es “Theobroma Cacao” que significa “Alimento de los Dioses”. Su fruto es una baya denominada mazorca o maraca, con forma de calabacín alargado que cuando madura se vuelve amarilla. Cada baya contiene de 30 a 50 semillas. Los granos de cacao fermentados, secados y tostados se emplean para hacer chocolate (Afoakwa, 2016).

El chocolate es un alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos que derivan de las semillas del cacao: la pasta de cacao (componente sólido) y la manteca de cacao (componente grasa).



Figura 17. Mazorca y semillas del árbol del cacao. Fuente: Seeds of Cacao Tree Theobroma Cacao L. Family Sterculiaceae, 2018.

La fabricación del chocolate comienza en la cosecha (Figura 23), una vez el fruto está en su punto óptimo de madurez, con una cantidad de azúcares considerable para que posteriormente tenga lugar la fermentación. Tras la recolección de las vainas de cacao, se procede a la fermentación de los granos que están en su interior. En esta fase el chocolate genera numerosos compuestos que conferirán los posteriores sabores y aromas. Se lleva a cabo en los mismos países productores. Luego se procede al secado controlado, para evitar el crecimiento de moho, y poder realizar un transporte adecuado. La humedad ha de estar entre el 6 y el 8% (Afoakwa, 2016).

Mediante el transporte, el grano llega a fábrica y se limpia. A su entrada los granos se tuestan para esterilizarlos, al mismo tiempo que se desarrollan sus componentes aromáticos. Esta fase suele durar entre 10-15 minutos, la temperatura, y el grado de

humedad dependen del tipo de granos y de lo que el artesano desee conseguir. Se desarrollan distintos componentes químicos durante el tostado debido a las reacciones de Maillard. También se generan aminoácidos por la degradación de proteínas (Fernández, 2018).

En el descascarillado se separa la cáscara de la semilla o pepita de cacao.

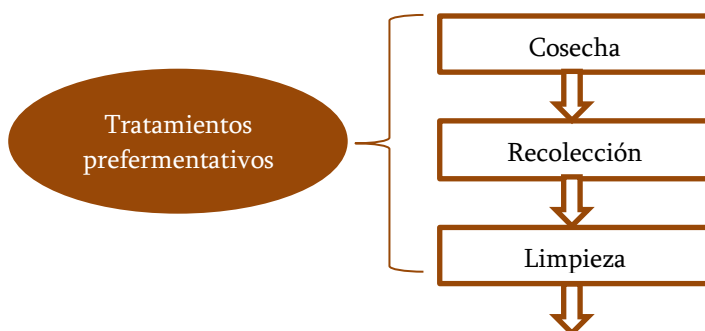
Tras haber eliminado la cáscara, se procede al molido para poder separar la masa de cacao de su manteca a una temperatura de 60 a 80 °C durante unas 18-72 horas, obteniéndose una masa fluida de manteca y cacao, o licor. Esta mezcla es prensada para separar la manteca de la masa de cacao. A la salida de la prensa sale una masa de cacao con forma de pastilla con un contenido graso muy bajo, ya que la manteca ha sido extraída (Afoakwa, 2016).

La masa de cacao obtenida se continúa moliendo y se le añaden otros constituyentes como azúcar, leche en polvo, emulgentes, lecitina de soja o vainilla, que le darán personalidad a cada chocolate.

Esta mezcla se somete a un proceso de refinado, el cual mejora la textura del chocolate, a través de una serie de rodillos hasta obtener una pasta suave. A continuación, el conchado, que es un proceso de suavizado o amasado, donde se reduce la acidez y hace que se desarrolle más la textura y el sabor, dando lugar a un producto de calidad (Toker et al., 2019). Lo que ocurre es que la masa de cacao ya molida entra en la máquina de conchado donde las partículas de azúcar y cacao se ven recubiertas por la manteca. Esto hace que haya un producto más homogéneo.

El templado o atemperado se emplea para enfriar la mezcla hasta 28 °C para estabilizar la cristalización de la manteca de cacao. Se la hace pasar por un sistema de calefacción, enfriamiento y recalentamiento. Con esto se evita la decoloración y la floración de grasa en el producto previniendo la aparición de ciertas formas cristalinas de la manteca de cacao en desarrollo. En este momento el chocolate se convierte en brillante y suave, estable y con textura homogénea (Codini et al., 2004).

Después, la mezcla se coloca en moldes en una cámara de enfriamiento. Una vez frío se empaqueta y distribuye.



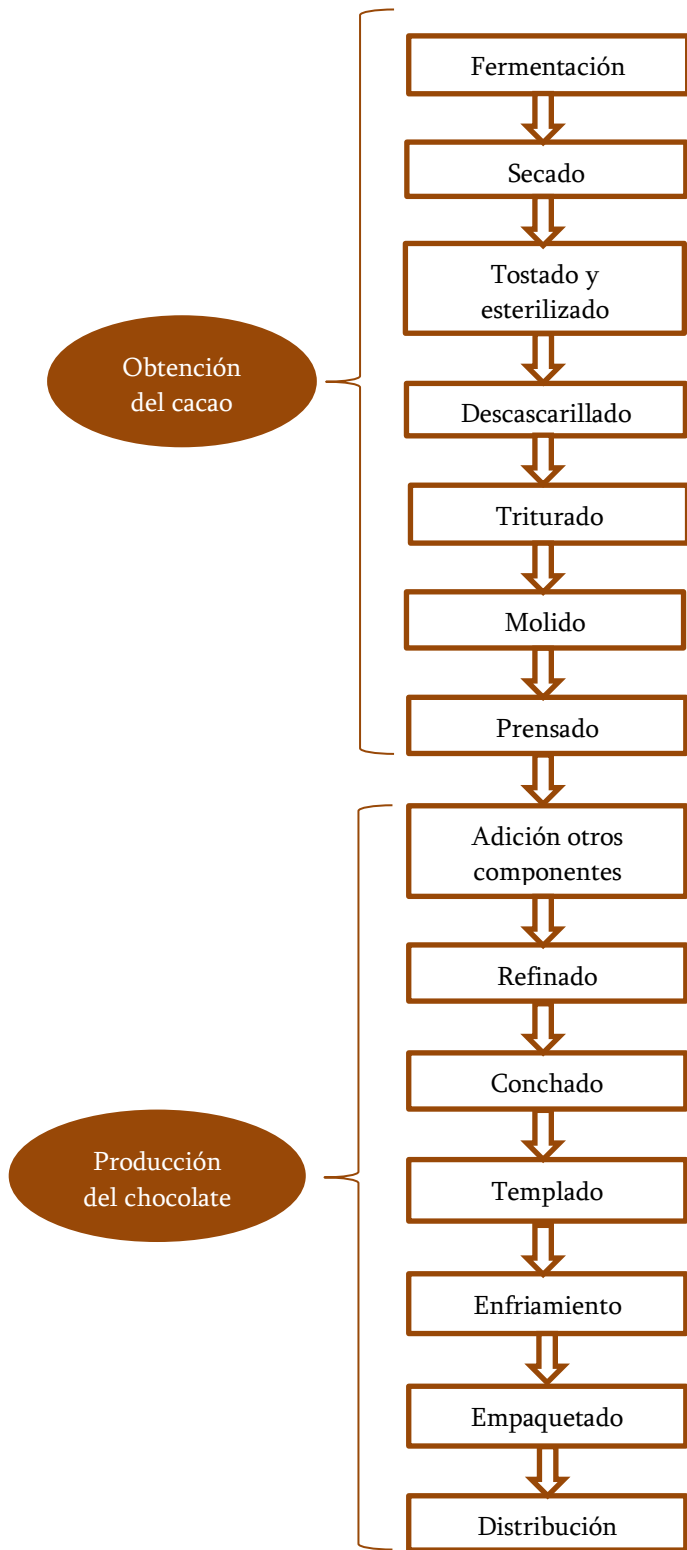


Figura 18. Proceso de transformación del cacao en chocolate.

### 1.3.3 Vino

El vino se introdujo en la Península Ibérica gracias al establecimiento de los fenicios en la actual Andalucía hacia el 1900 a.C. El método de vinificación era muy rudimentario hasta que aparecieron los romanos, que lo mecanizaron y extendieron por el Mediterráneo (On Air Ediciones, 2018).

A día de hoy, en España, las hectáreas cultivadas de vid han ido disminuyendo a lo largo de los años. Actualmente hay unas 949.565 hectáreas cultivadas de vid (año 2020) como se aprecia en la figura 24, y 34,6 millones de hectolitros de vino producidos en la campaña 2019-2020 (Observatorio Español del Mercado del Vino, 2021).

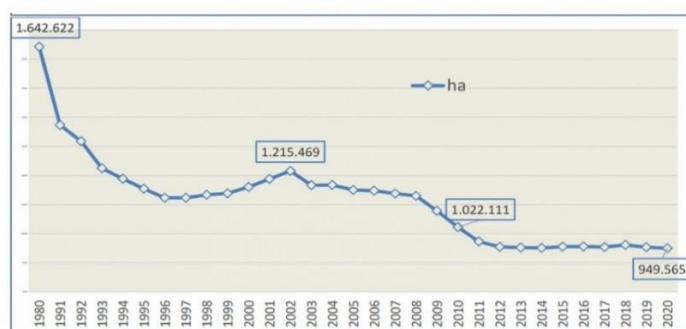


Figura 19. Evolución de la superficie de viñedo de uva de vinificación en España. Fuente: OeMv, 2021.

La división de España en regiones y con denominaciones de origen, dio lugar a una gran variedad y matices, y a vinos de gran calidad. Todo esto es también debido a las tres principales zonas climáticas de la península: el clima mediterráneo, el continental y el atlántico. Añadiendo también los microclimas y vientos producidos por la orografía del terreno. Esto da lugar a 70 Denominaciones de Origen (Denominaciones de Origen de vinos España 2021 (mapa y listado, 2021), incluyendo las Denominaciones de Origen Calificada.

Hay que destacar que la comunidad autónoma que más vino produce es Castilla-La Mancha, por otro lado, según el estudio de OeMv (2021) la Comunidad de Madrid es la que menos produce.

El proceso de producción del vino comienza con la vendimia, que es la cosecha de la uva, tradicionalmente se realiza en España entre los meses de septiembre y octubre. En concreto, la recogida se deberá producir cuando la uva muestre un estado adecuado de maduración. Es de especial importancia el nivel de azúcar que tengan las uvas, puesto que de ello va a depender la posterior fermentación y el grado alcohólico que tendrá el vino. Una vez se recepciona la uva en la bodega, la elaboración de vino difiere de un estilo a otro. En el caso del vino tinto tradicional, se procede al despalillado (separación del raspón de los granos) y estrujado (para romper el hollejo, pero sin llegar a romper las semillas de la uva y así evitar el amargor que darían al vino) de la uva para posteriormente trasladarlo a los tanques de fermentación (Hidalgo, 2010).

Durante el proceso de maceración en los tanques, el mosto se encuentra en contacto con los hollejos, los cuales determinan la estructura y color que tendrá el vino debido a la presencia de taninos y antocianos. Desde que la vendimia es estrujada y puesta en contacto con las partes sólidas de la uva, la maceración puede ser pre fermentativa (de 2 a 3 días de contacto), fermentativa (de 3 a 10 días de contacto, continúa con la fermentación alcohólica) o post fermentativa (periodo variable, el contacto puede durar de días a semanas) (Hidalgo, 2010).

Asimismo, las levaduras presentes en la piel de la uva inician la fermentación alcohólica, la cual dura alrededor de 10 a 14 días a una temperatura de unos 30°C.

A lo largo del proceso fermentativo, las partes sólidas (formadas por la pulpa, pepitas y hollejos) ascienden a la superficie por la acción del dióxido de carbono formando el conocido “sombbrero”. Con el fin de volver a poner en contacto la capa sólida con el mosto, se emplean técnicas como el remontado o el bazuqueo (Hidalgo, 2010).

Una vez termina la fermentación, se produce el descube, mediante el cual se transfiere el líquido a otro depósito. Este será el vino de mayor calidad y el que ha sido objeto de estudio en este trabajo de fin grado. Por otro lado, se prensa la parte sólida con el fin de obtener el vino de prensa, rico en taninos y aromas, pero de peor calidad.

El vino tinto pasa por una segunda fermentación, la maloláctica, donde en unos 15-21 días el ácido málico se transforma en ácido láctico. Esto dará lugar a un vino de menor acidez y más agradable en boca, ya que el ácido láctico es menos agresivo que el málico. Posteriormente, el vino se introduce en barricas para su proceso de envejecimiento, lo que conferirá los distintos aromas del vino y modificará su carácter. Es en esta etapa es donde el vino adquiere sus aromas terciarios, que dependerán del grado de tostado y tipo de madera utilizada para la crianza. En la posterior cata se podrán identificar notas amaderadas, avainilladas, ahumadas o tostadas. Además, gracias a los procesos físico-químicos que se producen dentro de la barrica, el vino se va redondeando (Barrera-García et al., 2006).

Paralelamente se llevan a cabo otros trabajos que harán posible la eliminación de los sedimentos e impurezas que los vinos arrastran consigo desde las fermentaciones. Éstos son el trasiego, que se lleva a cabo después de la fermentación maloláctica, y consiste en cambiar de recipiente al vino varias veces para tratar de eliminar los sedimentos sólidos y airear el vino (Hidalgo, 2010); y el clarificado, donde se emplean sustancias orgánicas para arrastrar al fondo de la barrica aquellas impurezas que están suspendidas en el vino.

Una vez el vino ha sido embotellado, tiene lugar la segunda parte del periodo de crianza. En este periodo habrá una evolución del vino en una atmósfera reductora y se asimilará el oxígeno que inevitablemente se introduce en la botella al cerrarla con el corcho. Este envejecimiento en botella es importante dado que el vino se estabiliza y los aromas y propiedades que se han desarrollado en el vino llegan a un punto de equilibrio y armonía. El del tiempo de crianza, ya sea en botella o en barrica, dependerá del tipo de vino que se quiera conseguir. Para las bodegas con D.O. estos tiempos están estipulados por ley.

El proceso de elaboración del vino tinto anteriormente explicado puede verse en el diagrama de la Figura 25.

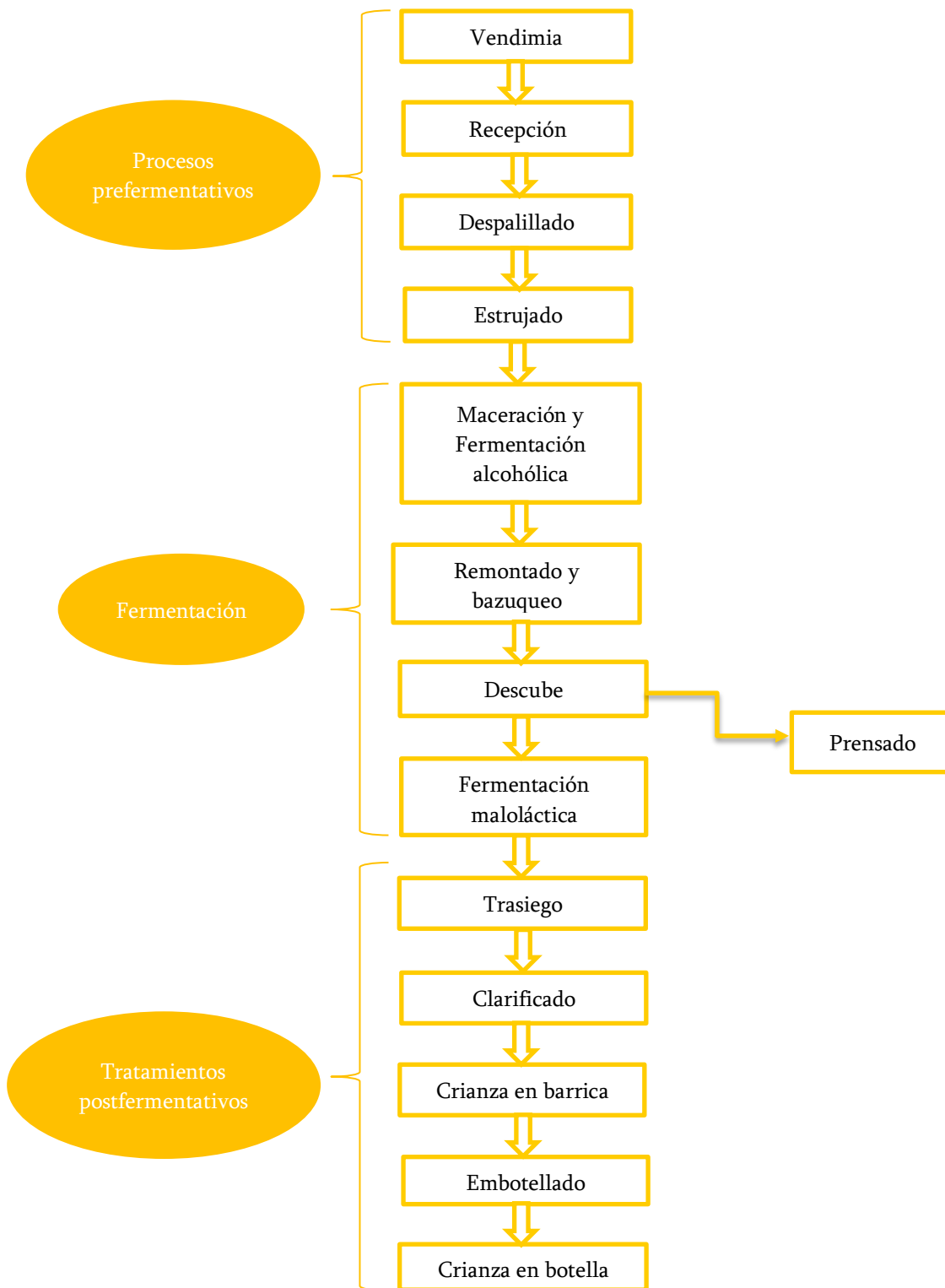


Figura 20. Proceso de elaboración del vino.

### 1.3.4 Cerveza

Es la bebida alcohólica más antigua y común, junto con el vino. Debido a su fermentación, no contenía agentes infecciosos como podían tener el agua o la leche, por lo que, para las antiguas civilizaciones, su consumo era más seguro. Además, constituía una fuente de calorías, que complementaba las dietas más pobres. Tradicionalmente en Europa, Australia y América se elaboraba con cebada, en Japón con arroz y en África con mijo (Fonseca y UNAD, 2007).

Hoy en día, la cerveza es una bebida natural obtenida por fermentación alcohólica de un extracto acuoso de cebada malteada. Es el alimento resultante de la fermentación, mediante levaduras seleccionadas, de un mosto cervecero elaborado a partir de materias primas naturales (Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta). En 2019 se incrementó en un 3,4% el consumo de esta bebida respecto a años anteriores, superando los 41 millones de hectolitros. Además, las cerveceras españolas llegaron a comercializar 37,8 millones de hectolitros de cerveza, lo que supuso un 3,37% más que el año anterior. Sin embargo, esas situaciones son muy distintas a la que se vivió tras la COVID-19 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Cerveceros de España, 2020).

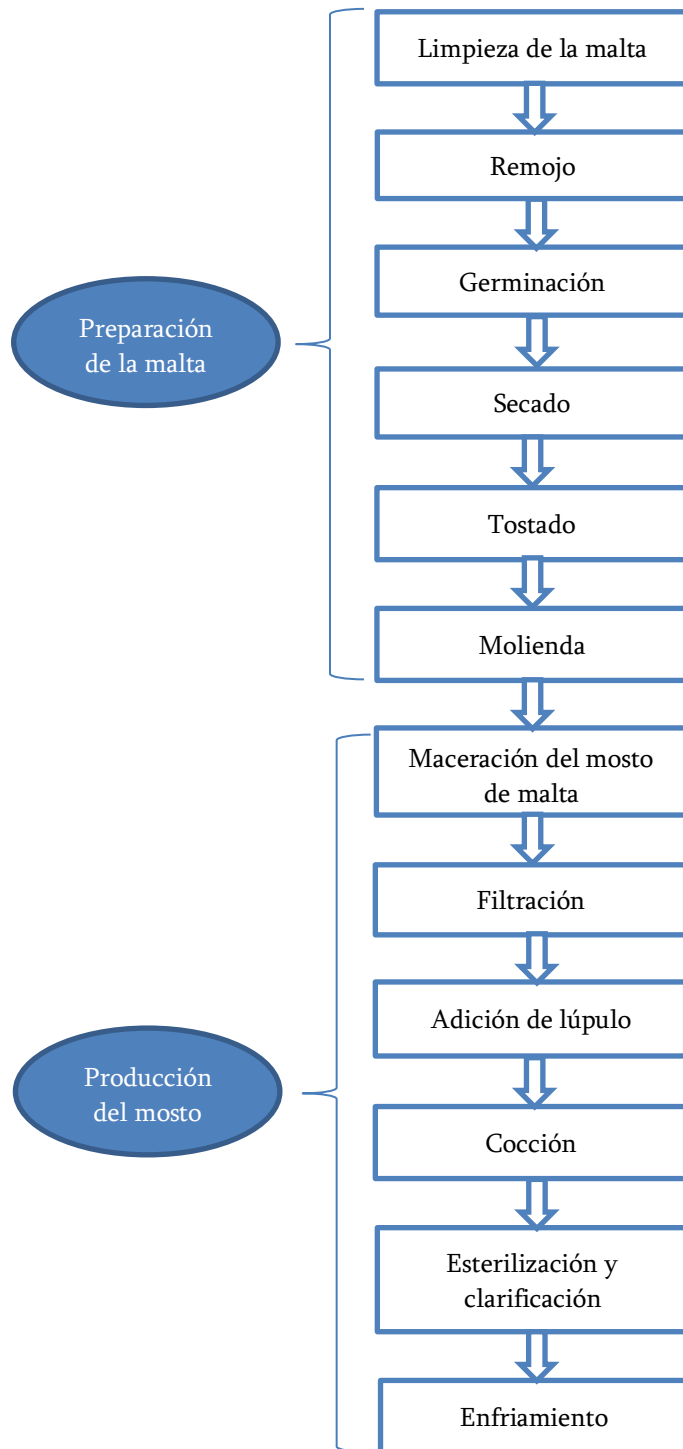
Para la fabricación de la cerveza son necesarias ciertas materias primas. El componente mayoritario es el agua, la cual debe ser potable. También se necesita malta, se suele referir a la de cebada (López et al., 2002) aunque existen maltas de diversos cereales. En la malta se encuentran las enzimas que darán lugar al mosto, mediante la hidrólisis de los hidratos de carbono complejos (Hernández y Sastre, 1999; López et al., 2002; Vincent, Álvarez y Zaragoza, 2006). Además, está el lúpulo (Figura 26), el cual se obtiene a partir de los conos maduros de la flor hembra de una planta trepadora de origen cannabáceo llamada *Humulus lupulus*. Confiere estabilidad, aporta aromas, sabores y resinas que aumentan la retención de espuma, antisépticos que retardan su degradación y el característico sabor amargo (que contrarresta el sabor dulce de la malta).



Figura 21. Lúpulo. Fuente: Cámara de la Cerveza y de la Malta, 2017.

Por último, se usa levadura. Dependiendo del tipo de fermentación que se vaya a llevar a cabo, se usa un tipo u otro de levadura. Existen dos tipos de fermentación, alta y baja, y cada una de ellas emplea levaduras diferentes.

Para la obtención de la cerveza hay que pasar por varias etapas, como se observa en la Figura 27.



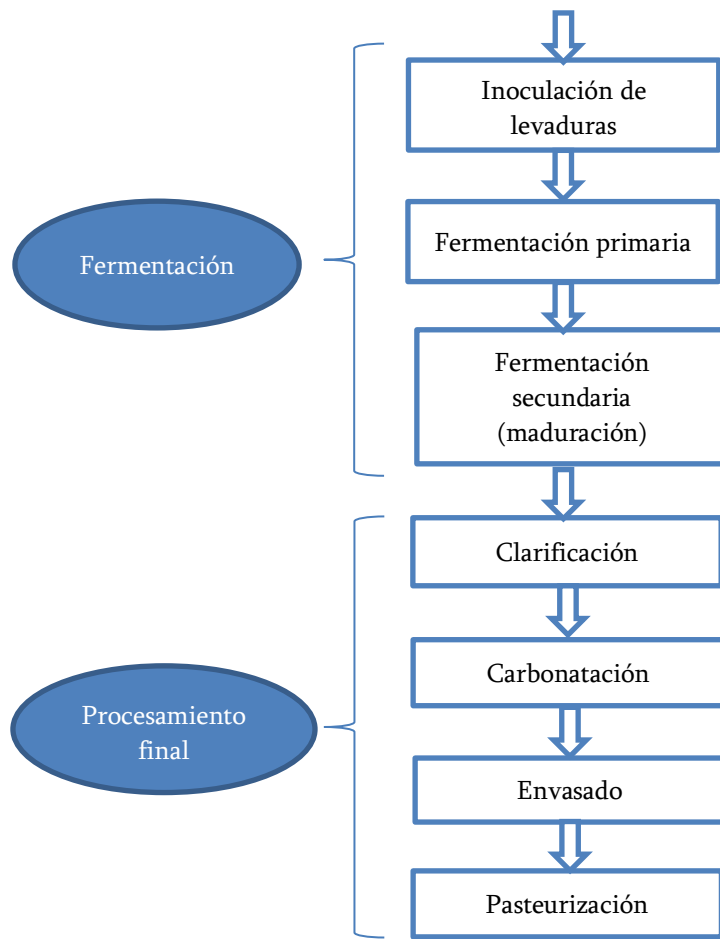


Figura 22. Proceso de elaboración de cerveza.

En primer lugar, hay que preparar la malta para obtener un polvo rico en enzimas. Una vez se ha limpiado, se humedece el grano en agua alternándolo con periodos de aireación, en los que se proporciona oxígeno y se elimina CO<sub>2</sub>. Se pone a germinar para activar las enzimas con las que se obtendrán azúcares fermentables y nutrientes para la levadura, a una temperatura de 10-16°C, y humedad de 42-46% durante unas 60 horas. Una vez germinada se seca con aire caliente, a temperaturas que rondan los 55-70 °C para maltas Lager y 60-95 °C para maltas Ale. En caso de que la malta esté poco tostada se obtiene cerveza rubia; si por el contrario se tuesta más, la cerveza será negra (Suárez, 2013). El último paso de esta etapa es la fragmentación de los granos tostados para conseguir la malta en polvo (Varnam y Sutherland, 1997; López et al., 2002).

Para obtener el mosto, el polvo obtenido se mezcla con agua, para facilitar la conversión enzimática. Se calienta para activar ciertas enzimas como las proteasas, las β-glucanasas y la β-amilasa. (López et al., 2002).

Luego la solución es filtrada, y el mosto obtenido se mezcla con el lúpulo en dosis que varían en función del sabor y aroma final deseados para la cerveza (López et al., 2002).

Se lleva a ebullición para esterilizar y clarificar el mosto. Cuando ha terminado la cocción, se enfría el mosto lo más rápido posible y se retiran los sólidos en suspensión. A unos 25° C es cuando se añadirá la levadura, la siembra, la cual fermenta los azúcares y los transforma en CO<sub>2</sub> y etanol. La levadura se va depositando en el fondo del fermentador y se elimina mediante una válvula (Figura 28).



Figura 23. La fermentación de la cerveza. Fuente: Humbert, 2018.

La fermentación se lleva a cabo en dos pasos (Linko et al., 1998): la fermentación primaria (llamada simplemente “fermentación”) y la fermentación secundaria o “maduración”.

Además, se pueden identificar dos procesos distintos de fermentación: en la fermentación alta se emplea *Saccharomyces cerevisiae*, las levaduras forman un aglomerado que, o flota en el líquido, o flocula al inicio de la fermentación y se hunde. (cervezas de tipo Ale). Por otro lado, en la fermentación baja se emplea *Saccharomyces carlsbergensis*, las levaduras floculan al final de la etapa y se forman aglomerados que se hunden en el líquido. De este tipo de fermentación se obtienen las cervezas tipo Lager (Varnan y Sutherland, 1997).

Cuando ha acabado la fermentación, llega el momento de envasar la cerveza.

Por otro lado, en el proceso de maduración el mosto se fermenta a bajas temperaturas (4-10 °C). Esta etapa confiere las cualidades finales que tendrá la cerveza, como su sabor, olor o color (Varnam y Sutherland, 1997; López et al., 2002; Hernández, 2003).

A continuación, se clarificará y también es carbonatada, envasada y pasteurizada, y está lista para ser embalada y distribuida. Podrán utilizarse otros productos amiláceos o también azúcares siempre y cuando la malta represente, al menos, el 50 % en masa del total de la materia prima empleada.

### 1.3.5 Café

El cafeto se considera que es originario de Etiopía, más concretamente de la provincia de Kaffa. Se sabe que los ancestros de las tribus etíopes ya utilizaban el fruto del cafeto como estimulante, pero no se tiene evidencia de su uso hasta el siglo XII, cuando los esclavos de Etiopía comían la succulenta parte carnosa de la cereza del café mientras eran llevados a Yemen y Arabia a través del puerto Moca (nombre que dio lugar a la elaboración de café tipo Moka) (Weinberg y Bealer, 2002). El café se extendió a través de Yemen por todo el mundo árabe, donde se sabe que ya se cultivaban cafetos en el siglo XV (International Coffee Organization (ICO), 2016). Los árabes fueron también quienes tostaron y molieron por primera vez los granos de una forma similar a como se preparan en la actualidad. En el siglo XVI, la bebida de café ya se había expandido por el resto de Oriente Medio (Persia, Turquía y Norte de África). Posteriormente, el café se extendió a Italia y el resto de Europa y, finalmente, llegó hasta Indonesia y al continente americano.

Actualmente, el café es la bebida no alcohólica más consumida del mundo y se obtiene a partir de la infusión de la semilla del fruto del cafeto. En los últimos años, el consumo de café ha aumentado notablemente, en parte, gracias a los nuevos formatos de extracción y consumo de esta bebida. Se han publicado numerosos estudios en los que se relaciona el consumo de café con efectos beneficiosos sobre la salud. Cabe destacar que conforma una gran fuente de antioxidantes debido al alto contenido de compuestos bioactivos entre los que se encuentran la cafeína y la melanoidina (Isac-Torrente et al., 2020). A nivel comercial, con una facturación cercana a los 10 mil millones de euros anuales. Este hecho convierte al café en el segundo producto más comercializado en el mundo, por detrás del petróleo (Esquivel y Jiménez, 2012; Murthy y Naidu, 2012). Los principales países productores de café son: Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, Etiopía, India y Honduras (ICO, 2016) (Figura 29).

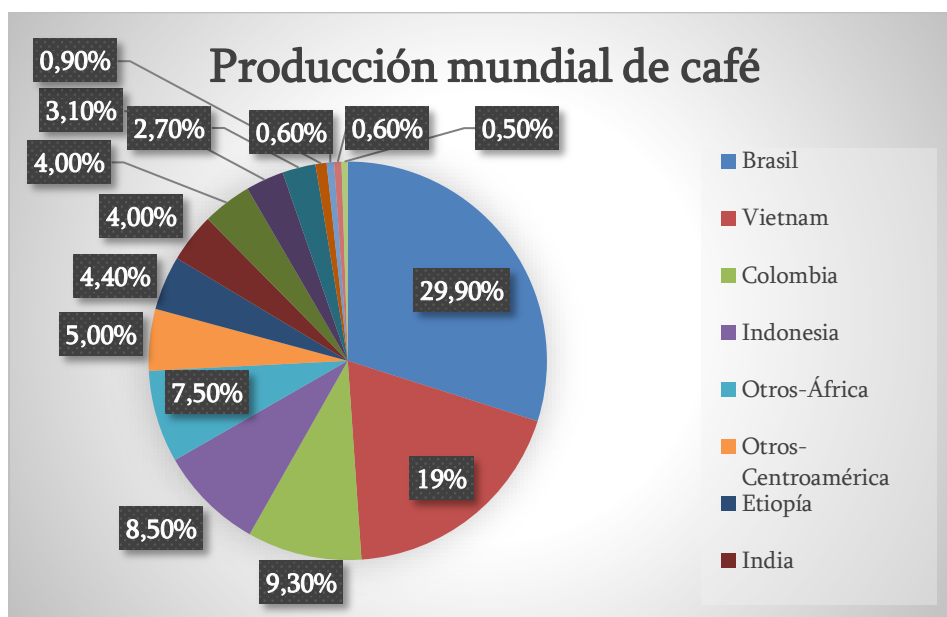


Figura 24. Porcentajes de la producción mundial de café por países en 2016. Fuente: ICO.

El café es una bebida que se obtiene a partir de la infusión de la semilla del fruto de la planta del café, después de someterse a un proceso de tostado y molido. La planta del café es el cafeto, la cual pertenece a la familia botánica *Rubiaceae* y al género *Coffea*. Su rendimiento se encuentra entre los 0,4-2,2 kg al año (Murthy y Naidu, 2012). Necesita condiciones climáticas y de altitud específicas para su desarrollo y por eso sólo puede cultivarse en una zona concreta de la tierra, concentrada entre los dos Trópicos, zona conocida como “el cinturón del café” (Figura 30).

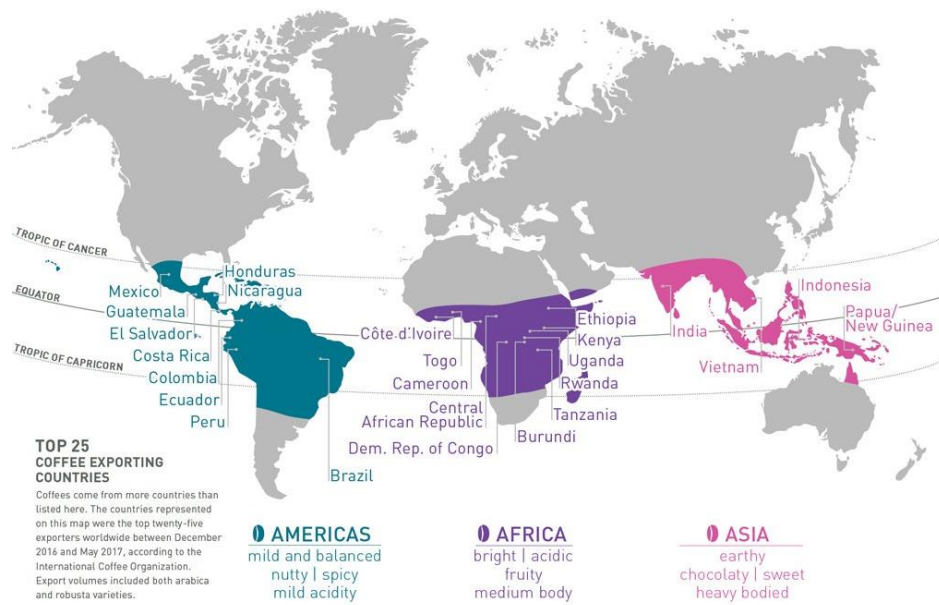


Figura 25. Cinturón del cultivo de café. Fuente: Staff et al., 2020.

Después de la plantación, el procesado del café continua en la cosecha. Una vez las cerezas de café están en su punto de madurez se procede a cosecharlas. Hay dos métodos: picking (se recogen manualmente y da lugar a una cosecha de buena calidad y homogénea) y stripping (proceso mecanizado en el que se recogen todas las cerezas al mismo tiempo y más tarde se seleccionan las más maduras) (Baqué, 2019).

Hay varios métodos para seguir procesando el café y en función del que se emplee, variarán la calidad y el coste del café (Figura 31):

- El más antiguo y sencillo es el método por vía seca. En este procesamiento del café natural se obtienen cafés con baja acidez, mucho cuerpo y sabores exóticos. Consiste, en primer lugar, en clasificar y limpiar las cerezas del café, desechando las que están verdes, demasiado maduras o dañadas. Mediante cribado o frotación, se eliminan además las impurezas. Luego, las bayas de café son expuestas al sol para su secado, hasta que se quedan con una humedad máxima del 12,5%. Esta etapa es decisiva en el proceso, ya que afecta directamente a la calidad final que tendrá el café verde. Una vez secas, son almacenadas hasta que se vayan a moler. En el descascarillado, se quitan las capas externas de las bayas secas, se separan y clasifican para meter en sacos.

- En el proceso natural por vía húmeda se requiere un equipo concreto y grandes cantidades de agua, obteniéndose un café de mayor calidad y más costoso. Para obtener el café lavado, se lavan las bayas y se separan las maduras de las que no lo están y las grandes de las pequeñas. El siguiente paso es el despulpado, que es la diferencia principal entre un método y otro, el cual se hace con ayuda de una máquina. Más tarde, en el cribado, se separan los granos que se han quedado con pulpa y los que son imperfectos. Los granos sin pulpa se vuelven a lavar y son fermentados durante unas 24-36 horas, después, se vuelve a hacer un lavado. Se secan, ya sea al sol o con una secadora mecánica, hasta dejar una humedad máxima del 12,5%. Y, al igual que en el método por vía seca, luego se procede al descascarillado.

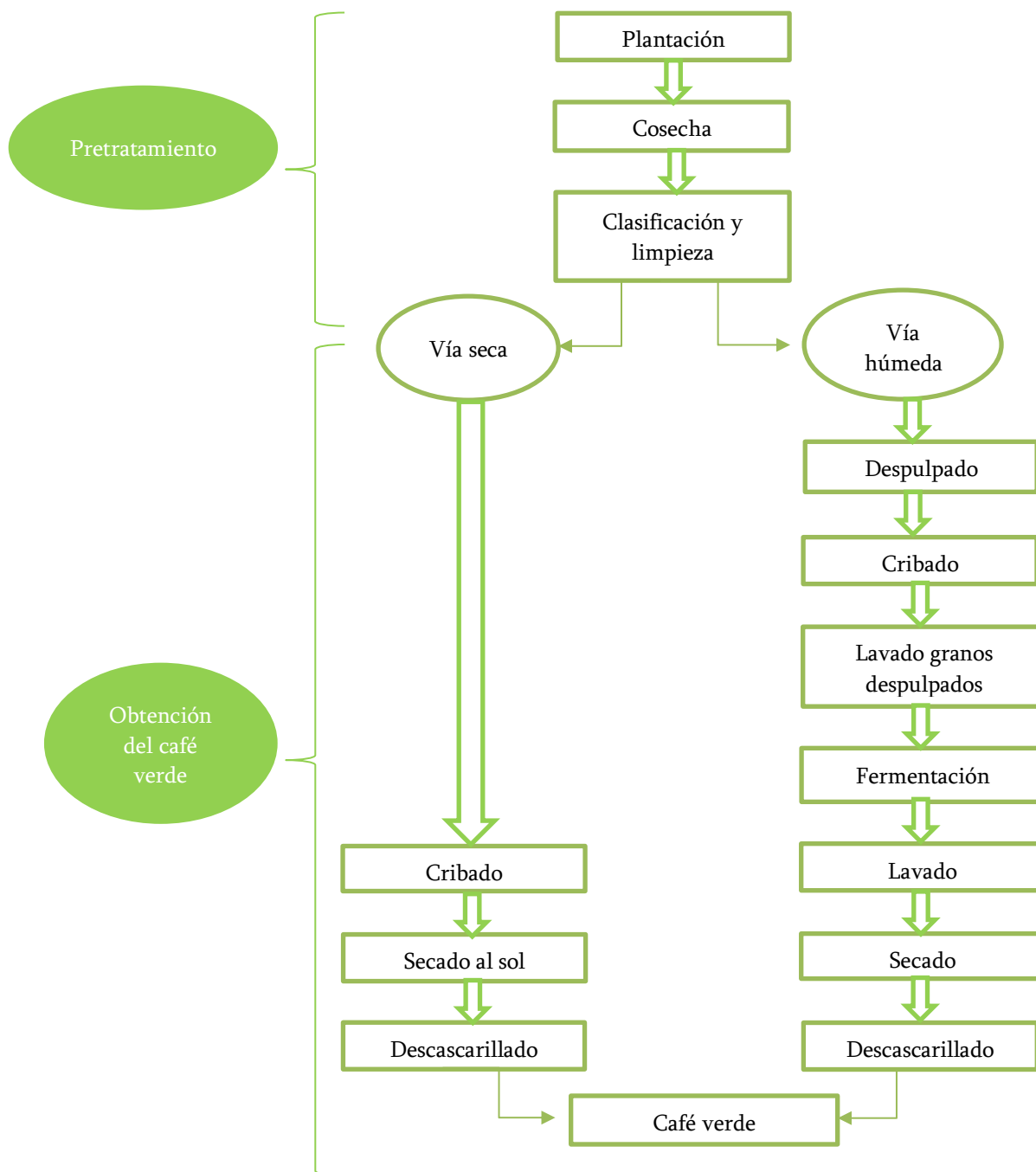


Figura 26. Procesado del café.

El café es clasificado y empaquetado en sacos en función de número de defectos y del tamaño. La última etapa es el tostado y envasado (Figura 32), que va a determinar su sabor final. Este paso se suele realizar en el país de consumo, donde se suelen mezclar diversas variedades y se tuestan al gusto de los consumidores. Una vez tostados, se envasan, en grano o ya molidos (OCU, 2019).

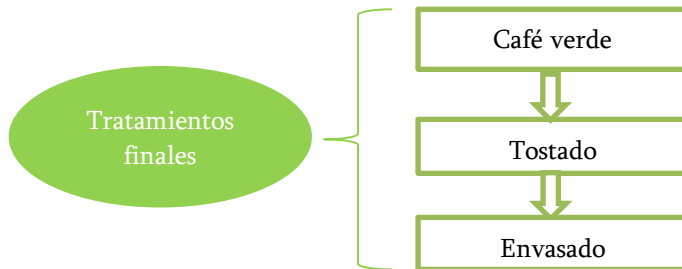


Figura 27. Tostado y envasado del café.

En cuanto a los métodos de preparación del café, existen varios. En el proceso de elaboración de la bebida de café están implicados muchos factores entre los que se incluyen el origen, la especie o variedad del grano de café, el grado de tostado y molienda, e incluso el método de extracción del café o el tipo de cafetera que se emplea para su preparación. Además, es importante tener en cuenta que el método o técnica de preparación del café puede tener una influencia significativa en el sabor, aroma y composición química del café (Niseteo et al., 2012).

En la extracción, los compuestos solubles e insolubles se disuelven en el agua dependiendo de la técnica de extracción, y terminan siendo sólidos disueltos o suspensiones, los cuales van a ser decisivos en las características sensoriales del producto final (Sánchez et al., 2016). Los métodos de extracción del café son principalmente cuatro:

- Infusión por inmersión: se trata de poner en contacto al café con el agua caliente, y, a la hora de servirlo, se eliminan los posos con ayuda de un papel, filtro de tela o metal (como la cafetera francesa).
- Infusión por goteo: se hace pasar al café por el café molido situado en un filtro. La bebida va goteando hasta que acaba de pasar toda el agua caliente que ha sido servida (como es el caso de la Chemex o la V60).
- Infusión por presión: en este caso el agua caliente pasa a través del café molido ejerciendo presión (como sucede con la máquina de Espresso).
- Infusión por maceración: se sumerge el café molido en agua fría o del tiempo, durante cierto tiempo, para extraer sus compuestos sólidos (un ejemplo de esto es el cold brew).

Para estos métodos, el tiempo de contacto con la molienda, depende del grosor de ésta. Si la molienda es fina, el agua está más tiempo en contacto con el café ya que se detiene más tiempo. Se suele utilizar para la cafetera italiana o moka y la máquina de expreso.

Cuando la molienda es gruesa, el agua consigue pasar más fácilmente, por tanto, más deprisa. Se usa para la prensa francesa y el cold brew (Asociación Española del Café, 2020).

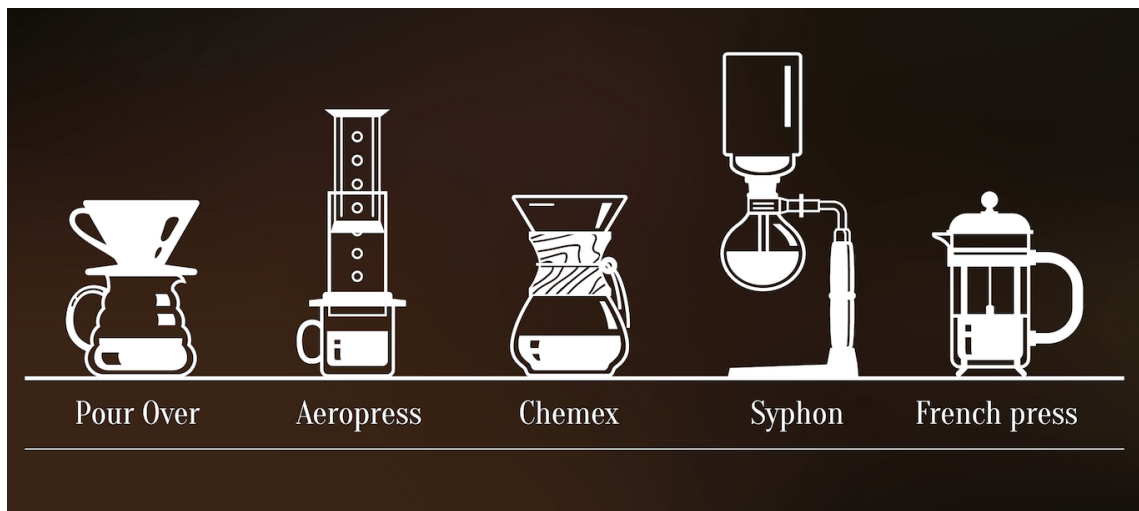


Figura 28. Algunos tipos de cafeteras. Fuente: Bernal, 2020.

### 1.3.6 Vermut

El vermut tiene su origen en la antigua Grecia, donde Hipócrates maceró vino con ajeno (hierba principal del vermut, de sabor amargo) y díctamo (planta con un fuerte aroma a limón) (Fernández, 2018), dando lugar a un vino llamado hipocrático o hipocrás, el cual estimulaba el apetito. Con el paso de los años se han ido añadiendo otros ingredientes como la canela, miel o almendras. Además, los farmacéuticos los aromatizaban con plantas y hierbas.

Fue en 1786 cuando se creó realmente el concepto de vermut, a manos de Antonio y Beneditto Carpano, de Turín. La base consistía en un vino blanco junto con caramelo, alcohol, azúcar junto con especias, hierbas aromáticas, hojas y otras sustancias aromáticas que le conferían su característico sabor. Pero fue más tarde, en 1838, cuando los hermanos Luigi y Giuseppe Cora le confirieron un carácter industrial y comenzaron a surgir marcas destacables en Italia como Gancia (1850), Ballor (1856), Cinzano (1860) y Martini (1863). En España, la marca Yzaguirre (1884) fue quien lo produjo por primera vez (Martini, 2016).

En mercado del vermut en España está en auge, lo que provoca un aumento de la producción. En nuestro país se utilizan unos 400.000 hectolitros de vino blanco al año, provenientes de Castilla-La Mancha en su mayoría (70%) y del Penedés (30%). Se consumen aproximadamente 35 millones de litros de vermut anualmente, siendo

Madrid y Barcelona donde más se consume esta bebida (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020).



Figura 29. Distintos tipos de vermutos. Fuente: Arias, 2020.

Según El Reglamento (UE) n° 251/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, 2014, el vermut es un vino aromatizado que ha sufrido adición de alcohol y cuyo sabor característico ha sido obtenido mediante la utilización de sustancias adecuadas derivadas de especies de Artemisia. Además, este vino aromatizado ha de cumplir ciertos requisitos:

- Debe tener un contenido mínimo de vino del 75% del volumen total.
- Se puede haber añadido colorantes.
- Puede haberse añadido mosto de uva, mosto de uva parcialmente fermentado o ambos.
- Puede haber sido edulcorado.
- Tiene un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior al 14.5 % vol. ni superior al 22% vol. y un grado alcohólico volumétrico total no inferior al 17.5 % vol.

En cuanto a la uva, principal materia prima, se usan dos variedades de uvas Airén y Macabeo. Estas dos variedades son usadas para la fabricación de los tres tipos de vermut: vermut rojo, vermut blanco y vermut rojo envejecido en barrica. Por ello se pueden hacer una distinción de producto obtenido a través de la materia prima.

El proceso productivo (Figura 35) comienza con la recepción de la materia prima.

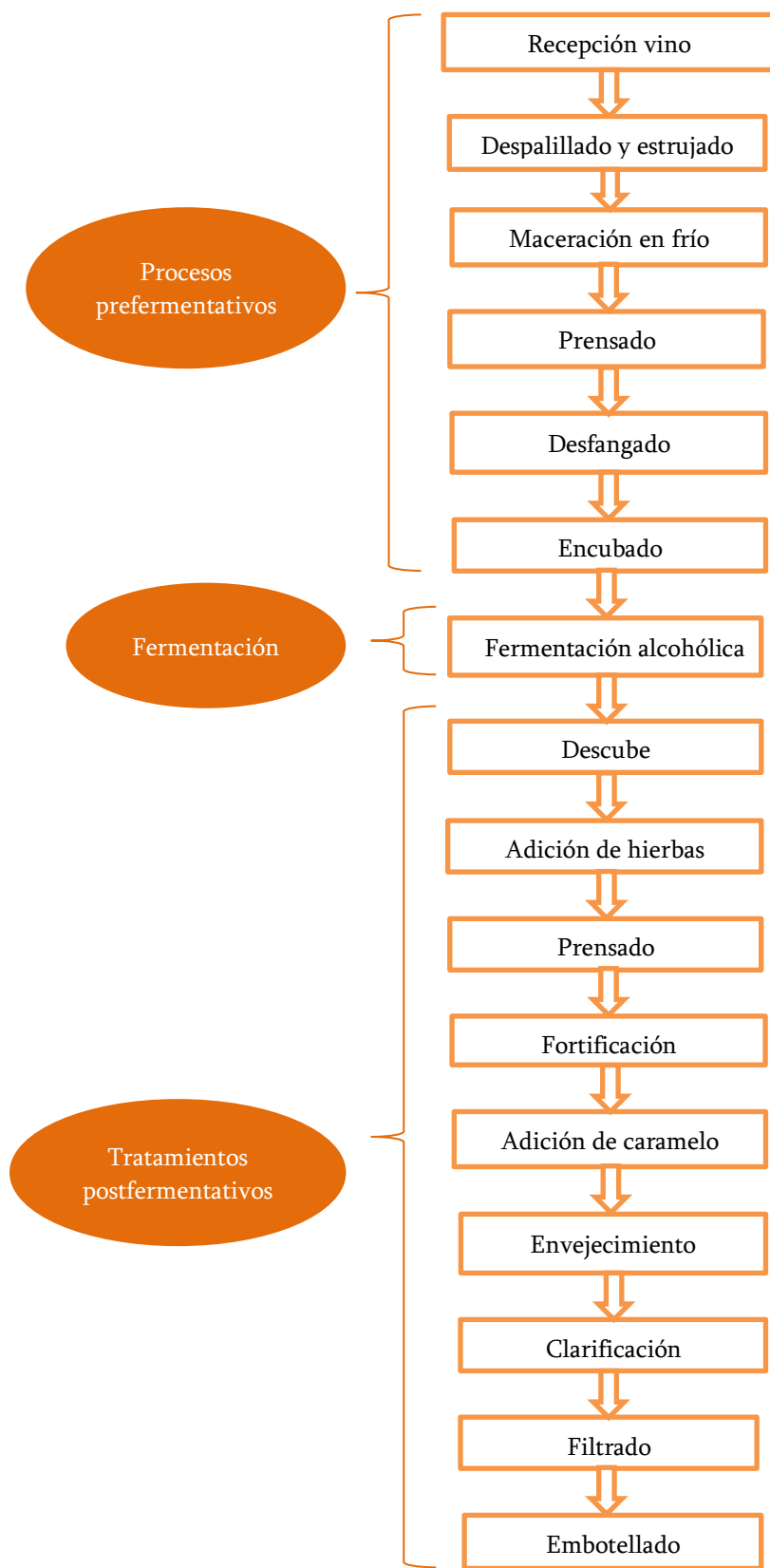


Figura 30. Diagrama del proceso productivo de vermut rojo y blanco.

En la recepción se realizan una serie de controles para asegurar la calidad de la misma ya que influirá en la del producto final. Luego se procede al despalillado con una estrujadora despalilladora. En el estrujado se pretende convertir a la uva en una pasta para que su manejo sea más sencillo y para que la obtención del mosto fermentable en el prensado, también lo sea. Luego se procede a la maceración en frío donde se busca obtener los colores característicos mediante la solubilización de los aromas que tienen las pieles. Aquí se estruja la masa a bajas temperaturas, durante 8 horas a unos 5-8 °C, para reducir la actividad enzimática y la presencia de sulfuroso ya que reduciría los polifenoles. Se procede después al prensado para obtener el mosto que fermentará, pero antes, en el desfogado, se ha de limpiar el mosto escurrido puesto que si está turbio o con fangos la calidad del mosto será inferior y el vino obtenido tendrá mala calidad. Más tarde se procede al encubado cuyo objetivo es eliminar los orujos y favorecer la fermentación. se produce en un depósito de acero inoxidable donde se genera CO<sub>2</sub>, formándose un sombrero en la parte superior del mismo. Durante la fermentación alcohólica las levaduras convierten los azúcares presentes en el mosto (fructosa y sacarosa) en alcohol, anhídrido carbónico y otras sustancias secundarias. En este proceso, la temperatura ideal está entre los 15 y 18°C. A menor temperatura, mayor graduación alcohólica, además de que dará lugar a un afrutado más intenso y a un producto final más fino. El descube se lleva a cabo de manera que el vino no esté en contacto con el aire (para evitar que se oxide), y se pasa el mismo de un depósito a otro.

Ahora llega el momento de lo que le dará personalidad al vermut: las hierbas. La extracción de sus componentes volátiles se lleva a cabo mediante una mezcla hidroalcohólica compuesta por 50% alcohol y 50% de agua, que será posteriormente prensado para obtener el mayor rendimiento posible. Luego se procede a la fortificación la cual aumentará la concentración del alcohol en el vino para evitar que vuelva a fermentar y para ajustarse a los niveles del reglamento. Ésta dura 24 horas (Rodríguez, 2019). Y a través de la fórmula que proporcionan Joslyn y Amerine (1964), la fortificación será la siguiente:

$$X = \frac{V(C-A)}{B-C}$$

Donde:

- X es el volumen del vino a fortificar.
- V es el vino necesario para realizar la fortificación.
- C es el porcentaje de alcohol en volumen que se desea obtener después de fortificar.
- A es el porcentaje de alcohol presente en el vino.
- B es el alcohol que posee el brandy para la fortificación.

Ecuación 2. La fortificación. Fuente: Joslyn y Amerine, 1964.

Una vez acabado, se introduce el caramelo, únicamente en las variedades de vermut rojo (ya que además de edulcorante, es colorante). para unificar todos los elementos que forman parte del vermut se procede al mezclado con ayuda de turbinas hélices y palas para mejorar la homogeneidad de la mezcla. Más tarde se lleva a cabo el envejecimiento del vermut, el cual será distinto para que el procedente de uvas Macabeo (más resistente a la oxidación, en barrica) y de uva Airén (en tanques de acero inoxidable). Posteriormente se clarifica para eliminar los elementos en suspensión que no habían sedimentado, y como último paso antes del embotellado, se filtra el vermut acabado. Al embotellarlo se protege de potenciales contaminaciones y otros elementos dañinos como el oxígeno o la luz, además de facilitar su distribución y venta. se suele usar vidrio de color en formatos de 3/4 o 1 litro.

## 2. OBJETIVOS

El proceso de ingesta de un alimento sigue un curso complejo y dinámico, fuertemente vinculado con la percepción sensorial, y cuyas sensaciones van evolucionando a medida que un alimento se ingiere.

La técnica TDS es apropiada para describir la evolución de la percepción en el tiempo de productos complejos, sin embargo, en el contexto de la aplicación del TDS hay actualmente pocos estudios que profundizan en la evaluación mediante esta técnica de maridajes. Hay ciertos estudios que evalúan estas sensaciones, pero no todos ahondan en cómo son percibidas en cada instante durante el proceso de ingesta. Por ello se va a investigar cómo los catadores perciben estos cambios en cada momento, con una novedosa técnica de análisis sensorial.

El presente trabajo tiene como objetivo principal estudiar el maridaje de chocolate negro con cuatro bebidas (vino, cerveza, café y vermut) mediante la técnica TDS (Dominancia Temporal de Sensaciones).

Para ello se abordarán los objetivos específicos siguientes:

- Aplicar las técnicas descriptivas estáticas (análisis descriptivo) para seleccionar los atributos que formaran parte del análisis TDS.
- Evaluar mediante técnicas descriptivas cuantitativas (QDA) los diferentes productos y selección de los mismos para el posterior análisis TDS.
- Crear un protocolo multi-ingesta estandarizado de maridajes para técnicas sensoriales dinámicas
- Comparar la evolución en la percepción del chocolate solo frente a los distintos maridajes.
- Analizar con la técnica TDS la evolución de maridajes de chocolate con cuatro bebidas.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Descripción del panel**

Para el análisis sensorial de los productos se contó con un panel de jueces entrenados tanto en las pruebas de generación del QDA, como en las pruebas preliminares de análisis con TDS (en las que desconocían los productos que fueron finalmente seleccionados). Se trata de un panel interno, formado por personal del IMIDRA.

El panel en cuestión está compuesto por 13 personas, 9 mujeres y 4 hombres, cuyas edades están comprendidas entre los 30 y los 60 años. Son personas seleccionadas y entrenadas de forma genérica según las normativas ASTM (1981), ISO 8586 (2014) e ISO 6658 (2019) con un mínimo de experiencia de dos años en la generación de perfiles descriptivos cuantitativos de diversos productos alimentarios.

#### **3.2 Generación del perfil descriptivo**

Se hizo un estudio para la selección de los productos a usar en este proyecto, el cual consistía en seleccionar los más adecuados para llevar a cabo un maridaje de chocolate con 4 bebidas (vino, cerveza, café y vermut). Para ello, se disponía de varias opciones, todas ellas de la Comunidad de Madrid:

- Chocolate: 4 chocolates de la empresa Chocolates La Colonial de Eureka, Madrid, España.
- Vino: 2 vinos tintos de la empresa de Vinos Jeromín, y Bodegas del Nero Madrid, España.
- Cerveza: 3 cervezas de la empresa Cervezas la Cibeles S.L., Madrid, España.
- Café: 3 cafés de la empresa SUPRACAFE S.A., Madrid, España.
- Vermut: 2 vermutos rojos de la empresa Vermut Zecchini, Madrid, España.

Se llevó a cabo una generación del perfil descriptivo de cada producto, para su análisis sensorial, mediante un panel de catadores entrenados del IMIDRA. En una etapa previa a la cuantificación de los atributos se realizaron dos sesiones de discusión abierta entre los catadores para consensuar el perfil descriptivo adecuado para evaluar las muestras a estudiar. Por lo que el trabajo de este panel sirvió también para seleccionar los descriptores más apropiados para la técnica de TDS.

### 3.2.1 Instalaciones

Las catas para la generación de los perfiles descriptivos de los productos, y su posterior selección para el análisis con TDS, tuvieron lugar en la finca de El Encín, perteneciente al IMIDRA. Está ubicada en la Autovía del Noreste A-2 Km 38, 2, 28805. En Alcalá de Henares (Figura 36).

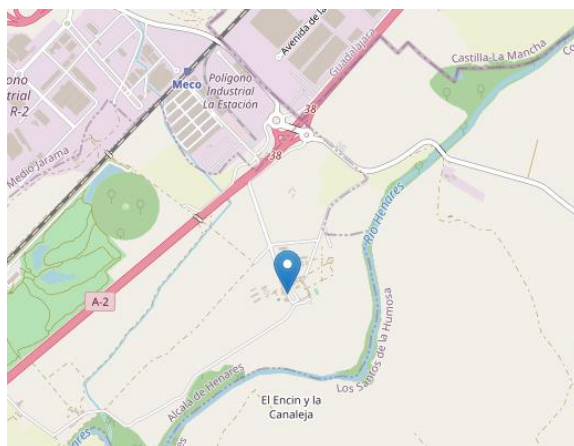


Figura 31. Ubicación instalaciones catas de generación de perfil descriptivo. Fuente: Finca El Encín - Alcalá de Henares, 2018.

Entre sus instalaciones, se encuentra el Laboratorio alimentario, el cual presta servicios analíticos orientados al sector agroalimentario. De hecho, En el IMIDRA tiene su sede el "Panel Oficial de Catadores de Aceite de Oliva Virgen de la Comunidad de Madrid" (Autorizado por el Ministerio para catas en la UE), el cual permite la realización de catas oficiales de aceite de oliva virgen.

Este laboratorio y sala de catas tienen como objetivo cubrir las demandas de Consejos Reguladores, bodegas y almazaras particulares además de Organismos Públicos. El laboratorio está acreditado según la norma UNE/EN/ISO/IEC 17.025 para análisis fisicoquímico de vinos y para análisis fisicoquímico y organoléptico de aceite de oliva (Acreditación nº 402/LE868) (Finca El Encín - Alcalá de Henares, 2018). Dicho laboratorio colabora en diferentes proyectos de investigación del IMIDRA referentes a vinos y aceite de oliva, entre otros, el presente.

### 3.2.2 Perfil descriptivo del chocolate

Las muestras a evaluar fueron 4 tipos de chocolates negros, con distintos porcentajes de cacao en su composición, de la empresa Chocolates La Colonial de Eureka: Chocolate negro extrafino, chocolate negro 72% de cacao, chocolate negro 72% de cacao sin azúcares añadidos y chocolate negro 85% de cacao. Dichas muestras se codificaron con un código aleatorio de tres cifras (Tabla 2).

Tabla 2. Codificación de las muestras para las sesiones de generación de atributos.

<b>A (186):</b>	Chocolate negro extrafino
<b>B (914):</b>	Chocolate negro 72% de cacao
<b>C (381):</b>	Chocolate negro 72% de cacao sin azúcares añadidos
<b>D (504):</b>	Chocolate negro 85% de cacao

En las dos sesiones abiertas de generación de atributos se siguió un diseño de bloques completos, equilibrando el posible efecto del orden de presentación de las muestras mediante un cuadrado latino de Williams (Oberrauter et al., 2018).

Tabla 3. Orden de presentación de las muestras según la sesión.

MUESTRAS				SESIÓN
B	C	A	D	1
C	D	B	A	2

- Caracterización sensorial chocolate: cata abierta

En la cata abierta se generaron una serie de descriptores con los jueces, que definían a cada producto, tanto la fase olfativa como en la gustativa. Los atributos seleccionados fueron aquellos que más habían repetido los catadores en las sesiones 1 y 2. En este caso, los más repetidos fueron amargo, astringente, dulce, fundente, vegetal y espeso/cuerpo. Y serán éstos los que formarán parte del TDS, para todas las sesiones, ya que el chocolate es el elemento común para todas las bebidas.

Tabla 4. Generación de atributos para el perfil descriptivo de muestras de chocolate en las dos sesiones.

SESIÓN 1	Sabor/aroma/sensación	Textura
914, 381, 186 y 504	Amargo, dulce, intenso, vainilla, agradable, (suave), astringente	Arenoso, cremoso, homogéneo, fundente, blando, firme, graso, dureza media
SESIÓN 2	Sabor/aroma/sensación	Textura
381, 504, 914 y 186	Amargo, dulce, intenso, graso, vainilla, astringente, cremoso	Cremoso, fundente, crujiente, blando, homogéneo, arenoso, duro, untuoso, friable, suave

- Caracterización y cuantificación de atributos de chocolate

Los atributos para las mismas muestras generados en consenso en las sesiones anteriores fueron: intensidad general, amargor, acidez, astringencia, dulzor,

vainilla y vegetal para el caso del sabor/flavor. En el caso de la textura, los atributos consensuados fueron: dureza, cremosidad, fundente/graso, arenoso y friable (desmenuzable). En la tabla 5 se muestran los aspectos evaluados en las sesiones descriptivas cuantitativas (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) para las distintas muestras de chocolate.

Tabla 5. Atributos seleccionados para la caracterización sensorial (QDA) del chocolate.

OLFATO-GUSTATIVA	TEXTURA
<p style="text-align: center;">Acidez Amargo Astringencia Dulzor Intensidad general Vainilla Vegetal</p>	<p style="text-align: center;">Arenoso Cremosidad Dureza Fundente/graso Friable</p>

Los atributos incluidos en el perfil descriptivo se cuantificaron mediante una escala no estructurada (Amerine et al., 1965) en la que 0 indicaba ausencia y 10 la máxima intensidad del atributo.

Los distintos chocolates se presentaron a los jueces en platos blancos pequeños de plástico a una temperatura de  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$  en onzas de  $5 \pm 1$  gr. Cada muestra iba identificada con un código aleatorio de tres cifras (Tabla 6).

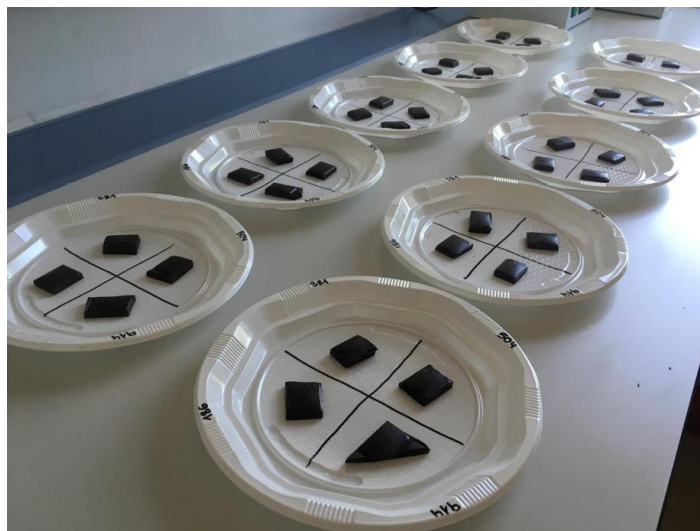


Figura 32. Presentación de las muestras de chocolate en las distintas sesiones.

Para todos los productos a evaluar (chocolate, vino, cerveza, café y vermut), las diferentes sesiones se realizaron en una sala de degustación con cabinas normalizadas (UNE, 1979) a  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  bajo luz blanca. Cada catador disponía de agua mineral natural y picos de pan para enjuagarse el paladar entre muestra y muestra.

Se realizaron 3 sesiones de degustación siguiendo un diseño de bloques completos y equilibrando el posible efecto del orden de presentación de las muestras mediante un cuadrado latino de Williams (Oberrauter, 2018), como se indica en la tabla 6.

Para analizar estadísticamente los datos obtenidos en esas catas se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y un test de comparación de medias (Tukey).

Tabla 6. Codificación de las muestras para las sesiones de cuantificación de atributos.

<b>A (279):</b>	Chocolate negro extrafino
<b>B (471):</b>	Chocolate negro 72% de cacao
<b>C (837):</b>	Chocolate negro 72% de cacao sin azúcares añadidos
<b>D (611):</b>	Chocolate negro 85% de cacao

Tabla 7. Orden de presentación de las muestras mediante cuadrado latino según cada sesión y catador.

<b>Sesión 1 (10:00)</b>				
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 1
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 2
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 3
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 4
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 5
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 6
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 7
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 8
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 9
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 10
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 11
<b>Sesión 2 (11:00)</b>				
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 1
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 2
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 3
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 4
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 5
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 6
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 7
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 8
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 9
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 10
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 11

Sesión 3 (12:00)				
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 1
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 2
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 3
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 4
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 5
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 6
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 7
B (471)	C (837)	D (611)	A (279)	Juez 8
C (837)	D (611)	A (279)	B (471)	Juez 9
D (611)	A (279)	B (471)	C (837)	Juez 10
A (279)	B (471)	C (837)	D (611)	Juez 11

### 3.2.3 Perfil descriptivo del vino

Las muestras a evaluar fueron 2 tipos de vinos tintos, de distinta elaboración, de la empresa *Vinos Jeromín*: Vino cepas viejas y Bodegas del Nero: Vino Valdeliceda.

Para la generación del perfil descriptivo y la caracterización y cuantificación de atributos se procedió del mismo modo que con el chocolate.

- Generación de perfil descriptivo de muestras de vino  
En el proceso de generación de atributos, finalmente fueron seleccionados aquellos atributos más repetidos por los catadores en las sesiones 1 y 2. En este caso, los más repetidos fueron alcohol, frutos rojos, fruta madura y ácido. Y serán éstos los que formarán parte del TDS.
- Caracterización y cuantificación de atributos de vino  
Los atributos para las muestras generados en consenso en ambas sesiones anteriores fueron: Frutos rojos y negros, fruta madura, herbáceo/vegetal, vainilla, regaliz, pimienta, lácteo, madera y alcohol para el caso del aroma. En el caso del sabor y sensaciones bucales, los atributos consensuados fueron: amargo, ácido, dulce, astringente y cuerpo.

Los distintos vinos se presentaron a los jueces en vasos de vidrio negro a una temperatura de  $16 \pm 2^\circ\text{C}$  con una cantidad de 50 ml. Cada muestra iba identificada con un código aleatorio de tres cifras.



Figura 33. Presentación de las muestras de vino en las distintas sesiones.

### 3.2.4 Perfil descriptivo de la cerveza

Las muestras a evaluar fueron 3 tipos de cervezas, con distintas fórmulas en su composición, de la empresa *Cervezas la Cibeles S.L.*: Strong Ale, Imperial IPA y Morena.

Para la generación del perfil descriptivo y la caracterización y cuantificación de atributos se procedió del mismo modo que con el chocolate.

- Generación de perfil descriptivo de muestras de cerveza  
Se generaron una serie de descriptores en las discusiones abiertas con los jueces que definían a cada producto, tanto en la fase olfativa como en la gustativa. Finalmente fueron seleccionados aquellos atributos más repetidos por los catadores en las sesiones 1 y 2. En este caso, los más repetidos fueron tostado, regaliz, cereal y lúpulo. Y serán éstos los que formarán parte del TDS.
- Caracterización y cuantificación de atributos de cerveza  
Los atributos para las muestras generados en consenso en las sesiones anteriores fueron: Lúpulo, herbáceo/vegetal, floral, afrutado, miel/caramelo, tostado/torrefacto, regaliz e intensidad general para el caso del aroma. En el caso del sabor y sensaciones bucales, los atributos consensuados fueron: dulce, amargo y cuerpo.

Las distintas cervezas se presentaron a los jueces en catavinos de vidrio negro para no condicionar con el color de la misma, ya que alguna cerveza como la tostada posea un color muy característico; a una temperatura de  $8 \pm 2^\circ\text{C}$  y con una cantidad de 50 ml.



Figura 34. Presentación de las muestras de cerveza en las distintas sesiones.

### 3.2.5 Perfil descriptivo del café

Las muestras a evaluar fueron 3 tipos de cafés, de diferentes orígenes y/o variedades, de la empresa *SUPRACAFE S.A.*: Colombia Caturro, Colombia Típica y Colombia AAplus.

Para la generación del perfil descriptivo y la caracterización y cuantificación de atributos se procedió del mismo modo que con el chocolate.

- Generación de perfil descriptivo de muestras de café  
Se generaron una serie de descriptores en las discusiones abiertas con los jueces que definían a cada producto, tanto en la fase olfativa como en la gustativa. Finalmente fueron seleccionados aquellos atributos más repetidos por los catadores en las sesiones 1 y 2. En este caso, los más repetidos fueron tostado, ácido, afrutado y caramelo. Y serán éstos los que formarán parte del TDS.
- Caracterización y cuantificación de atributos de café  
Los atributos para las muestras generados en consenso en las sesiones anteriores fueron: intensidad, afrutado, caramelo, cacao, madera, tostado y vegetal para el caso del aroma. En el caso del sabor y las sensaciones bucales, los atributos consensuados fueron: amargo, ácido y cuerpo.

Los distintos cafés se elaboraron siguiendo las directrices de la Specialty Coffee Association (SCA 2014), cuyo ratio agua/café fue: 8,5 gr de café por cada 150ml de agua mineral *Font Vella*. El café salía de la cafetera de filtro a  $76^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se presentaron a los jueces en tazas de porcelana a una temperatura de  $49^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una cantidad de 50 ml.



Figura 35. Presentación de las muestras de café en las distintas sesiones.

### 3.2.6 Perfil descriptivo del vermut

Las muestras a evaluar fueron 2 tipos de vermutos rojos, con distintas fórmulas en su composición, de la empresa *Vermut Zecchini*: Vermut rojo fórmula tradicional y vermut rojo fórmula original.

Para la generación del perfil descriptivo y la caracterización y cuantificación de atributos se procedió del mismo modo que con el chocolate.

- Generación de perfil descriptivo de muestras de vermut  
Se generaron una serie de descriptores en las discusiones abiertas con los jueces que definían a cada producto, tanto en la fase olfativa como en la gustativa. Finalmente fueron seleccionados aquellos atributos más repetidos por los catadores en las sesiones 1 y 2. En este caso, los más repetidos fueron caramelo, alcohol, canela y vainilla. Y serán éstos los que formarán parte del TDS.
- Caracterización y cuantificación de atributos de vermut  
Los atributos para las muestras generados en consenso en las sesiones anteriores fueron: Canela, clavo, caramelo, herbáceo/vegetal, afrutado, alcohol para el caso del aroma. En el caso del sabor y sensaciones bucales, los atributos consensuados fueron: dulce, amargo y astringente.

Los distintos vermutos se presentaron a los jueces en vasos de vidrio transparente a una temperatura de  $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una cantidad de 50 ml.



Figura 36. Presentación de las muestras de vermut en las distintas sesiones.

### 3.3 Cata TDS

Una vez seleccionados los productos y los atributos sensoriales para la siguiente fase del proyecto, se procedió a realizar el análisis con TDS.

Como se ha mencionado anteriormente, el TDS (Temporal Dominance of Sensations) es un método dinámico de análisis sensorial que permite estudiar la evolución de los atributos dominantes en el proceso de ingesta de un alimento o una bebida durante un período de tiempo determinado (Schlich y Pineau, 2017).

Para llevarlo a cabo, se utilizó el mismo panel de catadores entrenados del IMIDRA de la fase anterior (Generación del perfil descriptivo), y en esta fase acudieron sus 13 miembros. El panel en cuestión está compuesto 9 mujeres y 4 hombres, cuyas edades están comprendidas entre los 30 y los 60 años.

Hay que mencionar que estos jueces desconocían los productos que fueron seleccionados finalmente para su evaluación con TDS.

#### 3.3.1 Instalaciones

El estudio fue realizado en la sala de catas del Centro de Innovación Gastronómica de Madrid en la calle Marqués de Zurgena, 2.



Figura 37. Localización de la sala de catas. Fuente: Centro de Innovación Gastronómica, 2021.

La sala de catas es un espacio de encuentro para profesionales y divulgadores con cabinas para 12 catadores y espacio para público especializado (Figura 43).



Figura 38. Sala de catas del CIG. Foto tomada durante el estudio a los catadores entrenados.

### 3.3.2 Pandemia

El desarrollo de este proyecto fue realizado durante la época en la que había una pandemia por el virus del COVID-19. Debido a esto, se presentaron una serie de dificultades que interfirieron durante la realización de ciertas actividades, especialmente, en las catas. Hubo que tomar medidas de seguridad, las cuales retrasaron los tiempos de obtención de resultados. Ya que, en lugar de acudir los 12 panelistas y cubrir todas las plazas de la sala de catas, hubo que dividirlos en varios grupos, lo que implicaban más sesiones y cumplir con las reglas sanitarias para evitar cualquier posible riesgo para la salud de los panelistas.

Para seguir con este objetivo, cada juez tenía asignado un puesto que se mantenía durante cada cata y cada sesión, es decir, no se compartía. Además, cada cabina estaba separada entre sí por distancia de seguridad y se limpiaban y desinfectaban después de cada sesión. Todos los materiales empleados (tablets, vasos, recipientes, ...) se limpiaban también después de cada uso y otros eran desechables (servilletas y vasos de agua).

### 3.3.3 Atributos, definición y preparación del panel para la técnica TDS.

Hubo que entrenar a los jueces previamente para que comprendieran el funcionamiento del método, el software, y para que se familiarizaran con el vocabulario que encontrarían durante las catas. Para ello, se elaboró una lista de 10 atributos por bebida (como recomendaban Pineau y Schilch, 2015, estando alrededor de 10 y siendo menos de 12). Estos atributos, previamente elegidos en la generación del perfil descriptivo, se definieron de la siguiente forma:

- Sabores:
  - Ácido: aquel sabor que se puede identificar también con el agrio (Colorado y Rivera, 2021). Su referencia es una solución de un ácido como el cítrico (Molina, 2011).
  - Amargo: aquel sabor cuya referencia es la quinina, y es detectable en las papilas gustativas de la parte posterior de la lengua (Colorado y Rivera, 2021). Se identifica con soluciones de cafeína (Molina, 2011).
  - Dulce: aquel sabor básico que recuerda a la sacarosa o glucosa en ciertos alimentos (Galmarini et al., 2016; Colorado y Rivera, 2021).
  
- Aromas y otros:
  - Afrutado: que recuerda a la sensación, tanto olfativa como gustativa, de una fruta (Diccionario Enciclopédico Español online, 2021). Se pueden distinguir varios aromas afrutados como el cítrico, el de frutas de hueso como el albaricoque o melocotón, o el tropical de la piña (Wine&Spirit Education Trust, 2012).
  - Alcohol: sensación trigeminal, es decir, que se percibe como irritante o agresiva en la cavidad bucal. En este caso de tipo ardiente (Galmarini et al., 2016; Molina, 2011).
  - Astringente: es aquella sensación quinesésica, táctil, de rugosidad, aspereza y sequedad en los tejidos de la boca debido a la interacción de ciertos compuestos de un alimento con proteínas de la saliva (Galmarini et al., 2016; Colorado y Rivera, 2021).
  - Canela: aroma que se clasifica dentro de las especias dulces (Wine&Spirit Education Trust, 2012), proveniente de la corteza del canelo (Molina, 2011).
  - Caramelo: que recuerda al azúcar de caña hecho almíbar y endurecido sin cristalizar (Diccionario Enciclopédico Español online, 2021).
  - Cereal: esa sensación farinácea, ya sea proveniente del trigo, maíz, cebada, avena, centeno, ... (Diccionario Enciclopédico Español online, 2021).

- Espeso/cuerpo: aquella sustancia que se percibe como densa y con peso en la cavidad bucal.
- Fruta madura: ese aroma que se percibe a fruta que no está verde (CataDelVino, 2014).
- Frutos rojos: aquel aroma que recuerda a frutos del bosque (Fernández, 2018; Galmarini et al., 2016).
- Fundente: sensación que se tiene si la muestra alimentaria forma una pasta con la saliva y funde continuamente dando una percepción de presencia en la boca, como con el caramelo blando (Molina, 2011).
- Lúpulo: que recuerda a la planta empleada para aromatizar la cerveza (Diccionario Enciclopédico Español online, 2021). Se caracteriza por ser una especia pungente, con trasfondo herbáceo (Wine&Spirit Education Trust, 2012).
- Regaliz: aroma proveniente del grupo de las especias dulces.
- Tostado: tipo de aroma empírico que recuerda las notas ahumadas del azúcar quemado, humo, yodo, ... (Molina, 2011).
- Vainilla: fragancia balsámica, dulce y profunda que puede asociarse a la madera. Se clasifica dentro de las especias dulces (Wine&Spirit Education Trust, 2012).
- Vegetal: aquella sensación que recuerda a las plantas y verduras frescas (Galmarini et al., 2016; Diccionario Enciclopédico Español online, 2021).

Una vez estaban claros dichos términos, se podía proceder con la cata. Hay que mencionar que, como parte del entrenamiento, se les propuso realizar una primera cata con agua y picos de pan como una primera toma de contacto que ayudaría a la familiarización de los atributos y del método de TDS, la cual no se tuvo en cuenta para el análisis posterior de los resultados. Y el procedimiento a seguir era el mismo que con el chocolate y las 4 bebidas.

El estudio se realizó en dos sesiones de dos días distintos durante dos semanas. En cada una de las sesiones los 13 jueces probaban el maridaje de cada una de las bebidas con el chocolate en 3 rondas. Entre un maridaje y otro se dejó una hora de descanso. La presentación del chocolate se hizo de manera que cada panelista tuviera 3 onzas individuales por cada bebida.

En la evaluación de los maridajes del chocolate con las cuatro bebidas, no se evalúan las bebidas, sino su efecto sobre los atributos percibidos del chocolate. Por tanto, los atributos para cada maridaje serán diferentes. De los 10 atributos, 6 de ellos son comunes para todos, y 4 específicos dependiendo de la bebida, quedando de la siguiente forma:

- Chocolate + Vino: Amargo, astringente, dulce, fundente, vegetal, espeso/cuerpo, alcohol, frutos rojos, fruta madura, ácido.
- Chocolate + Cerveza: Amargo, astringente, dulce, fundente, vegetal, espeso/cuerpo, tostado, regaliz, cereal, lúpulo.
- Chocolate + Café: Amargo, astringente, dulce, fundente, vegetal, espeso/cuerpo, tostado, ácido, afrutado, caramelo.
- Chocolate + Vermut: Amargo, astringente, dulce, fundente, vegetal, espeso/cuerpo, caramelo, alcohol, canela, vainilla.

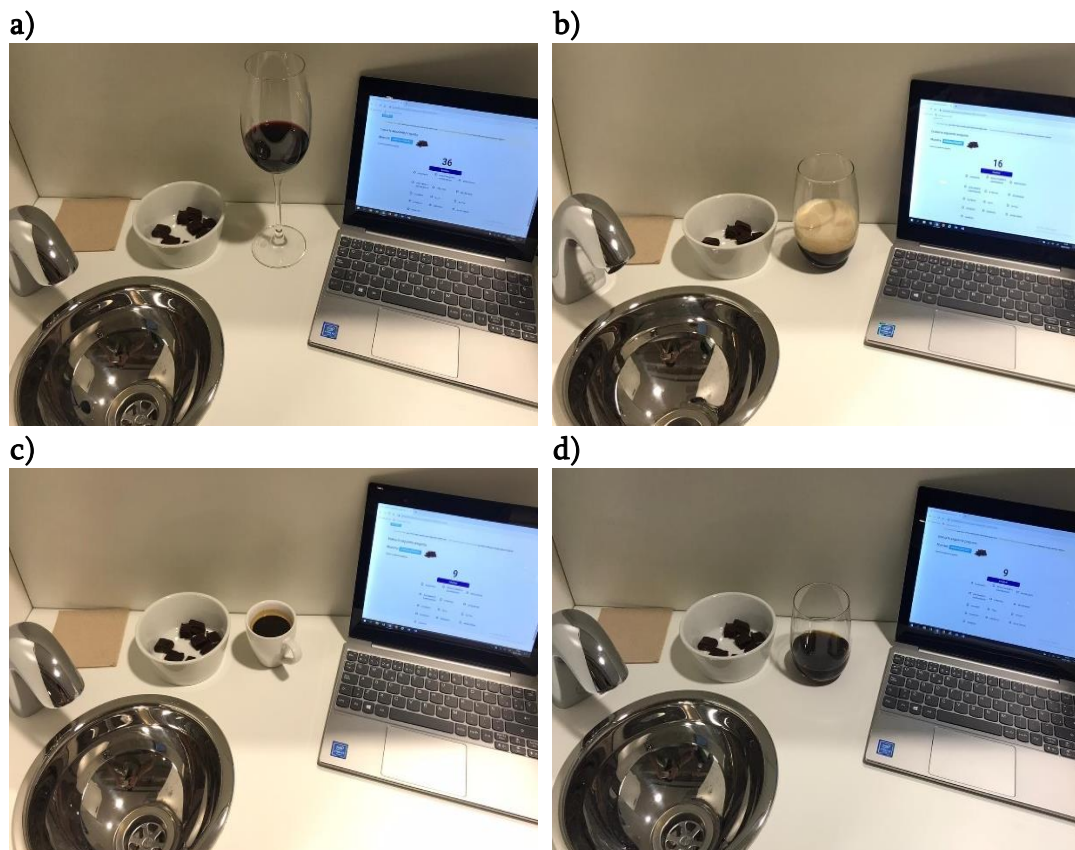


Figura 39. Maridajes presentados a los panelistas: a) Vino; b) Cerveza; c) Café y d) Vermut. Fotos tomadas en la preparación de las catas TDS.

### 3.3.4 Servicio de las muestras

Se estableció un orden para equilibrar el orden de las bebidas (Tabla 8).

Tabla 8. Orden de los maridajes en cada sesión.

	Sesión 1 (16/02/2021)	Sesión 2 (23/02/2021)
Maridaje de chocolate con	Vino	Vermut
	Café	Cerveza
	Cerveza	Café
	Vermut	Vino

En cuanto al chocolate, se servía a una temperatura de  $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , presentándose 3 onzas del mismo, siendo cada onza de  $5 \pm 1$  gr.

En el caso del vino, era servido a una temperatura de  $16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , unos 100 ml por copa. La cerveza fue servida a  $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  en una copa propia de esta bebida. Se les presentó a los jueces 100 mL de la misma.

El café se comercializa en grano en paquetes. Por lo que, para cada sesión, se hacía una nueva molienda. Moliendo 8,5 gr de café por cada 150 mL de agua. El café salía de la cafetera de filtro a  $72^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se presentaba a los jueces en tazas de ristretto de porcelana a una temperatura de  $60^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una cantidad de 60 ml.

El vermut se sirvió a  $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$  en un vaso de vermut. Con 60 ml del mismo para cada juez.



Figura 40. Sala de catas del CIG.

Foto tomada durante el estudio a los catadores entrenados bajo su aceptación.

### 3.3.5 Protocolo de TDS y ensayo

En cada cabina se encontraba una tablet de la marca Lenovo (Lenovo Group Limited, Pekín, China) con el software Sensesbit (Tastelab, Lugo, España). En la Figura 46 se muestra cómo era la disposición de las mesas de los catadores con todos lo necesario para la cata. Estaba el elemento común de todas las sesiones, el chocolate, presentándose 3 onzas del mismo en un cubilete de cerámica. Por otro lado, estaba la bebida en cuestión, y un vaso de agua para que pudieran enjuagarse la boca al principio o al final de la cata, si así lo deseaban, pero bajo ningún concepto podían beberla durante la cata, ya que, al hacerlo, estarían limpiando los restos de chocolate o de las bebidas que debían de interactuar en el estudio. De hecho, según Camacho et al. (2014), después de cada ingesta, el ambiente y las condiciones de la boca (pH, mecanorreceptores, propiedades, composición de la saliva, ...) son modificados por los residuos alimentarios que van cubriendo progresivamente la mucosa oral. Y este recubrimiento bucal afecta directamente en las sensaciones y percepciones de la siguiente ingesta.



Figura 41. Cabina individual de análisis sensorial. Sala de catas del CIG.

Se avisaba a los catadores de que no debían ingerir ningún alimento o bebida ni fumar al menos media hora antes de las catas, no obstante, se les recomendaba enjuagarse la boca con agua para quitarse cualquier resto o sabor que pudiera perturbar la percepción durante el maridaje del chocolate con la bebida. En primer lugar, se les entrenó para que se familiarizaran con el software y entendieran su funcionamiento. Se siguió el mismo procedimiento que harían con el chocolate y las bebidas, pero con picos de pan el lugar de chocolate, y agua en lugar de las bebidas. De esta cata no se usaron los resultados para los posteriores resultados.

Para comenzar con la cata TDS, en la primera pantalla de la tablet, tenían que escribir el código de la bebida que se fuera a catar. Ya fuera "vino", "café", "cerveza", o "vermut". Luego, debían de introducirse una de las onzas de chocolate en la boca, en dos mordiscos, asegurándose de que el alimento ocupaba toda la cavidad bucal. Con la tablet, continuamente a su disposición, era en este momento cuando debían de presionar el botón que ponía "START" y el tiempo empezaría a correr. Ante ellos verían una pantalla con los atributos correspondientes al chocolate y a la bebida (Figura 47), y durante 40 segundos debían de ir seleccionando aquel atributo que más llamara su atención en ese momento, que no tenía por qué ser el más intenso, eran libres de repetirlo las veces que quisieran durante la cata y durante el tiempo que consideraran que se seguía manteniendo como dominante.

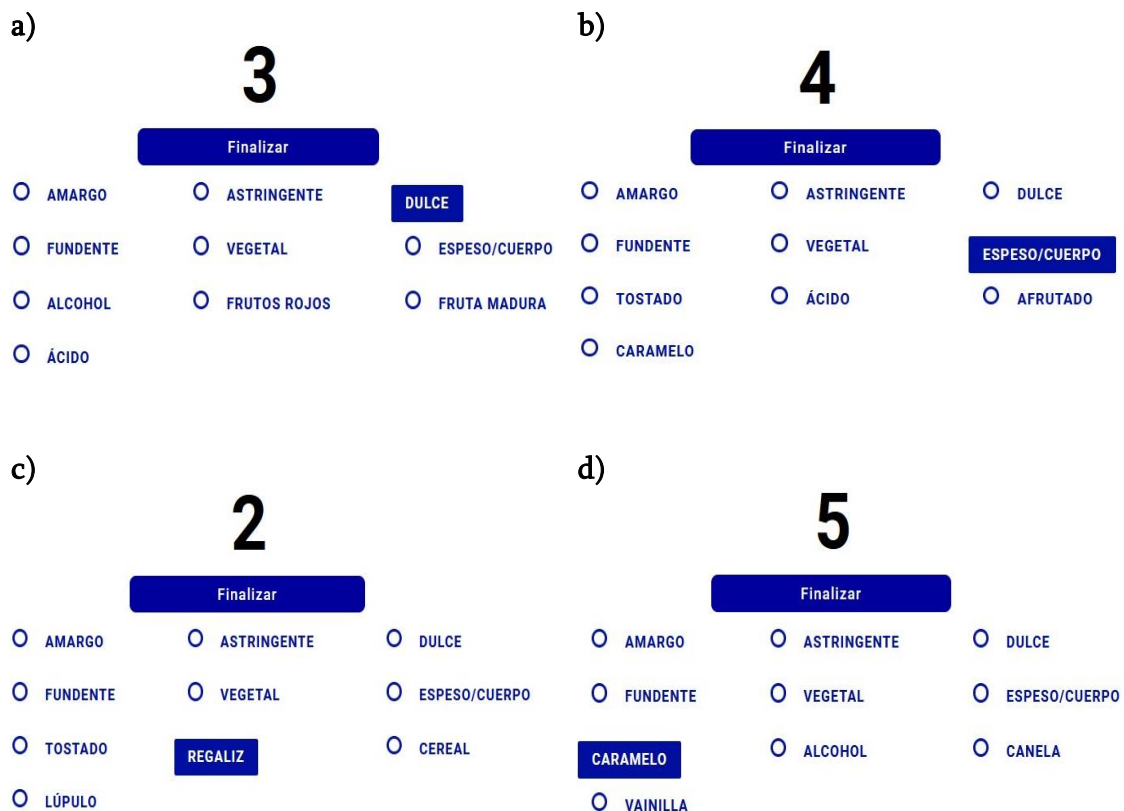


Figura 42. Pantalla con atributos del chocolate y las diferentes bebidas: a) Vino; b) Cerveza; c) Café y d) Vermut.

Pasados los 40 segundos el tiempo se detenía.

Para la segunda ronda, disponían de 15 segundos (podían emplear más tiempo si lo deseaban) para dar unos sorbos de la bebida de esa cata, asegurándose de que les llenaba toda la boca (Figura 48).

## Toma Un Sorbo De Vino

---



Figura 43. Imagen de la pantalla para tomar un sorbo de la bebida.

Una vez lo hubieran tragado, se procedía a comer la onza de chocolate de nuevo en dos mordiscos, y activar el software con el botón START, identificando las sensaciones que más llamaban su atención en cada momento dado hasta que acabara el tiempo. No se les permitía beber agua mientras se estaba realizando la prueba TDS.

Por último, se llegaba a la tercera ronda, en la que el procedimiento era el mismo que en la segunda. Primeramente, debían de dar unos sorbos de la bebida, para después ingerir la onza de chocolate en dos mordiscos. Entonces presionar el botón START y proceder a señalar los atributos que más llamaban su atención durante cada momento de la cata. El protocolo desarrollado durante la cata se muestra en la Figura 49.

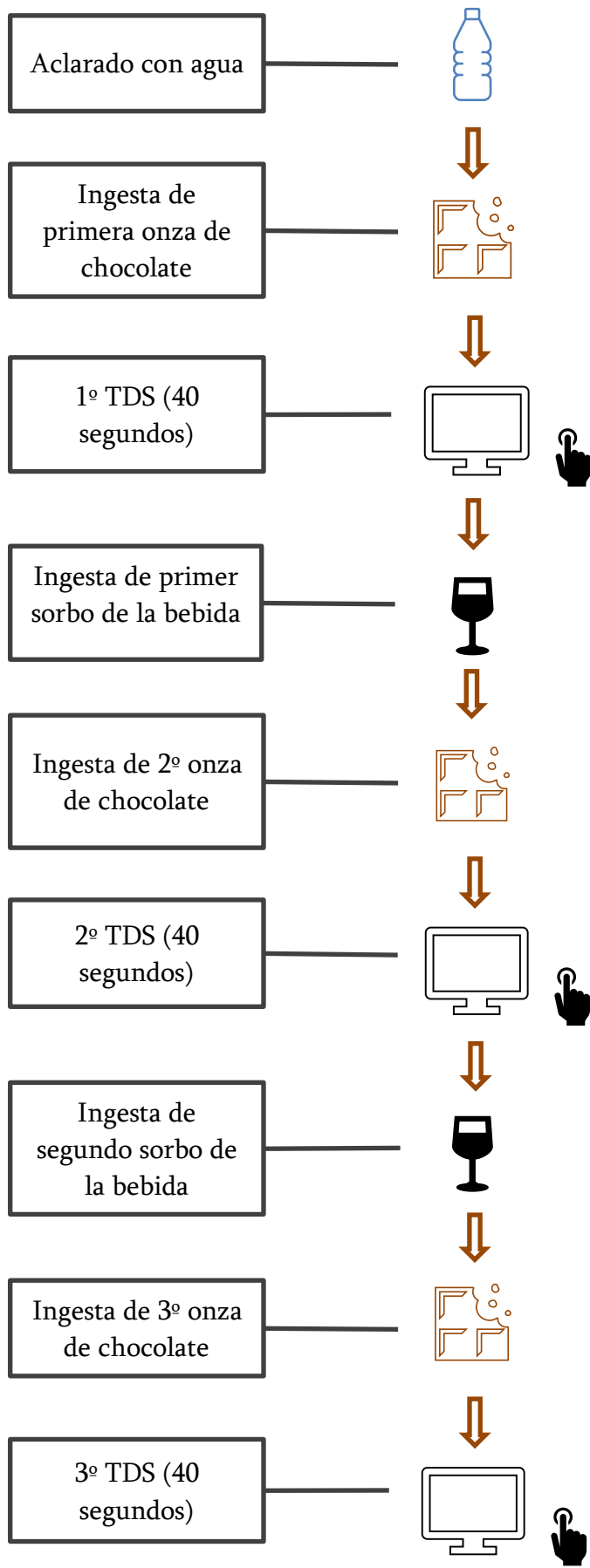


Figura 44. Protocolo de evaluación de los maridajes.

### 3.3.6 Alcohol y consentimiento informado

Debido a que los maridajes incluían bebidas alcohólicas, se advirtió a los catadores mediante la firma de un consentimiento informado sobre el consumo responsable. Según lo indicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda consumir al día no más de 20 gramos de alcohol en personas adultas y sanas.

Estas recomendaciones son de carácter orientativo, ya que la ingesta de bebidas alcohólicas no afecta por igual a todas las personas influyendo diversos factores como el peso, el sexo, la edad, el consumo previo de alimentos, la forma en que se produce dicho consumo, etc.

Las cantidades servidas por bebida fueron:

- Vino: 100 mL, pero consumidos por cada juez, de media, eran únicamente 42,5 mL.
- Cerveza: 100 mL de cerveza a cada catador, se estimó de media, que cada juez llegaba a ingerir unos 42,5 mL.
- Café: 60 mL de café para cada juez, de los que se consumían unos 25,5, mL.
- Vermut: 60 mL y se llegaban a consumir cerca de 25,5 mL.

## 4. RESULTADOS

Mediante el panel de jueces entrenados, en diferentes tipos de catas, se obtuvieron una serie de resultados tanto del perfil descriptivo de los productos para este estudio, como su posterior análisis mediante la técnica TDS de maridaje con chocolate y diferentes bebidas.

### 4.1 Resultado del QDA de los productos

La caracterización de los productos permite obtener una visión de su perfil descriptivo, y aquellos atributos más significativos de cada uno de ellos. Y, así, de esta manera, poder encontrar rápidamente las características principales de cada uno. Para ello se ha utilizado la herramienta Caracterización de productos del programa XLSTAT, que emplea diferentes métodos estadísticos, como las medias ajustadas por producto, análisis de la varianza, análisis de componentes principales y potencia discriminatorias por descriptor (entre otros). Todo ello nos permite interpretar los datos obtenidos fácilmente.

Los datos que se muestran a continuación corresponden a las pruebas sensoriales de cada uno de los productos (chocolate, vino, cerveza, café y vermut) que fueron sometidos a una caracterización sensorial por parte de 11 jueces entrenados.

Las figuras insertadas en este apartado hacen referencia a los resultados obtenidos de los productos seleccionados para las catas de TDS. Aquellos atributos que comienzan por la letra “A” son aromas, la “S” hace referencia a sabores y sensaciones bucales y la “T” corresponde a textura.

#### 4.1.1 Caracterización del chocolate

Se analizaron cuatro muestras de chocolate tal como se describe en la Tabla 6. La Tabla 9 contiene los atributos del chocolate, en orden desde el que posee el poder de discriminación más alto, al que lo tiene más bajo.

En la Tabla 9 se pueden observar los atributos estadísticamente significativos entre productos. Aquellos cuyo p-valor es menor que 0,05 son estadísticamente significativos para un nivel de significación de 0,05. Se observa que todos los atributos de sabor, excepto el sabor vegetal, son discriminativos entre las muestras, al igual que lo es la textura arenosa. El resto de atributos no discriminan significativamente las muestras de chocolate.

Tabla 9. Poder discriminatorio por descriptor.

Descriptor	Valores-test	valores-p
SAMARGO	7,239	0,000
SASTRINGENTE	7,213	0,000
SDULZOR	7,144	0,000
SINTENS GEN	6,002	0,000
SVAINILLA	5,753	0,000
SACIDEZ	2,339	0,010
TARENOSO	2,296	0,011
TDUREZA	1,241	0,107
TFUNDENTE	1,037	0,150
SVEGETAL	0,259	0,398
TCREMOSIDAD	0,093	0,463
TFRIABLE	-0,575	0,717

La codificación de los atributos se encuentra en la Tabla 5.

El siguiente gráfico (Figura 50), representa la comparación con la media de los atributos del chocolate finalmente seleccionado para la segunda fase del estudio, es decir, la cata TDS. El color azul representa los atributos con una media estimada significativamente superior a los demás, y el color rojo está asociado a atributos cuya media es significativamente menor en este chocolate que en el resto. Aquellos atributos que presentan una barra sin colorear no son estadísticamente significativos. Como se puede observar en la Figura 50, el chocolate 72% sin azúcares añadidos “72 sin”, destaca respecto a los demás por su mayor amargor y astringencia. Además, se puede afirmar que tiene más intensidad de sabor y textura arenosa. También es ligeramente más ácido y duro. Por otro lado, presenta menor dulzor y menor sabor a vainilla. Esta misma conclusión se puede extraer de la Tabla 10.

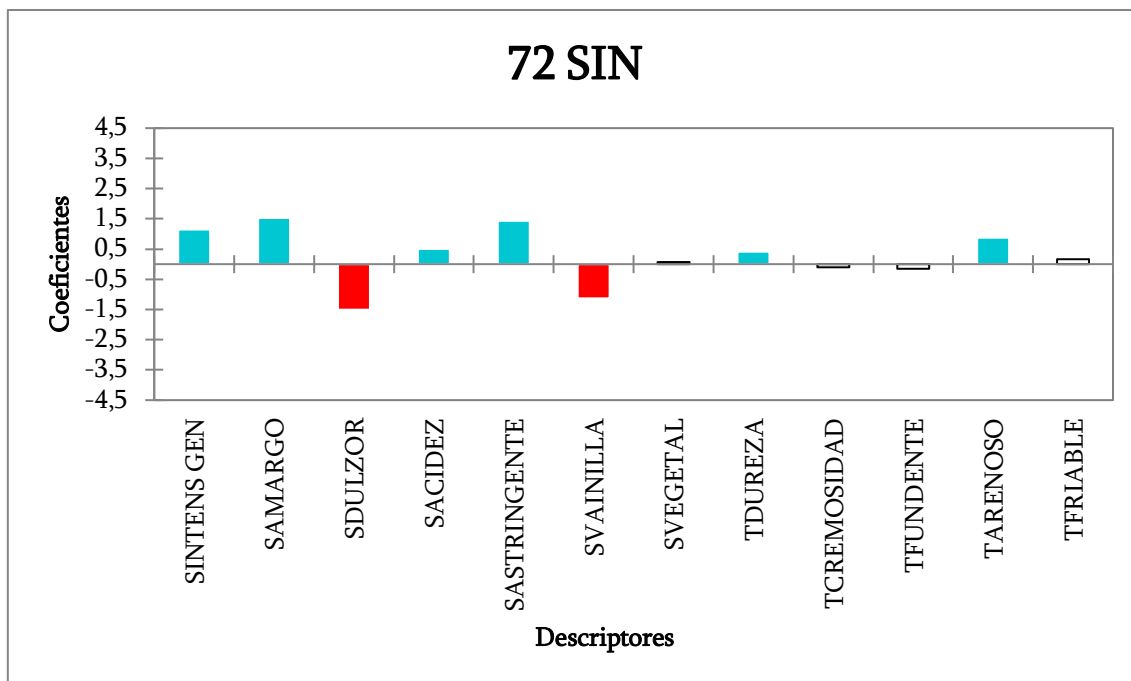


Figura 45. Representación de los atributos que discriminan el chocolate 72 SIN.

La Tabla 36 se corresponde con las medias ajustadas para cada combinación producto-atributo, marcándose con el color azul aquellas combinaciones de producto-atributo que corresponden a las medias que son significativamente superiores a la media global, y con el color rojo aquellas que corresponden a las medias que son significativamente inferiores a la media global.

Se ve rápidamente que el chocolate “72 sin” tiene una alta intensidad general, y un destacable sabor amargo. Por otro lado, el “52” es muy dulce.

Tabla 10. Medias ajustadas por producto y atributo (chocolate).

	72 SIN	72	85	52
SINTENS GEN	6,931	5,778	5,486	4,944
SAMARGO	6,125	4,778	4,458	3,028
SASTRINGENTE	4,458	3,000	2,806	1,833
SACIDEZ	2,944	2,333	2,486	2,000
TDUREZA	5,847	5,444	5,139	5,306
TFRIABLE	3,889	3,778	3,486	3,750
TARENOSO	4,833	3,264	3,708	4,028
SVEGETAL	2,181	1,861	1,986	2,417
TCREMOSIDAD	5,333	5,181	5,653	5,583
TFUNDETE	5,181	5,042	5,375	5,736
SVAINILLA	2,556	3,222	3,861	5,111
SDULZOR	4,500	5,833	6,153	7,542

Por los resultados obtenidos con este análisis, se llegó a la conclusión de que el chocolate que mejor encajaba para el estudio del TDS, y, que por tanto serviría para el maridaje con todas las bebidas, era el chocolate 72% sin azúcares añadidos (Figura 51).



Figura 46. Chocolate empleado en el estudio (CHOCOLATES LA COLONIAL DE EUREKA, 2020).

Este chocolate no tiene azúcares añadidos, está endulzada con edulcorantes, y sus ingredientes son: pasta de cacao, maltitol (28%), manteca de cacao, cacao en polvo desgrasado, emulgente (lectina de soja) y aroma (vainillina) (CHOCOLATES LA COLONIAL DE EUREKA, 2020).

Este producto destaca principalmente por ser un chocolate intenso, amargo, con una ligera acidez y astringencia. Cabe mencionar que fue elegido a pesar de su característica de tener una textura arenosa superior a la de otros productos, con una media de 4,8 sobre 10 (seguramente debido al uso de edulcorantes en lugar de azúcar, como el maltitol, que posiblemente cristalizaron y dieron esa sensación arenosa), ya que es un chocolate que tiene el típico perfil de un “chocolate negro tradicional”, cuya polivalencia para las combinaciones con otros alimentos, es clave para este estudio. Su selección se basó también en que era el chocolate que más se diferenciaba del resto en los diferentes atributos seleccionados.

#### 4.1.2 Caracterización del vino

Para la caracterización de los dos vinos contrastados descritos anteriormente, la Tabla 11 presenta los resultados del análisis estadístico. Se puede observar que los atributos que discriminan los vinos son el aroma a madera, la sensación de cuerpo, de astringencia y aroma lácteo.

Tabla 11. Resultados del análisis de los descriptores del vino.

Descriptores	Valores-test	valores-p
AMADERA	2,589	0,005
SCUERPO	2,446	0,007
SASTRINGENTE	2,059	0,020
ALACTEO	1,786	0,037
APIMIENTA	1,601	0,055
AFRUTOSROJOS	1,402	0,080
AFRUTAMADURA	0,246	0,403
SAMARGO	0,118	0,453
AALCOHOL	0,002	0,499
AVAINILLA	-0,394	0,653
SACIDO	-0,678	0,751
AREGALIZ	-0,845	0,801
AVEGETAL	-0,890	0,813
SDULCE	-1,519	0,936

El vino “Cepas viejas” se caracteriza frente al otro vino por presentar mayor intensidad de aroma a madera, sensación astringente y cuerpo (color azul) y menor intensidad de aroma lácteo (Figura 52). Las medias estimadas para cada vino y atributo se presentan en la Tabla 12.

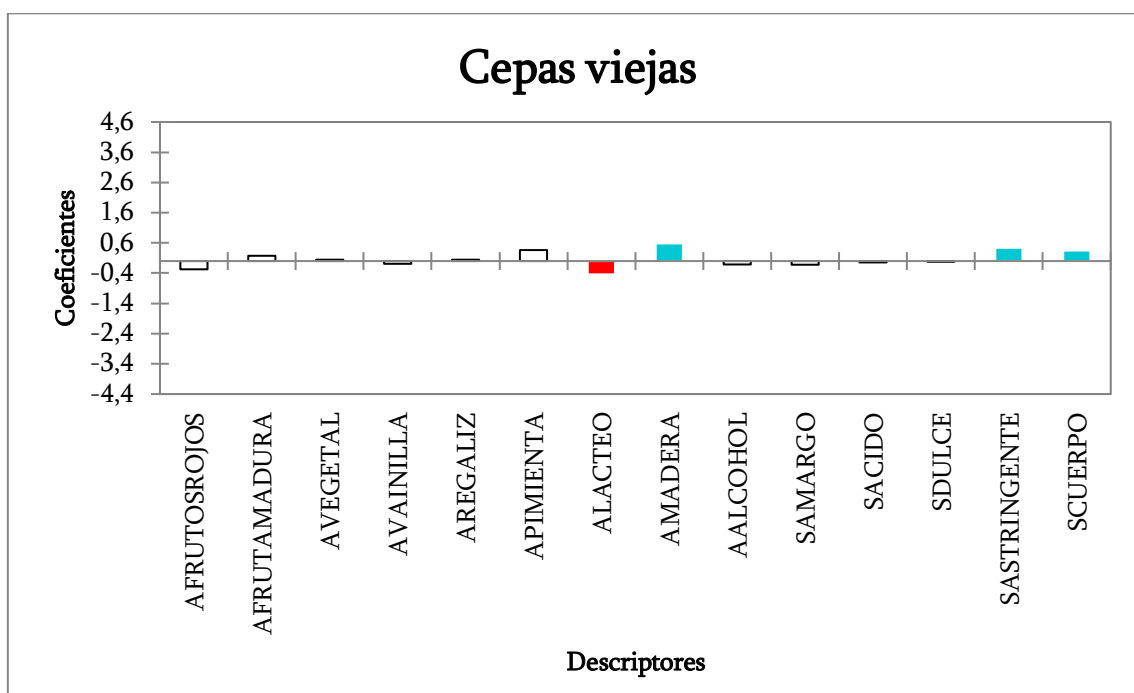


Figura 47. Representación de los atributos que discriminan el vino Cepas viejas

Tabla 12. Medias ajustadas por producto y atributo (vino).

	Valdeliceda	Cepas viejas
AFRUTOSROJOS	5,848	5,303
AVAINILLA	2,879	2,697
ALACTEO	3,545	2,667
AALCOHOL	5,136	4,909
SAMARGO	4,394	4,152
SACIDO	4,848	4,758
SDULCE	2,273	2,242
AVEGETAL	2,939	3,030
AREGALIZ	2,727	2,818
APIMIENTA	2,697	3,424
AMADERA	4,000	5,167
SASTRINGENTE	4,727	5,606
SCUERPO	5,030	5,727
AFRUTAMADURA	3,939	4,288

Según los resultados obtenidos, se decidió emplear el vino tinto “Cepas viejas” para llevar a cabo el maridaje con chocolate en el análisis mediante TDS. Los atributos que más destacan en este vino son su carácter astringente, la sensación de cuerpo que se produce en boca, y el aroma a madera. Por todo esto, se puede decir que es un vino con carácter fuerte, lo cual resulta óptimo para que, en el maridaje, no sea eclipsado por las sensaciones que produce el chocolate (el cual tiene también un carácter intenso) como sí que podría pasar con un vino más joven como Valdeliceda. Además, la astringencia en el vino contrarrestaría la sensación de graso del chocolate, lo cual produce una agradable sensación para el catador. Se trata de que estos productos armonicen en boca, y que ambos sean reconocibles.

Por estas razones el vino que se usará en este estudio es el vino tinto Cepas Viejas (Vinos Jeromín). Es un Reserva elaborado con uvas de Tempranillo (90%) y otras variedades (10%) de la Comunidad de Madrid. De hecho, posee la Denominación de Origen (DO) “Vinos de Madrid”. Se trata de la añada de 2016, de viñas con más de 60 años, criado durante 24 meses en barricas de roble francés y americano seleccionadas. Está producido en Villarejo de Salvanés (Subzona Arganda). Tiene un contenido alcohólico de 15% Alc/Vol. Se presenta una foto del producto en la Figura 53.



Figura 48. Vino empleado en el estudio (FÉLIX MARTÍNEZ “Cepas Viejas” Reserva, 2020).

#### 4.1.3 Caracterización de la cerveza

Se analizaron las tres cervezas descritas anteriormente. Los resultados del análisis muestran que hay una gran cantidad de atributos con un alto poder de discriminación ( $p < 0,05$ ). En concreto, todos los descriptores de aroma, excepto cereal y miel/caramelo son discriminativos. También discriminan los atributos de sabor dulce y amargo, pero no discrimina el cuerpo. (Tabla 13).

Tabla 13. Resultados del análisis de los descriptores de la cerveza.

Descriptores	Valores-test	valores-p
ATOSTADO/TORREFACTO	7,114	0,000
AFLORAL	6,233	0,000
AAFRTADO	5,004	0,000
SDULCE	4,088	0,000
SAMARGO	3,840	0,000
AREGALIZ	3,801	0,000
ALÚPULO	2,793	0,003
AINTENSIDAD GNRAL	1,982	0,024
AHERBÁCEO/VEGETAL	1,942	0,026
ACEREAL	0,340	0,367
AMIEL/CARAMELO	0,302	0,381
SCUERPO	-0,884	0,812

En comparación con el resto, la cerveza “Morena”, Figura 54, presenta valores significativamente superiores de aroma tostado/torrefacto y regaliz y significativamente menores de aroma afrutado, floral, lúpulo, herbáceo y sabor dulce.

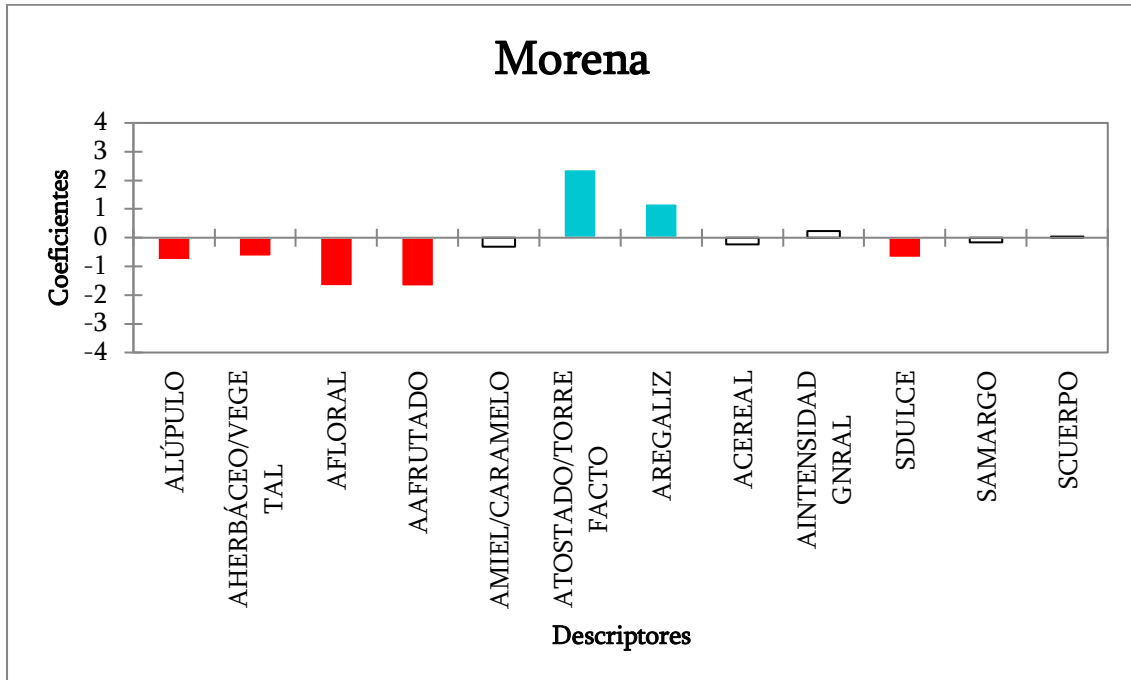


Figura 49. Representación de los atributos que discriminan la cerveza Morena.

Como se ve en la tabla 14, y reafirmando lo observado en la Figura 54, la cerveza “Morena” tiene un mayor aroma a tostado/torrefacto y notas de regaliz. Por otro lado, la “Imperial” es muy amarga, y la “Strong ale” es bastante afrutada.

Tabla 14. Medias ajustadas por producto y atributo (cerveza).

	Strong ale	Imperial IPA	Morena
AFLORAL	4,333	3,758	1,515
AAFRUTADO	4,939	4,455	2,152
AHERBÁCEO/VEGETAL	3,303	3,394	2,364
AMIEL/CARAMELO	4,424	4,091	3,788
ALÚPULO	4,394	4,970	3,515
SDULCE	4,636	3,212	2,879
ACEREAL	2,455	2,727	2,242
SAMARGO	4,970	6,485	5,485
SCUERPO	6,000	6,182	6,152
AINTENSIDAD GNRAL	6,182	6,697	6,788
AREGALIZ	3,000	2,697	4,636
ATOSTADO/TORREFACTO	3,030	3,030	6,606

Con estos datos, se concluyó que la cerveza más adecuada para participar en este estudio, era la cerveza “Morena”. En términos generales se caracteriza por su aroma tostado/torrefacto y a regaliz, lo cual armoniza con el chocolate negro elegido, ya que ambos productos tienen características similares. En este caso se optó por armonizar los tostados y amargos de la cerveza negra con los propios del chocolate por afinidad.

La cerveza Morena (Cervezas la Cibeles S.L.) es una cerveza Porter, es decir, una cerveza elaborada con una selección de maltas tostadas, levadura de alta fermentación y un lupulizado bajo. Tiene un color oscuro, y según aparece en la información del producto, tiene un cuerpo muy ligero y sabores suaves a café y cacao. Es de carbonatación natural con una corona de espuma liviana. Es seca y su contenido alcohólico es de 5% Alc/Vol. (Cervezas La Cibeles, 2020). Se presenta una foto en la Figura 55.



Figura 50. Cerveza empleada para el estudio (Cervezas La Cibeles, 2020).

#### 4.1.4 Caracterización del café

En cuanto al café, desde la Tabla 15 se puede observar que el sabor a caramelo es el único de todos los descriptores que discrimina los productos evaluados ( $p < 0,05$ ). Al contrario que en el resto de productos, en el café prácticamente ninguno de sus atributos es apto para la discriminación, ya que los valores  $p$  obtenidos son mayores de 0,05. Por lo que no se han de tener en cuenta para diferenciar un café de otro.

Tabla 15. Resultados del análisis de los descriptores del café.

Descriptores	Valores-test	valores-p
CARAMELO	1,702	0,044
ÁCIDO	0,813	0,208
MADERA	0,781	0,217
VEGETAL	0,141	0,444
TOSTADO	0,075	0,470
AFRUTADO	-0,037	0,515
INTENSIDAD	-0,067	0,527
CACAO	-0,226	0,589
AMARGO	-0,246	0,597
CUERPO	-0,642	0,739

Reafirmando lo dicho anteriormente, respecto a los tres cafés evaluados, el café “Caturro”, no posee aspectos que sobresalgan, como se observa en la Figura 56, en la que no hay ningún descriptor coloreado ya sea de azul o de rojo, es decir, ninguno de sus atributos destaca por encima o por debajo del resto.

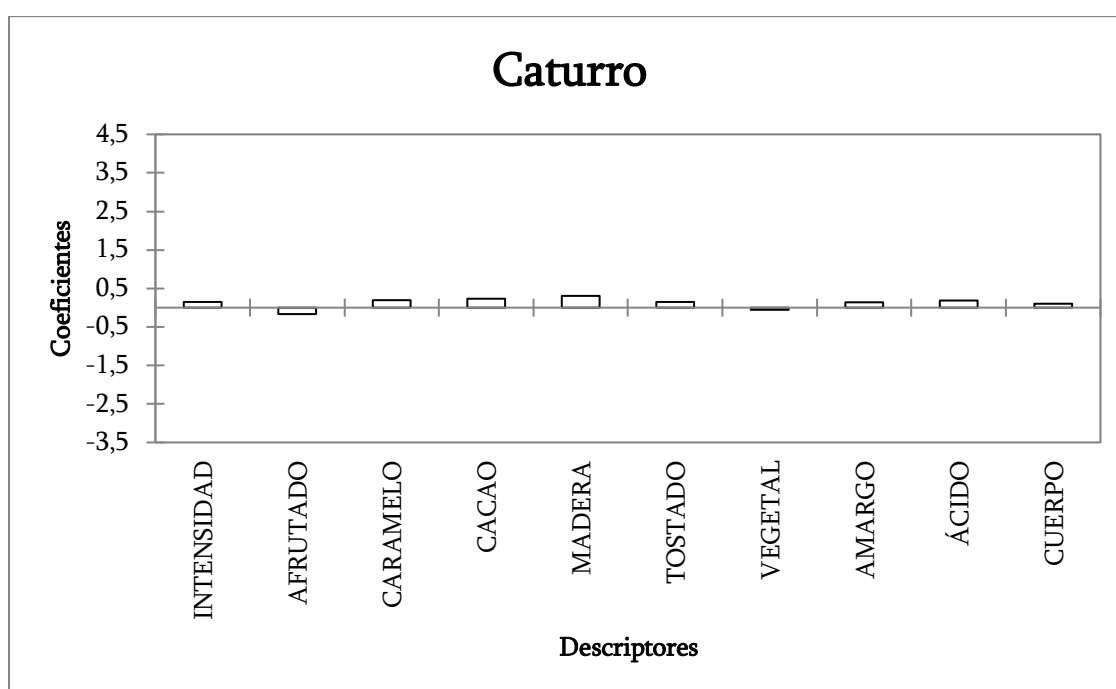


Figura 51. Representación de los atributos del café Caturro

En el caso del café, no se puede destacar ninguna característica estadísticamente significativa en concreto. Aunque la tabla 16 presenta diferentes medias de los atributos analizados entre los tres cafés evaluados, ninguna de ellas es estadísticamente

significativa y, por tanto, no se puede sacar ninguna conclusión, debido a la gran variabilidad de los datos. Se ha marcado el único atributo en el que las diferencias son significativas. Se observa que el café AAPlus presenta intensidad significativamente menor de aroma a caramelo que los demás.

Tabla 16. Medias ajustadas por producto y atributo (café).

	Caturro	AAPlus	Típica
MADERA	4,917	4,528	4,389
CACAO	3,722	3,361	3,389
CUERPO	5,139	4,944	5,028
AMARGO	5,361	5,250	5,056
TOSTADO	6,028	5,917	5,694
INTENSIDAD	5,917	5,611	5,778
ÁCIDO	5,056	4,583	4,972
CARAMELO	3,389	2,722	3,472
VEGETAL	3,333	3,222	3,611
AFRUTADO	3,167	3,306	3,528

La selección de este producto se hizo en base a aquel café que, aunque sin descriptores significativos, tuviera los valores más altos, y se diferenciara del resto de los cafés de algún modo. Por todo esto el elegido fue el “Caturro”, ya que presentaba valores ligeramente más altos que el resto de cafés, en atributos interesantes. La combinación con el chocolate, en este caso, es un maridaje por afinidad. Al igual que el chocolate, el café es amargo e intenso. Además, se caracteriza por ser tostado y tener cuerpo.

Para este estudio, se empleó el café Colombia Caturro (SUPRACAFE S.A.). Y la preparación se llevó a cabo mediante el método de extracción por infusión.

Se trata de un café de variedad Colombia Caturro, de especialidad 100% Arábica de tueste natural. Está producido y procesado por la Hacienda Supracafé.

Según la información del producto, se caracteriza por ser afrutado y suave, muy dulce, equilibrado, con buen cuerpo, y con notas a uvas pasas y mandarina (*Supracafé / Beyond a cup of coffee*, 2020). Se presenta una imagen del producto en la Figura 57.



Figura 52. Café empleado para el estudio (Supracafé | Beyond a cup of coffee, 2020).

#### 4.1.5 Caracterización del vermut

En la caracterización del vermut, hay únicamente tres descriptores que poseen poder de discriminación (Tabla 17). Éstos son el amargo, el caramelo y la canela ( $p < 0,05$ ).

Tabla 17. Resultados del análisis de los descriptores del vermut.

Descriptores	Valores-test	valores-p
SAMARGO	3,907	0,000
ACARAMELO	3,366	0,000
ACANELA	1,653	0,049
SDULCE	1,564	0,059
AHERBACEO	1,508	0,066
SASTRINGENTE	0,212	0,416
ACLAVO	-0,122	0,549
AALCOHOL	-0,717	0,763
AAFRUTADO	-1,516	0,935

Según la Figura 56, el vermut “Tradicional” se caracteriza respecto al otro por tener mayor aroma a caramelo y a canela (coloreado en azul) y menor amargor (color rojo).

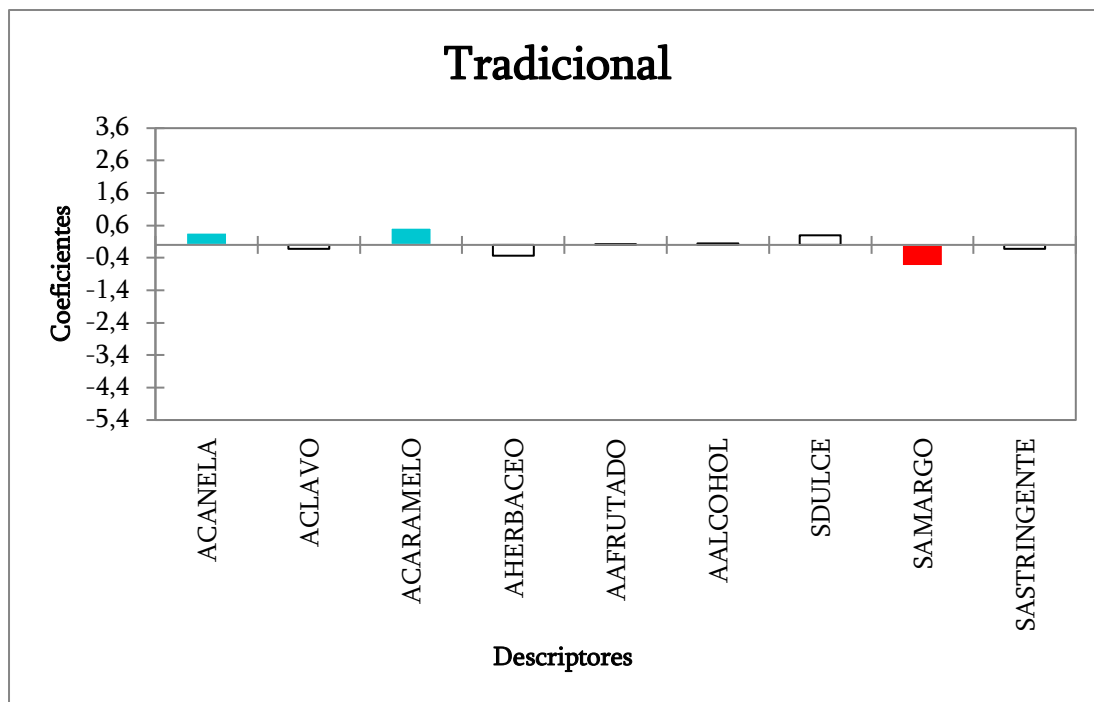


Figura 53. Representación de los atributos que discriminan el vermut "Tradicional".

En esta tabla (Tabla 18), se aprecia que el vermut "Tradicional" posee aromas más intensos a canela y a caramelo, mientras que el vermut "Original" presenta mayor amargor.

Tabla 18. Medias ajustadas por producto y atributo (vermut).

	Original	Tradicional
ACLAVO	4,576	4,333
SAMARGO	5,212	3,909
AHERBACEO	4,909	4,242
SASTRINGENTE	4,394	4,152
ACARAMELO	4,242	5,303
AAFRUTADO	4,636	4,667
AALCOHOL	5,212	5,303
SDULCE	5,636	6,227
ACANELA	5,000	5,758

En este caso, se decidió optar por el vermut "Tradicional" para realizar el análisis con TDS. Respecto al chocolate, el vermut elegido es bastante más dulce, y tiene ciertas características como el aroma a canela y el caramelo, de las que el chocolate carece. Por tanto, en esta ocasión se trata de un maridaje por contraste, ya que los productos seleccionados no tienen características similares.

Se empleará el vermut rojo Tradicional (Vermut Zecchini). Está hecho mediante una mezcla, en la que la base es el vino blanco, y una selección de hierbas aromáticas como la artemisa. Con un porcentaje alcohólico de 15% Alc/Vol., (Vermut Zecchini, 2021). Ver imagen en la Figura 59.



Figura 54. Vermut empleado para el estudio (Vermut Zecchini, 2021).

La caracterización de los productos permitió seleccionar un producto de cada categoría para el análisis TDS: chocolate 72% sin azúcares añadidos, vino tinto Cepas Viejas, cerveza Morena, café Colombia Caturro y vermut rojo Tradicional.

Por otra parte, también facilitó una primera aproximación de los atributos más importantes en la caracterización de cada producto que debían ser incluidos en el análisis TDS de los maridajes, cuyos resultados se presentan en la siguiente sección.

#### 4.2 Análisis TDS

Una vez realizadas las catas de análisis sensorial de maridajes por TDS, se obtuvieron una serie de datos de cada juez. Los cuales se representaron en gráficas, estandarizando los tiempos según Lenfant et al. (2009) y suavizando las curvas. Se analizaron y valoraron los datos en global, por bebidas y por rondas.

Las Figuras de la 60 a la 71 muestran las curvas TDS multi-ingesta del chocolate con cada una de las bebidas. Para cada bebida, hay una primera ronda, en la que no hay maridaje, únicamente se está catando el chocolate. Por tanto, las curvas TDS correspondientes a la primera ronda deberían tener resultados similares puesto que describen el mismo alimento (Figuras 60, 63, 65 y 68). Luego, la segunda ronda, representa el primer maridaje, que sucede cuando se da el segundo mordisco del chocolate, justo después de haber tomado el primer sorbo de la bebida (Figuras 61, 64, 67 y 70). En la última y tercera ronda, para cada bebida, se muestra el TDS del maridaje con chocolate cuando se ha tomado el segundo y último sorbo de la bebida en cuestión (Figuras 62, 65, 68 y 71).

Para una mejor interpretación de las gráficas, el eje “x” representa el tiempo de duración de la prueba (45 segundos), ya estandarizado en una escala de 0-1. Por otro lado, el eje “y” representa la tasa de dominancia (%) o “Dominance Rate” (DR%), para cada punto de tiempo. Es decir, según Pineau (2009), cada una de las figuras representa la evolución del DR% de un atributo dado a lo largo del tiempo que dura la prueba.

Además, en las curvas TDS, se encuentran las dos líneas discontinuas que marcan diferencias entre los atributos. Aunque estos conceptos se introdujeron en la introducción, recordemos aquí lo que significan. La primera es la línea llamada “Límite por azar” ( $p_0$ ). Es la línea discontinua de color gris, indica el DR% de que un atributo sea obtenido por azar ( $p_0 = 1/\text{número de atributos}$ ) (Pineau et al., 2009).

La segunda línea es el “Límite de significación”, es la línea discontinua que aparece en color negro. Se calcula mediante la siguiente fórmula (Pineau et al., 2009):

$$P_s = P_0 + 1,645 \sqrt{\frac{P_0 (1 - P_0)}{n}}$$

(donde  $n = \text{jueces} \times \text{réplicas}$ )

Por lo que, para este estudio, teniendo en cuenta que cada maridaje tiene 10 atributos, el valor resultante del “Límite por azar” o  $P_0 = 1/10 = 0,1$ . Hay 13 sujetos que evalúan y 2 réplicas, por tanto 26 observaciones:

$$P_s = 0,1 + 1,645 \sqrt{\frac{0,1 \times 0,9}{13 \times 2}}$$

$$P_s = 0,1967$$

Por tanto, en este estudio, un atributo será considerado como significativamente dominante cuando su curva esté por encima de 0,1967, es decir, por encima de la línea del “Límite de significación”.

#### 4.2.1 TDS chocolate con vino

Como se puede ver en la Figura 60, en el consumo de únicamente el chocolate, se percibe, en términos generales un amargor inicial. Luego se percibe la sensación de espeso/cuerpo, prácticamente al mismo tiempo que el dulce, y justo después una sensación que da comienzo a que el atributo de fundente cobre más importancia hasta el final de la cata.

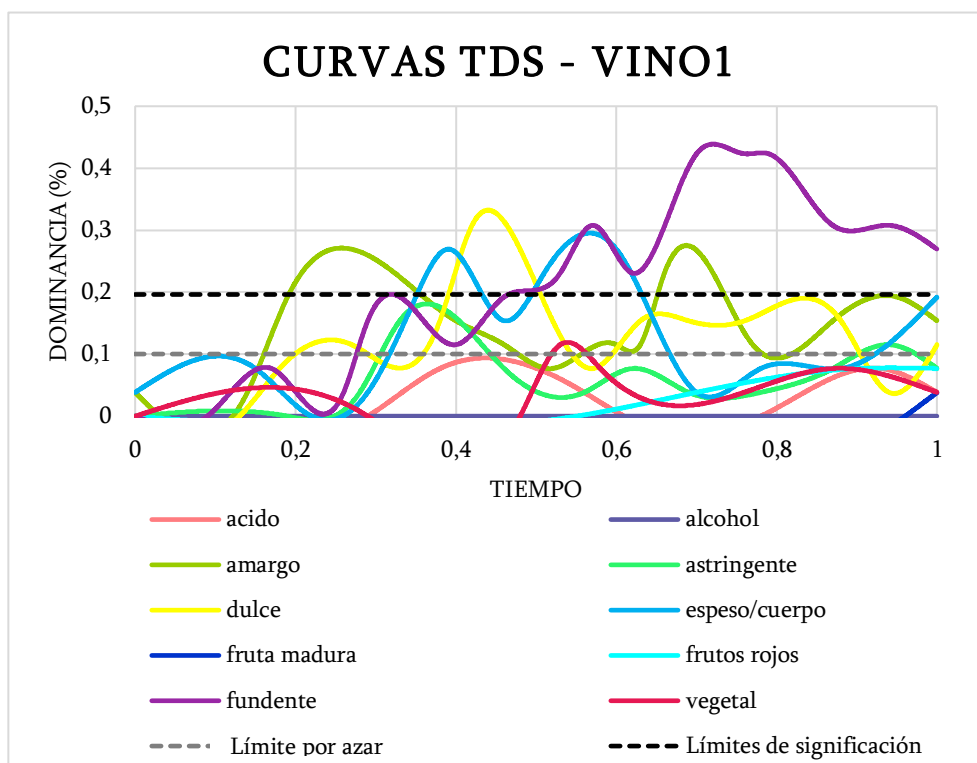


Figura 55. Curva TDS del maridaje con vino. Primera ronda.

En cuanto al primer sorbo del vino (Figura 61) se percibe inicialmente el alcohol, propio de esta bebida, que más tarde deriva en una sensación de amargor. En la segunda mitad de la cata predomina el dulzor, y destaca la sensación de espeso/cuerpo. Por último, la sensación de fundente del chocolate permanece hasta el final de la cata.

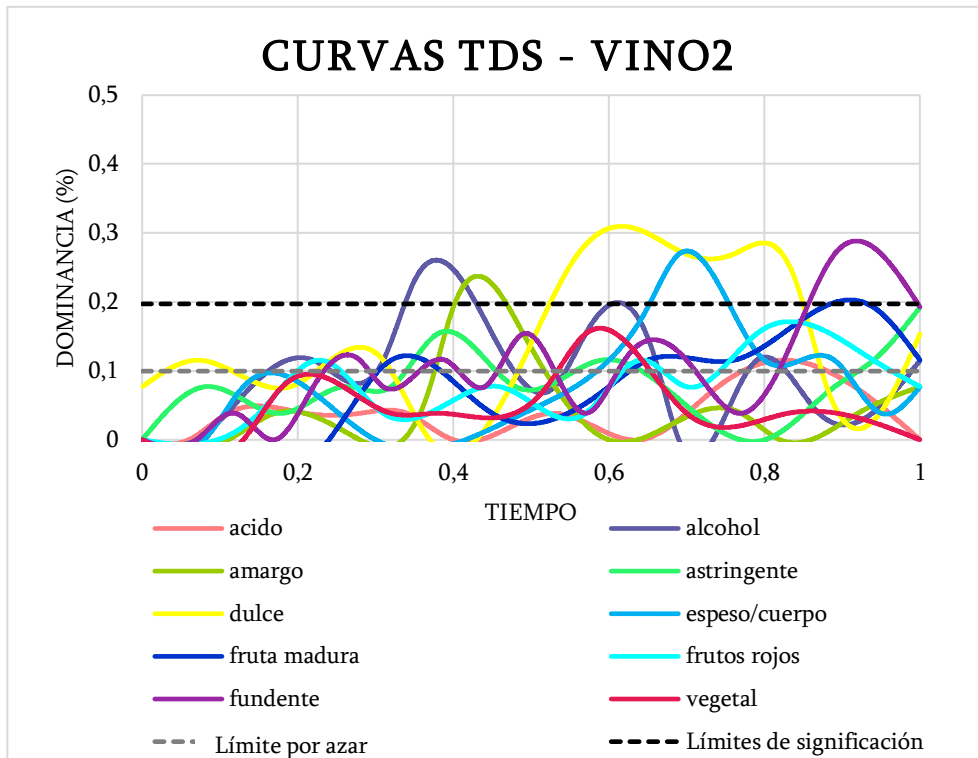


Figura 56. Curva TDS del maridaje con vino. Segunda ronda.

En el segundo sorbo (Figura 62), ningún atributo comienza a ser significativo hasta la mitad de la ingesta. El atributo que antes destaca es el fundente, el cual vuelve a sobresalir al final de la cata. También hay que mencionar que el dulce va fluctuando hasta que finalmente cobra mayor importancia al final de la cata. Algo que destaca esta vez, es el aroma a frutos rojos, el cual es más significativo en la última parte de la ingesta.

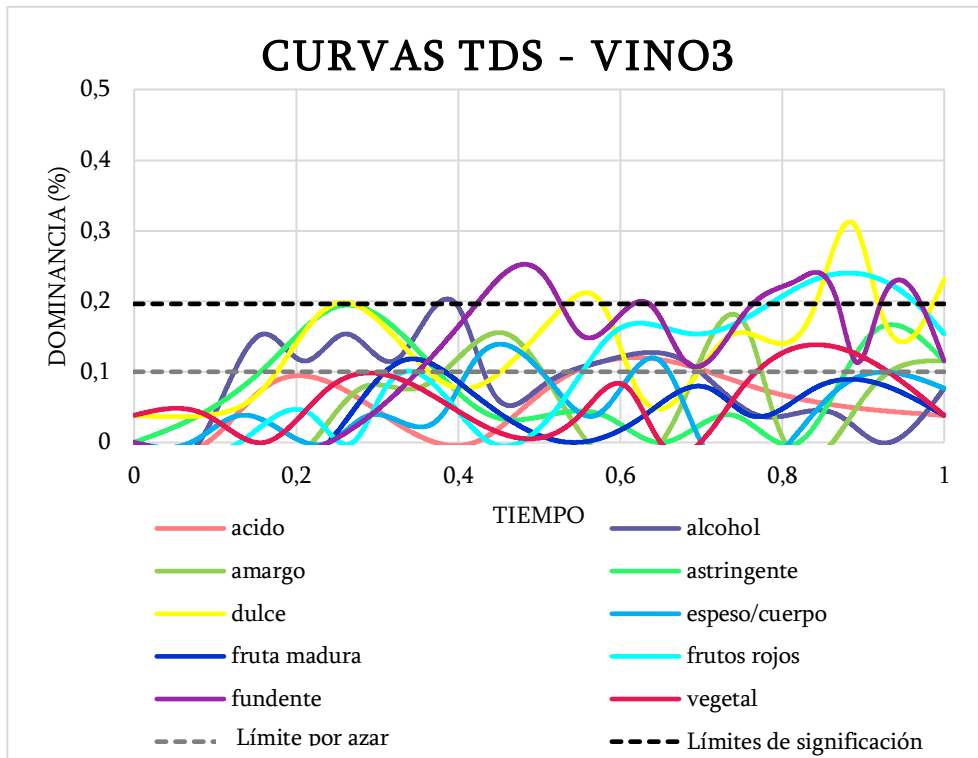


Figura 57. Curva TDS del maridaje con vino. Tercera ronda.

Se puede destacar que el amargor que había inicialmente (Figura 60) va disminuyendo a medida que se ingiere vino, y desaparece totalmente en la última toma. Por lo que esto indica que el maridaje de chocolate negro con vino hace que el chocolate se perciba como menos amargo y algo más dulce. Además, la sensación de fundente va perdiendo intensidad

#### 4.2.2 TDS chocolate con cerveza

Para la primera gráfica (Figura 63), en el caso de la cerveza, comienza igualmente con el sabor amargo. Más tarde se observa que la percepción del dulce va aumentando, al igual que el atributo fundente. La sensación de espeso/cuerpo también está presente, aunque en menor medida que el resto.

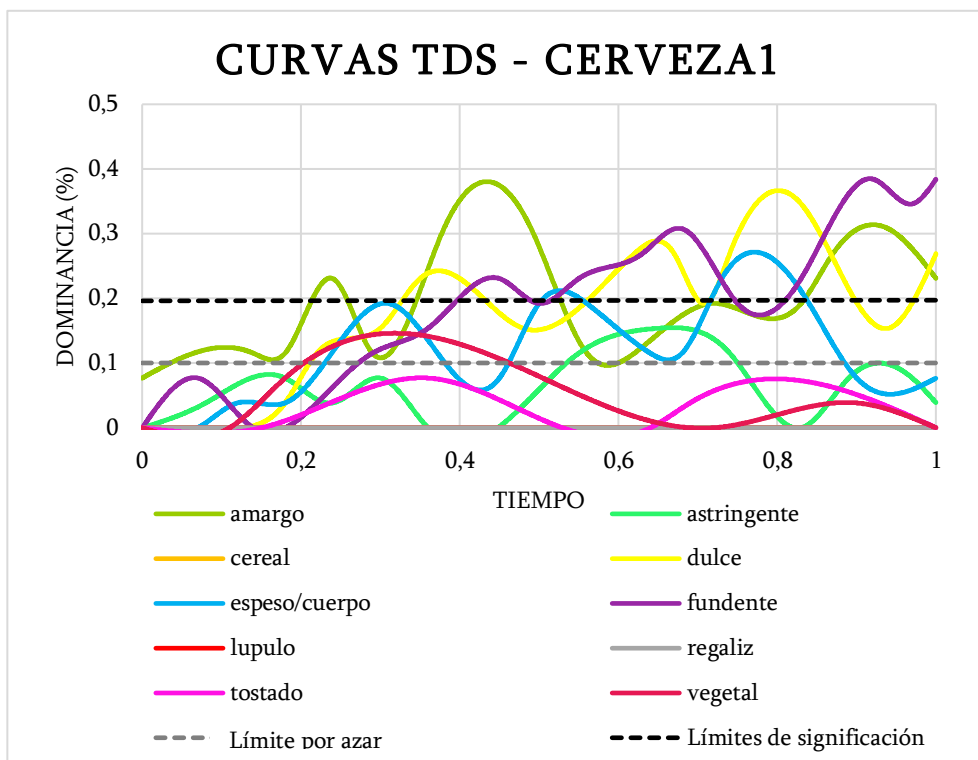


Figura 58. Curva TDS del maridaje con cerveza. Primera ronda.

Tras el primer sorbo de la cerveza, es decir, en la segunda ronda (Figura 64), se puede afirmar que únicamente se percibe dulzor, y la sensación de fundente, las cuales comienzan a destacar en la segunda mitad de la ingesta.

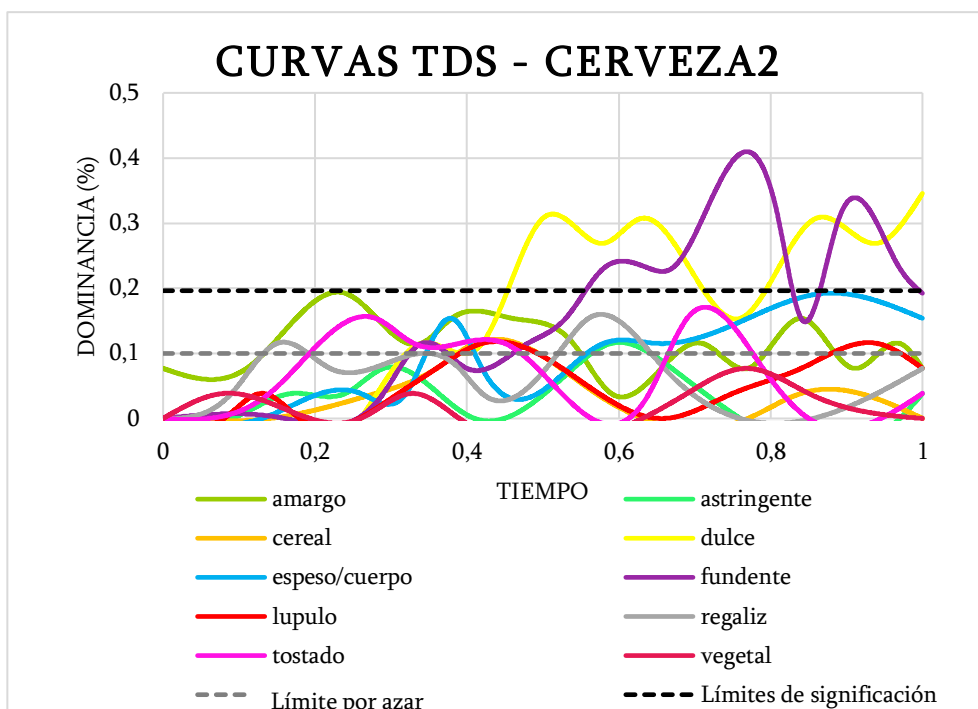


Figura 59. Curva TDS del maridaje con cerveza. Segunda ronda.

Tras el segundo sorbo de cerveza (Figura 65), los jueces percibieron muchas más sensaciones que en la ronda anterior. Ya desde el inicio hay un sabor amargo, que rápidamente deriva en el aroma a lúpulo. En la mitad de la cata hay una variedad de atributos distintos que destacan levemente: amargo, astringente, dulce, fundente, tostado y espeso/cuerpo. Pero los que permanecen hasta el final de la cata son, una vez más, el fundente y el dulce.

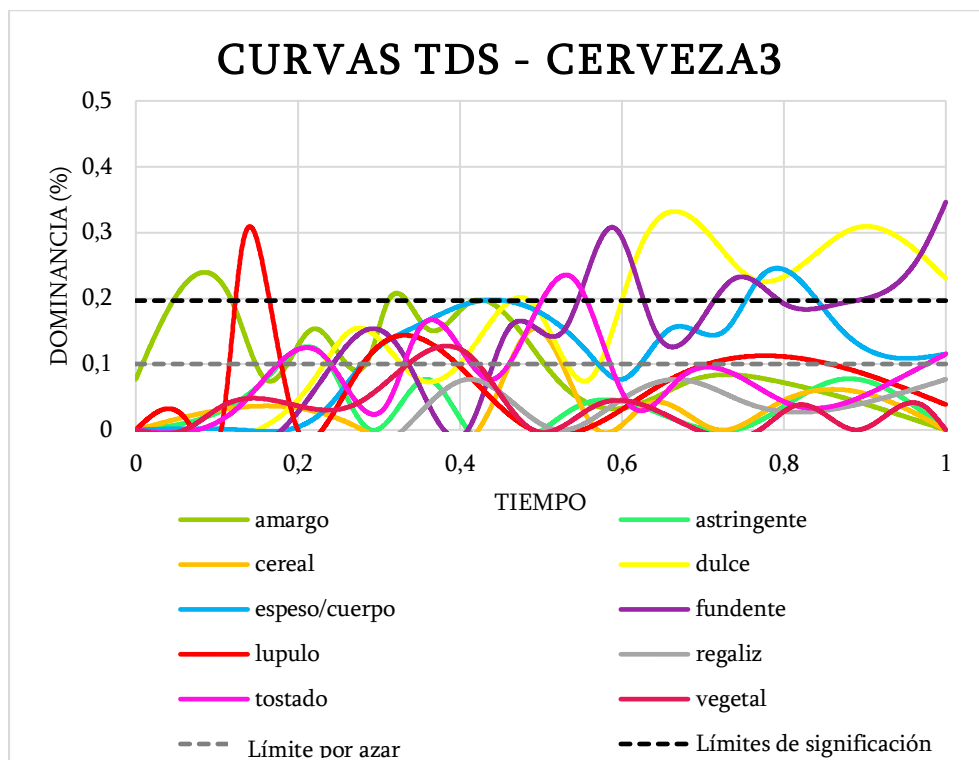


Figura 60. Curva TDS del maridaje con cerveza. Tercera ronda.

#### 4.2.3 TDS chocolate con café

Como se puede ver, en el consumo de únicamente el chocolate, se percibe, en términos generales un amargor inicial, y luego se percibe el dulce y el fundente, además de la sensación de espesor o cuerpo muy levemente en la parte final (Figura 66).



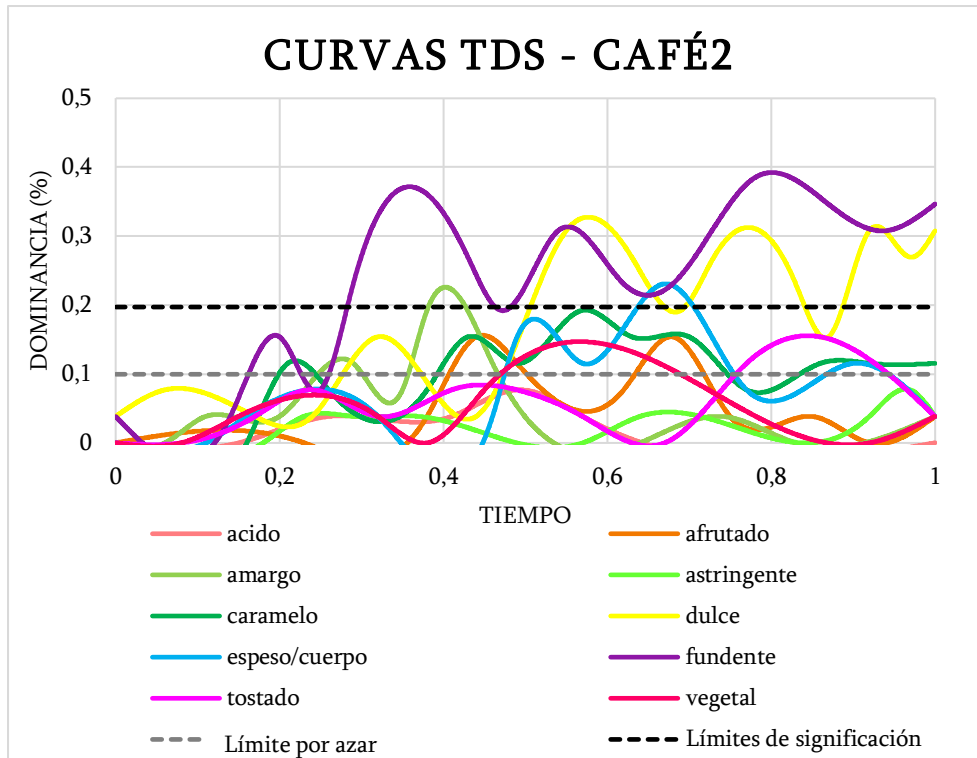


Figura 62. Curva TDS del maridaje con café. Segunda ronda.

Tras el segundo sorbo, es decir, en la tercera ronda (Figura 68), hay ciertas notas de caramelo, y un ligero dulzor al final de la toma. Aunque el atributo fundente es el único que destaca por encima del límite de significación, alcanzando un valor de dominancia muy alto, respecto al resto de bebidas.

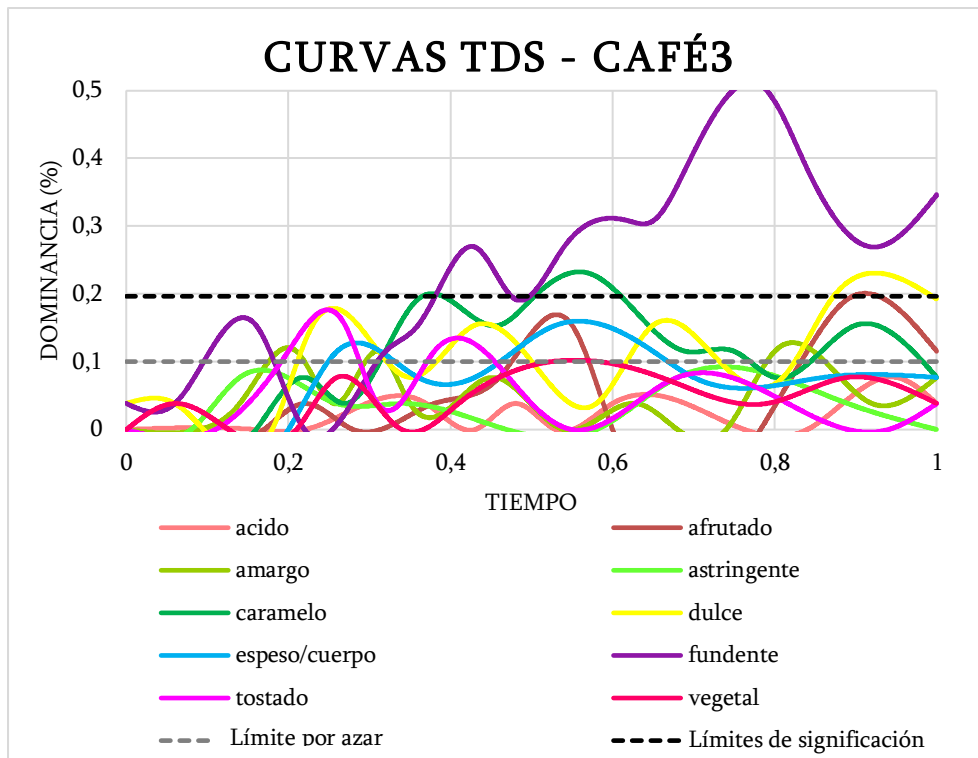


Figura 63. Curva TDS del maridaje con café. Tercera ronda.

#### 4.2.4 TDS chocolate con vermut

La primera gráfica (Figura 69), comienza con el sabor amargo, propio del chocolate negro. Luego predomina la sensación de fundente, y en el final de la cata es el atributo que está presente. También cabe mencionar que se nota el sabor dulce, y ciertas notas de vainilla y la sensación de espeso/cuerpo.

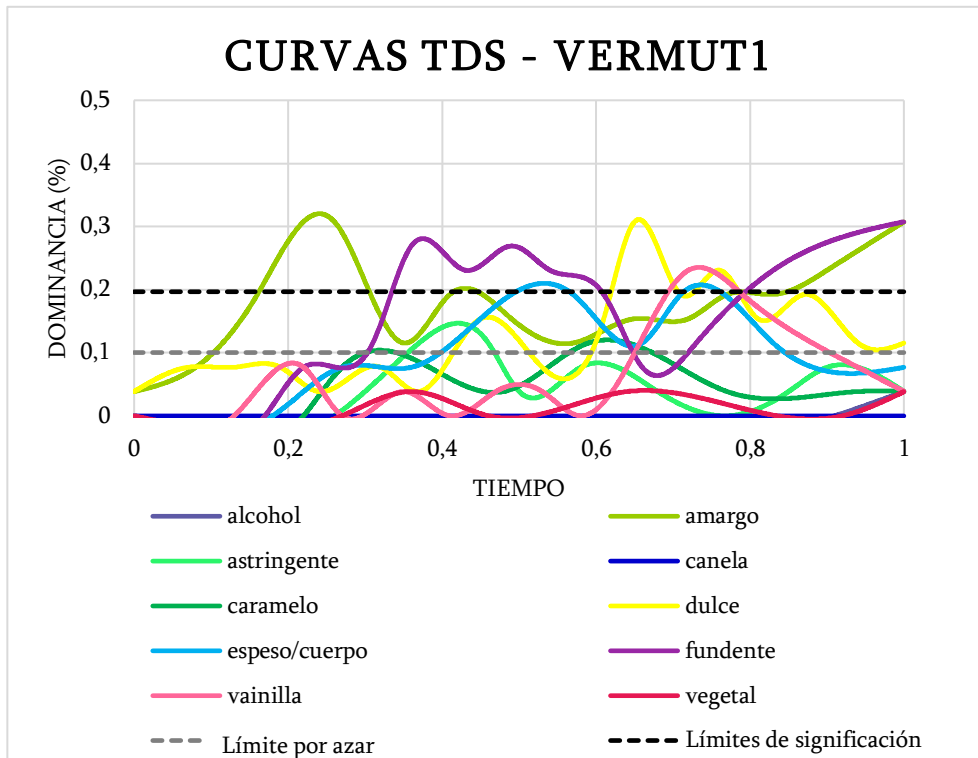


Figura 64. Curva TDS del maridaje con vermut. Primera ronda.

Por otro lado, tras el primer sorbo de vermut (Figura 70) destaca la percepción del alcohol, en lugar de la percepción del amargor como ocurría en el primer sorbo del chocolate. El fundente sigue presente sobre todo al final de la cata. En cuanto al primer sorbo, los atributos se ensalzan más aún, destacando sobre todo la sensación de alcohol al inicio, se percibe la canela, característica propia del vermut (la cual no había sido notable hasta ahora). Hay también un cierto dulzor, aunque es cierto que, en menor medida, y el atributo fundente sigue siendo destacable.

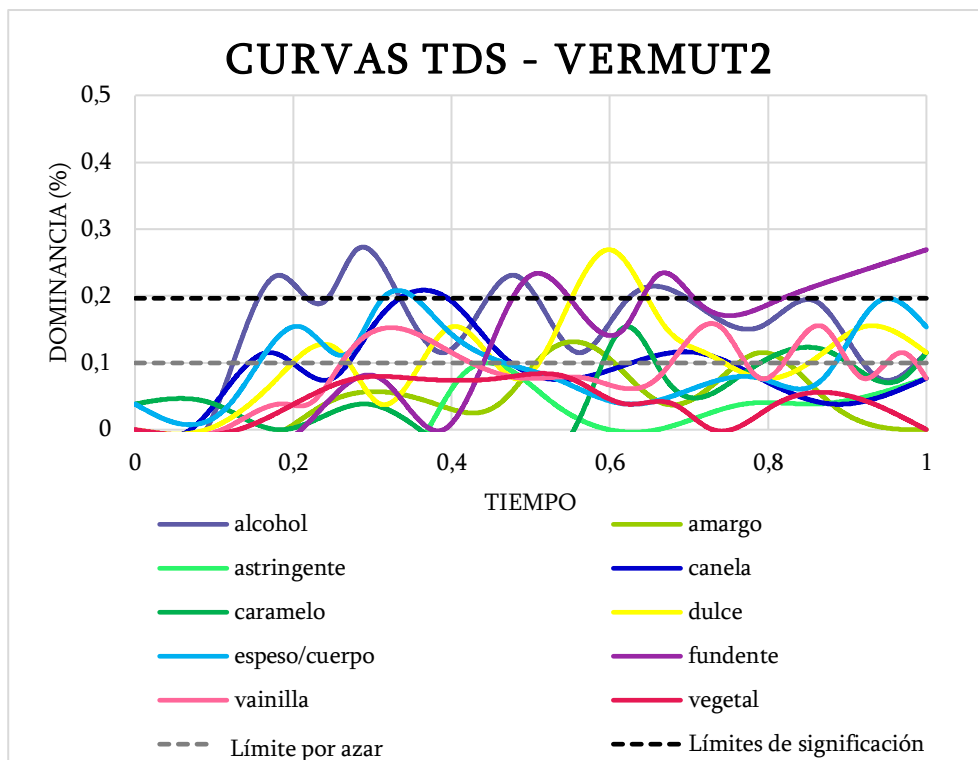


Figura 65. Curva TDS del maridaje con vermut. Segunda ronda.

En la segunda ronda, tras el segundo sorbo de vermut (Figura 71), hay cuatro atributos que destacan principalmente. En primer lugar, el alcohol al inicio de la cata, que deriva en una sensación de espeso/cuerpo con un alto índice de dominancia. El sabor dulce vuelve a cobrar importancia en el mismo punto que para el primer sorbo, pero esta vez con más intensidad. El final del sorbo está caracterizado por la sensación de fundente. Como observación, hay ciertas notas de vainilla que se perciben durante esta cata. El amargor percibido en la primera ronda desaparece para la segunda y la tercera, debido a que destacan más los atributos propios del vermut (como el alcohol).

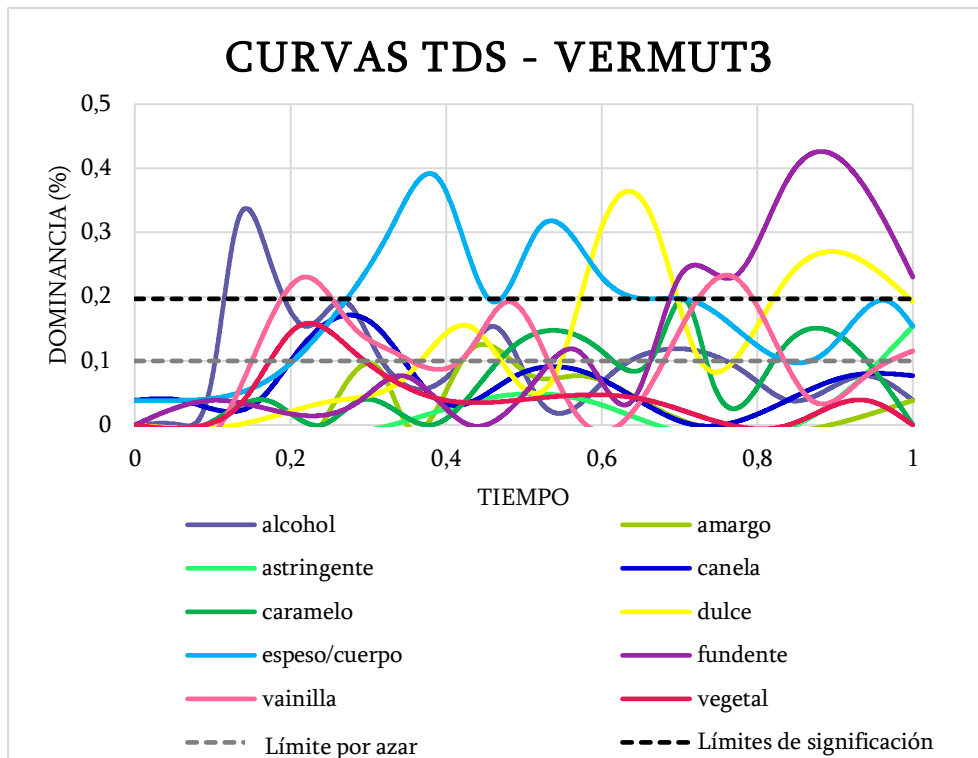


Figura 66. Curva TDS del maridaje con vermut. Tercera ronda.

#### 4.2.5 Gráfico de bandas

El gráfico de bandas (Figura 72) es un modo de simplificar las curvas TDS, de manera que ayude a interpretar los datos y facilita la comparación de la secuencialidad de las sensaciones dominantes (Galmarini et al., 2016). Desde un solo gráfico, el diagrama de bandas proporciona la secuencia de sensaciones dominantes para cada maridaje (Monterymard et al., 2010), representa cada bebida y sus 3 rondas, con el tiempo estandarizado de 0 a 1. A diferencia de las curvas anteriores, en este caso, cada atributo significativo del análisis está separado del resto por una línea dedicada al mismo. Al final de cada fila, se encuentra una leyenda con esos atributos significativos.

Para el caso del vino, un total de seis descriptores alcanzaron valores significativos. El atributo que destaca durante más tiempo es el fundente, sobre todo en la parte de la mitad y hacia el final de las catas. Además, el dulce es otro atributo que siempre está presente al final de cada ronda, predominando en la tercera. Por otro lado, se puede observar que el sabor amargo es mucho más relevante en la primera ronda, en la que sólo se cata chocolate. El alcohol que los jueces marcaron sólo está presente en la primera parte de la segunda y tercera ronda, luego se disipa. A pesar de que en la ficha técnica comercial del vino se describe al producto con notas de fruta madura (*FÉLIX MARTÍNEZ “Cepas Viejas” Reserva, 2020*), realmente es el aroma a frutos rojos, descrito en la generación del perfil descriptivo, el que llama la atención de los jueces. Va cobrando importancia durante el catado, aumentando el tiempo de dominancia

cada vez más. Aunque es cierto que ni el aroma a madera percibido al caracterizar el vino, ni la astringencia se aprecian ya. La sensación de espeso/cuerpo disminuye con la ingesta de la bebida.

En cuanto a la cerveza, fueron también seis los atributos que tenían valores significativos. Tanto el fundente como el dulce son los atributos mayoritarios en cada una de las rondas. Como se puede observar, el sabor amargo está presente en la primera ronda, donde se cata el chocolate solo, y tiene menor dominancia en las siguientes, a medida que la bebida se va consumiendo. Llama la atención que cuando se cata la bebida, el amargor inicial deja de estar, y cobra más importancia la sensación de espeso/cuerpo. En este maridaje, el tostado propio de la cerveza y el chocolate, se presenta en la cata durante muy poco tiempo de dominancia. Y el lúpulo destaca únicamente en el inicio de la última ronda, con un valor bajo de dominancia.

En el caso del café, cinco descriptores tenían tasas de dominancia significativas, volviendo a destacar el amargo sobre todo en la primera ronda. El fundente (es la bebida en la que predomina más tiempo) y el dulce están presentes en todas las tomas. Hay que destacar, que el aroma a caramelo sólo aparece en la segunda y tercera ronda, es decir, con la ingesta de la bebida. Se percibe, además, espeso/cuerpo al final y a la mitad de las catas.

Por último, para el vermut, fueron seis descriptores los que alcanzaron valores significativos. El fundente, junto con el dulce, están presentes en todas las rondas. Esta vez, el dulce en menor medida comparado con el resto de bebidas, seguramente debido a que el vermut es una bebida en la que el dulzor es muy intenso, por lo que el chocolate se percibe como menos dulce de lo que realmente es. Cabe mencionar que el vermut es la bebida en la cual el alcohol es más notable, probablemente debido a su alta graduación alcohólica. La última ronda está caracterizada por el espeso/cuerpo, con una alta tasa de dominancia, tratándose de la bebida donde más destaca.



Figura 67. Gráfico de bandas.

## 5. DISCUSIÓN

Para responder al creciente interés en las experiencias que ofrecen el comer y beber, los investigadores llevan a cabo cada vez más estudios de forma práctica, que les permiten conocer porqué funcionan ciertas combinaciones de alimentos. La tarea de encontrar la mejor bebida que combine con cierto alimento puede resultar una tarea complicada, pero el uso de perfiles sensoriales y otras técnicas dinámicas se proponen como herramientas que permiten combinar el arte de la gastronomía con el ámbito de la ciencia.

El maridaje de bebidas con alimentos es una tarea compleja que va mucho más allá de simplemente asociar dos productos por preferencia o por gusto. Los expertos culinarios suelen establecer la similitud aromática como un principio básico para obtener una combinación satisfactoria entre alimentos al incrementar la armonía y homogeneidad percibidas (Eschevins et al., 2018). Aunque es cierto que se requieren muchos otros aspectos, en muchas ocasiones la complejidad de los sabores y sensaciones percibidas son las que enriquecen el maridaje. Pese a que en este estudio no se evalúe la preferencia de un maridaje u otro, lo cual no se descarta para futuras investigaciones, la variedad de atributos percibidos y sus interacciones son la clave de la investigación. Ya que servirá como premisa para conocer aquellas características más notables en estas combinaciones, y poder aplicarlas sabiamente para el disfrute del consumidor. En este estudio, los jueces participaron tanto en una primera fase de generación del perfil descriptivo de ciertos productos (método estático), como en su posterior análisis con TDS (método dinámico).

El contenido de cacao de un chocolate tiene un impacto en las propiedades sensoriales. Los polifenoles son los responsables del sabor amargo, y, a mayor porcentaje de cacao, más polifenoles habrá. El chocolate de este estudio tiene un porcentaje elevado, del 72%. Esto puede explicar los datos que se observan en las curvas de las primeras rondas TDS, en las cuales hay altas tasas de dominancia de este atributo (amargo), el cual va disminuyendo con la ingesta de las bebidas (Oberrauter et al., 2018).

Por otro lado, el atributo dulce de este estudio tiene tasas de dominancia que no alcanzan ni el 40%, pese a que haya estudios como el de Oberrauter et al. (2018) en el que las curvas del atributo dulce obtienen tasas de dominancia del 90%. Esto puede ser debido a que, en el trabajo de dichos autores, los jueces cataban once productos, chocolates con distintos contenidos de cacao, y buscaban diferencias entre los mismos, pero con menos atributos a evaluar, únicamente tres (dulce, amargo y astringente). Sin embargo, para este proyecto se observaron las percepciones que se obtienen al combinar dos productos (maridaje) en un periodo de tiempo. Por tanto, hay más variabilidad de atributos a tener en cuenta y también mayor número, lo cual es más complejo para los panelistas. Dicha complejidad tanto a nivel de percepción como a nivel de respuesta durante la prueba puede explicar la menor tasa de dominancia de este trabajo respecto a otros.

Los resultados muestran claramente que el consumo de estas bebidas (vino, cerveza, café y vermut) afecta a los atributos del chocolate, y que, además, cuando un atributo

pierde dominancia otro se incrementa.

También cabe mencionar que hubo diferencias percibidas en la primera ronda de las bebidas, es decir, en las catas de sólo chocolate, a pesar de que las muestras eran las mismas (sin variación de cantidades, temperatura o forma de presentación). Aun así, no se obtuvieron los mismos resultados. Esto puede deberse a diversos factores, ya sea por la situación personal de cada individuo, tradiciones, costumbres (Eschevins et al., 2018), el hambre que tenían en ese momento, el aspecto afectivo, emociones, recuerdos (Cordero-Bueso, 2013) o incluso la predisposición para realizar la cata. Es cierto que estos resultados llaman la atención al comparar las primeras rondas de los productos, pero no dejan de ser diferencias sutiles. Sin embargo, las diferencias de las rondas sucesivas son mucho más notables, en las que intervienen las bebidas del estudio.

La sensación de fundente y el sabor dulce fueron las únicas sensaciones percibidas como dominantes en todas y cada una de las rondas y para todas las bebidas. En el caso del dulce, no es de extrañar que haya dominado en las tres rondas, dado que el dulce es un sabor fácilmente identificable (Galmarini et al., 2016). Harrington y Hammond (2005) afirman la importancia del dulzor para obtener un buen maridaje. Además, junto con otros expertos, demostraron que el dulzor del vino debía ser mayor que el del alimento con el que se combinaba. Es cierto que, en la generación del perfil descriptivo de los chocolates propuestos para el estudio, el que fue finalmente elegido resultó ser el más amargo de todos. Pero en el análisis con TDS de los maridajes es evidente que este amargor de la primera ronda acaba tornándose en dulce en las rondas sucesivas, tras los sorbos de las bebidas. Este resultado pone en valor la diferencia entre las técnicas estáticas empleadas en la caracterización y las dinámicas con las que se hace la cata TDS, algo que ya han puesto en evidencia otros autores (Zorn et al., 2014).

En cuanto al maridaje con el vino, Harrington (2007) menciona una relación entre la comida grasa (el chocolate en este caso) y los taninos presentes en el vino tinto. Este contraste es apreciado fundamentalmente en la textura en boca. La grasa recubre la cavidad bucal y la astringencia de los taninos interactúa con ésta, haciendo que se perciba como menos grasa. Es posible que esta interacción de grasa y taninos afecte no sólo a la astringencia sino también a otros atributos. Es decir, puede que ésta haya sido también la razón por la que deja de percibirse amargor en las sucesivas rondas tanto en el vino, como en el vermut. Pero a diferencia del vermut, el caso del vino, prácticamente no se aprecia el alcohol, pero sí destacan el dulce y fundente.

En el vino, la mayor parte de los atributos presentes son propios tanto del vino como del chocolate, es decir, ambos productos se armonizan en este maridaje

En el caso de la cerveza, según su descripción técnica, ésta se caracteriza por tener cuerpo (Cervezas La Cibeles, 2020), característica que no es especialmente significativa en el maridaje con chocolate. Los resultados nos dicen que destacan tanto el atributo

de dulce como el de fundente, y principalmente es al final de la cata donde más se manifiestan. Esto se puede deber al gran amargor que posee la cerveza tostada, la cual contrasta con el chocolate. Pero por lo que se observa, en la cerveza la dominancia de los atributos dulce, fundente y espeso/cuerpo son muy parecidos entre las tres rondas.

En el café se observa un crecimiento del fundente a medida que se va saboreando con el chocolate, claramente influenciado por las altas temperaturas a las que se ha servido el café. Las sensaciones de textura no se desencadenan por la activación de ciertos receptores, a diferencia de otro tipo de sensaciones. Sino que son el resultado de la interacción con receptores intraorales debido al calor, frío e incluso al dolor, que responden a la activación muscular o articular (Witt y Stokes, 2015). Por otro lado, el atributo dulce propio del chocolate va desapareciendo con la ingesta del café, seguramente debido a que el amargor de esta bebida destaca sobre el dulzor del alimento. De hecho, según Calvino et al. (1990), cuanto más dulce o amargo es un alimento, tiene mayor capacidad de supresión sobre otros componentes. Sin embargo, a medida que avanza la cata el dulzor es el sabor que va predominando (con una tasa de dominancia mayor). Este atributo del chocolate hizo que el amargor del café fuera desapareciendo cuando se tomaron juntos. Esto indica que, en este maridaje, es el chocolate el producto que predomina. Es de destacar, además, que a diferencia de en el resto, el aroma a caramelo cobra cierta importancia en la última ronda de este maridaje. Esto puede ser debido a la combinación de los aromas de tostado y la caramelización de los azúcares. Esta similitud de componentes que comparten ambos productos hace que el aroma a caramelo se potencie, como bien indican Heston Blumenthal y Francois Benzi en su teoría de maridaje de alimentos presentada en 2002.

Para la bebida con mayor graduación alcohólica, el vermut, predomina este atributo (alcohol) al inicio de la cata. Pero después se disipa y hay otros más destacables como el espeso, dulce y fundente. Ciertos atributos propios del chocolate como el amargor (percibido en la primera ronda desaparece para la segunda y la tercera) debido a que destacan más los atributos propios del vermut (como el alcohol), es decir, en este maridaje, parece que la bebida eclipsa al alimento en la primera mitad. Aunque es cierto que la similitud aromática podría vincular dos componentes del maridaje, provocando un mayor nivel de integración y homogeneizando las percepciones (Eschevins et al., 2018). Es lo que ocurre con la vainilla en el TDS con el vermut. También es destacable la sensación de espeso/cuerpo, que se hace más evidente en la última ronda, sobre todo en la mitad de la cata. Es la bebida donde más destaca este atributo, alcanzando una tasa de dominancia de prácticamente el 40%, posiblemente debido a que se trata de un maridaje de una bebida espesa con un alimento bastante denso también.

Según la visión general que ofrecen las gráficas, lo que destaca en términos generales es que las gráficas se dividen en dos franjas de tiempo diferenciadas. La primera mitad, que correspondería a los primeros 20 segundos y la segunda mitad que correspondería

a los segundos 21 al 40. Como se ha podido observar, en los primeros 20 segundos de las rondas donde se cata el chocolate con la bebida en cuestión, son los atributos de la bebida los que predominan frente a aquellos del chocolate. Es decir, tienen más peso, lo cual es coherente ya que al introducir la bebida en boca, son los que más llaman la atención. Sin embargo, a partir del segundo 21 y hasta el final de la cata, la bebida se va disipando, dejando paso a que los atributos del chocolate sean los que destaquen, ya que seguramente aún haya restos del alimento en boca. Estos resultados no se hubieran observado con un método estático. Sin embargo, el TDS es un método dinámico que permite observar los atributos que se manifiestan en cada instante de tiempo y nos han permitido observar la evolución del peso del chocolate frente a las diferentes bebidas, por lo que se ha demostrado como una herramienta muy relevante para la evaluación de los maridajes de este estudio.

## 6. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este TFG, se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los atributos del chocolate son dominantes respecto a los de las bebidas. Esto puede deberse a que la cantidad de chocolate empleada en los maridajes (3 onzas para cada ronda) es un poco desequilibrada comparada con la ingesta de las bebidas (2 sorbos), teniendo en cuenta de que el maridaje se realiza con el chocolate en boca. Se percibieron diferencias muy significativas en las tomas al inicio (segundo 1) y al final (segundo 40). Esto muestra que la ingesta y los maridajes varían a lo largo del tiempo, por lo que es necesario el uso de métodos que puedan medir este tipo de interacciones con los alimentos.
2. A pesar de la alta dominancia de algunos atributos como el fundente, dulce y amargo respecto a otros, se observaron una serie de diferencias significativas entre los maridajes con las diferentes bebidas.
3. Respecto a un mismo alimento, el hecho de emplear técnicas estáticas o dinámicas puede hacer que sus características se perciban de una forma u otra. Esto ha ocurrido con el chocolate, ya que el hecho de combinarlo con las bebidas en los diferentes maridajes hizo que cambiara la percepción de este alimento. Sucedió con el amargor, que en la generación del perfil descriptivo resultó ser la característica más notable del chocolate, y sin embargo dio paso a otros atributos como el dulce al maridarlo con las bebidas. Esto podría ser debido a la diferencia entre las técnicas estáticas empleadas en la caracterización y las dinámicas con las que se hace la cata TDS. Esto indica que, a la hora de caracterizar un producto, son necesarios distintos métodos de análisis sensorial para obtener una visión certera de sus características.
4. Hay ciertos resultados que no se hubieran podido ver sin TDS, ya que la temporalidad propia de este método ha sido clave para percibirlos. Se observan dos claros momentos en las gráficas; los 20 primeros segundos y de los segundos 21 al 40. En la primera mitad destacan los atributos de la bebida y en la segunda cobran mayor importancia aquellos propios del chocolate. Si TDS no fuera un método dinámico, estos resultados no se habrían obtenido, por lo que se carecería de información valiosa.
5. El seguimiento de la investigación en consumidores de los diferentes maridajes complementaría este estudio. Además, se sugiere una revisión en el proceso de evaluación respecto a la reducción de la cantidad de chocolate empleada, para futuros estudios.

La importancia de la temporalidad en la percepción de los maridajes demostrada en este estudio invita a considerar el uso de técnicas dinámicas para la evaluación de maridajes por el consumidor. Una posible línea de investigación es el empleo de una técnica dinámica como TDE (Temporal Dominance of Emotions) para evaluar la respuesta emocional del consumidor a los maridajes objeto de este estudio. Aunque la técnica TDE se ha aplicado en diferentes productos, no se han encontrado trabajos que

la apliquen en maridajes. La relación entre la evolución en el tiempo de las propiedades sensoriales demostrada en este trabajo y los cambios temporales de sentimientos evocados en el consumidor por los mismos maridajes podría resultar de gran interés y es una línea de trabajo a seguir.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Alberts, H. C., y Cidell, J. L. (2006). Chocolate Consumption, Manufacturing and Quality in Western Europe and the United States. *Geography*, 91(3), 218–226.

Albert, A., Salvador, A., Schlich, P., y Fiszman, S. (2012). Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. *Food Quality and Preference*, 24(1), 111–118.

Amerine, M. A., Pangborn, R. M., y Roessler, E. B. (1965). Principles of Sensory Evaluation of Food. By Maynard A. Amerine, Rose Marie Pangborn, Edward B. Roessler. Academic Press.

Afoakwa, E. O. (2016). *Chocolate Science and Technology (English Edition)* (2.<sup>a</sup> ed.). Wiley-Blackwell.

Arias, D. (2020). *La Hora del Vermut*. Le Cool Madrid. Recuperado el 3 de mayo de 2021 de <https://madrid.lecool.com/>

Real Academia Española. (2021). *maridaje / Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.

Asociación Española del Café. (2020). *Preparación*. AECafé. Recuperado el 22 de marzo de 2021 de <https://www.asociacioncafe.com/preparacion-cafe/>

Baqué, B. (2020). 'Las ocho etapas del proceso de producción del café'. *El Auténtico café / Blog*. El Auténtico Café. Recuperado el 4 de abril de 2021 de <https://elautenticocafe.es/>

Barrera-García, V.D., Gougeon, R.D., Voilley, A. y Chassagne D. (2006). Sorption behavior of volatile phenols at the oak wood/wine interface in a model system. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(11): 3982-3989.

Bernal, C. (2020). *La maquinaria: tipos de cafeteras*. Cafés Bernal. Recuperado el 7 de marzo de 2021 de <https://www.cafesbernal.es/tipos-de-cafeteras/>

Calvino, A. M., García-Medina, M. R., y Cometto-Muniz, J. E. (1990). Interactions in caffeine–sucrose and coffee–sucrose mixtures: evidence of taste and flavor suppression. *Chemical Senses*, 15(5), 505-519.

Camacho, S., Van Riel, V., De Graaf, C., Van De Velde, F., y Stieger, M. (2014). Physical and sensory characterizations of oral coatings of oil/water emulsions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(25), 5789-5795.

Cámara de la cerveza y de la malta. (2017). *La cerveza está hecha por cuatro ingredientes naturales*. Cerveceros de México. Recuperado el 15 de marzo de 2021 de <https://cervecerosdemexico.com/2020/09/10/la-cerveza-esta-hecha-por-4-ingredientes-naturales/>

CataDelVino. (2014). *¿Sabes cuáles son los descriptores de olor más comunes en vinos jóvenes?* Cata del Vino. Recuperado el 3 de mayo de 2021 de <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/sabes-cuales-son-los-descriptores-de-olor-mas-comunes-en-vinos-jovenes>

Carpenter, R. P., Lyon, D. H., Hasdell, T. A., y Aguilera, M. A. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Acribia.

Centro de Innovación Gastronómica. (2021). Comunidad de Madrid. Recuperado el 28 de mayo de 2021 de <https://www.comunidad.madrid/centros/centro-innovacion-gastronomica>

Cervezas La Cibeles. (2020). *Morena*. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <https://cervezaslacibeles.com/tienda/cervezas/morena/>

Chapman, K., Lawless, H., y Boor, K. (2001). Quantitative Descriptive Analysis and Principal Component Analysis for Sensory Characterization of Ultrapasteurized Milk. *Journal of Dairy Science*, *84*(1), 12–20.

Chaya, C (2017). Continuous Time-Intensity. *Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation (English Edition)* (1.ª ed.) 9, 237-266.

CHOCOLATES LA COLONIAL DE EUREKA. (2020). *Chocolate negro 72% cacao sin azúcar*. La Colonial De Eureka. Recuperado el 11 de abril de 2021 de <https://chocolateslacolonialdeeureka.com/product/chocolate-negro-72-cacao-sin-azucar/>

Codini, M., Vélez, F. D., Ghirardi, M., y Villavicencio, I. (2004). Obtención y utilización de la manteca de cacao. *Invenio*, *7*(12), 143-148.

Colorado, R., y Rivera, J. M. (2021). *La Química del Sabor*. Dirección de Comunicación de la Ciencia. Recuperado el 29 de abril de 2021 de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/la-quimica-del-sabor/>

Cordero-Bueso, G. (2013). Capítulo 1. El análisis sensorial y el panel de cata. *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*, 9. Amv Ediciones.

Cordero-Bueso, G. A. (2017). Análisis sensorial de los alimentos. *Madrid, España: AMV Ediciones.*

De Klepper, M. (2011). Food Pairing Theory: A European Fad. *Gastronomica, 11(4)*, 55–58.

*Diccionario Enciclopédico Español online.* (2021). Diccionario General de Español. Recuperado el 29 de abril de 2021 de <https://www.definiciones-de.com/index.php>

Di Monaco, R., Su, C., Masi, P., y Cavella, S. (2014). Temporal Dominance of Sensations: A review. *Trends in Food Science y Technology, 38(2)*, 104–112.

Drake, M. (2007). Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science, 90(11)*, 4925–4937.

Dugas, V., Pineau, N., Folmer, B., Nespresso, N., y Center, N. R. (2012). Evaluating whole cup experience in gourmet espresso coffee by using dynamic methods. In *Eurosens Symposium, September, Berne, Switzerland.*

Ediciones, O. A. (2018). *Apuntes de la historia del vino en España - On Air Ediciones.* Medium. Recuperado el 17 de mayo de 2021 de <https://onairediciones.com/apuntes-de-la-historia-del-vino-en-esp%C3%B1a-ec1931fc6c70>

Elizabeth H., A. (2012). *Pruebas Descriptivas Análisis Sensorial en Alimentos.* Avibert. Recuperado el 9 de mayo de 2021 de <http://avibert.blogspot.com/2012/09/pruebas-descriptivas-analisis-sensorial.html>

Eschevins, A., Giboreau, A., Allard, T., y Dacremont, C. (2018). The role of aromatic similarity in food and beverage pairing. *Food Quality and Preference, 65*, 18–27.

Esquivel, P., y Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International, 46(2)*, 488–495.

*FÉLIX MARTÍNEZ “Cepas Viejas” Reserva.* (2020). Vinos Jeromin. Recuperado el 13 de mayo de 2021 de <https://www.vinosjeromin.com/producto/felix-martinez-cepas-viejas-reserva/>

Fernández Sanz, J. (2018). *Cuáles son las Especies que lleva el Vermut en su elaboración.* Catatu. Recuperado el 7 de marzo de 2021 de [https://catatu.es/blog/especies-vermut/#Ajenjo\\_principal\\_especial\\_del\\_vermut](https://catatu.es/blog/especies-vermut/#Ajenjo_principal_especial_del_vermut)

Fernandez, C. G. (2018). *Fragancia Frutos del Bosque, rojos y azules.* Recuperado el 2 de abril de 2021 de <http://www.velasdecoaromaticas.es/blog/p14358-fragancia-frutos-del-bosque-rojos-y-azules.html>

Fernández, E. y Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. (2018). *Degradación de polifenoles del cacao (Theobroma cacao) L. criollo de Amazonas durante el tostado*.

*Finca El Encín - Alcalá de Henares*. (2018). Comunidad de Madrid. Recuperado el 10 de mayo de 2021 de <https://www.comunidad.madrid/centros/finca-encin-alcala-henares>

Fonseca, V. y UNAD. (2007). Breve historia de la cerveza. *Virtual Pro*, 64.

Foodpairing. (2020). *Coffee Arabica pairings / Foodpairing / blog*. Recuperado el 13 de mayo de 2021 de <https://blog.foodpairing.com/2011/10/coffee-arabica-pairings/>

Galmarini, M. V., Loiseau, A. L., Visalli, M., y Schlich, P. (2016). Use of Multi-Intake Temporal Dominance of Sensations (TDS) to Evaluate the Influence of Cheese on Wine Perception. *Journal of Food Science*, 81(10), S2566-S2577.

Galmarini, M. V., Loiseau, A. L., Debreyer, D., Visalli, M., y Schlich, P. (2017). Use of Multi-Intake Temporal Dominance of Sensations (TDS) to Evaluate the Influence of Wine on Cheese Perception. *Journal of Food Science*, 82(11), 2669–2678.

Galmarini, M. (2020). The role of sensory science in the evaluation of food pairing. *Current Opinion in Food Science*, 33, 149–155.

Harrington, R. J. (2007). *Food and Wine Pairing: A Sensory Experience* (Illustrated ed.). Wiley.

Harrington, R. J., y Hammond, R. (2005). The Direct Effects of Wine and Cheese Characteristics on Perceived Match. *Journal of Foodservice Business Research*, 8(4), 37–54.

Hernández, P.A. 2003. Microbiología industrial. Editorial EUNED. Chile. pp. 36- 61.

Hernández, R.M. y Sastre, G.A. 1999. Tratado de Nutrición. Editorial Díaz de Santos. España. pp. 431-438.

Hidalgo Togores, J. (2010). *Tratado de enología*. Mundi-Prensa.

Hort, J., Kemp, S. E., y Hollowood, T. (2017). *Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation (English Edition)* (1.ª ed.). Wiley-Blackwell.

Humbert. (2018, 10 julio). *La fermentación de la cerveza en 4 fases*. Recuperado el 18 de abril de 2021 de <https://www.kenshosake.com/la-fermentacion-de-la-cerveza-en-4-fases/>

Ibáñez, F. C. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor y Francis.

International Coffee Organization. (2016). Strengthening the global coffee sector through international cooperation. *Annual Review 2015*.

Isac-Torrente, L., Fernandez-Gomez, B., y Miguel, M. (2020). Coffee capsules: implications in antioxidant activity, bioactive compounds, and aluminum content. *European Food Research and Technology*, 246(11), 2335-2347.

Jager, G., Schlich, P., Tijssen, I., Yao, J., Visalli, M., de Graaf, C., y Stieger, M. (2014). Temporal dominance of emotions: Measuring dynamics of food-related emotions during consumption. *Food Quality and Preference*, 37, 87-99.

Amerine, M. A., y Joslyn, M. A. (1964). *Dessert, appetizer and related flavored wines: The technology of their production* (1.<sup>a</sup> ed.). University of California Division of Agricultural Sciences.

Kemp, S. E., Hollowood, T., y Hort, J. (2011). *Sensory evaluation: a practical handbook*. John Wiley & Sons.

Lawless, H. T., y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2nd ed.). Springer.

Lenfant, F., Loret, C., Pineau, N., Hartmann, C., y Martin, N. (2009). Perception of oral food breakdown. The concept of sensory trajectory. *Appetite*, 52(3), 659-667.

Lepage, M., Neville, T., Rytz, A., Schlich, P., Martin, N., y Pineau, N. (2014). Panel performance for Temporal Dominance of Sensations. *Food Quality and Preference*, 38, 24-29.

López, A., García, G.M., Quintero, R.R., López-Munguía A., Canales, I. 2002. Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa. México. pp. 263-312.

Martini, D. (2016). *Historia y orígenes del Vermut*. Dry Martini. Recuperado el 21 de abril de 2021 de <https://www.drymartiniorg.com/historia-origenes-vermut/>

Meyners, M., y Pineau, N. (2010) Statistical inference for temporal dominance of sensations (TDS) data. *Food quality and preference*, 21 (7), 805-814.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020). *Alimentación en España 2020 Producción, Industria, Distribución y Consumo* (23<sup>a</sup> Edición 2020/2021 ed.). Mercasa.

Molina, E. (2011). Análisis sensorial de alimentos.

Monterymard, C., Visalli, M., y Schlich, P. (2010, October). The TDS-band plot: a new graphical tool for Temporal Dominance of Sensations data. In *2nd conference of the society of sensory professionals* (pp. 27-29).

Murthy, P. S., y Naidu, M. M. (2012). Recovery of phenolic antioxidants and functional compounds from coffee industry by-products. *Food and Bioprocess Technology*, 5(3), 897-903.

Nestor, P., Silvia, GM, Ana, C., Verónica, F., Nicolas, A., de Portela, PM y Luz, M. (2013). Diseño, elaboración y características sensoriales de un alimento para tercera edad. *Rev Esp Nutr Comunitaria* , 19(1), 29-36.

Ng, M., Lawlor, J., Chandra, S., Chaya, C., Hewson, L., y Hort, J. (2012). Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference*, 25(2), 121–134.

Niseteo, T., Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., y Budeč, M. (2012). Bioactive composition and antioxidant potential of different commonly consumed coffee brews affected by their preparation technique and milk addition. *Food chemistry*, 134(4), 1870-1877.

Oberrauter, L. M., Januszewska, R., Schlich, P., y Majchrzak, D. (2018). Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). *Food Research International*, 111, 39–49.

OeMv, O. E. M. V. (2021). *La superficie de viñedo en España se redujo ligeramente en 2020*. Interempresas. Recuperado el 4 de marzo de 2021 de <https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/322958-La-superficie-de-vinedo-en-Espana-se-redujo-ligeramente-en-2020.html>

OCU. (2019). *Cómo se procesa el café: del cafeto a la cafetera*. www.ocu.org. Recuperado el 13 de abril de 2021 de <https://www.ocu.org/alimentacion/cafe/informe/procesado-del-cafe>

Pecore, S.D., Rathjen-Nowak, C y Tamminen, T. (2011) *Temporal order of sensations, 9th Pangborn Sensory Science Symposium, September 4-8*, Toronto, Canada.

Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., Rogeaux, M., Etiévant, P., y Köster, E. (2009). Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. *Food Quality and Preference*, 20(6), 450–455.

Pineau, N., de Bouillé, A. G., Lepage, M., Lenfant, F., Schlich, P., Martin, N., y Rytz, A. (2012). Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? *Food Quality and Preference*, 26 (2).

Pineau, N., y Schlich, P. (2015). Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique, in *Rapid sensory profiling techniques* (pp. 269-306). Woodhead Publishing.

Quiroz, M. y Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). *Semiótica del olor*.

Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 17 de diciembre de 2016, núm. 304, pp 88520-88524.

Rodríguez, D. (2019). *Diseño de bodega de vermut con una producción de 300.000 litros/año en la región del Penedés en Els Garidells (Tarragona)*.

Sánchez López, J. A., Wellinger, M., Gloess, A. N., Zimmermann, R., y Yeretzián, C. (2016). Extraction kinetics of coffee aroma compounds using a semi-automatic machine: On-line analysis by PTR-ToF-MS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 401, 22–30.

SCA (2014). Grinding Research Report. Speciality Coffee Association.

*Science behind - Foodpairing*. (2014). The Science behind Foodpairing. Recuperado el 12 de mayo de 2021 de <http://www.foodpairing.com/en/science-behind>

Schlich, P., y Pineau, N. (2017). Temporal dominance of sensations. In *Time-dependent measures of perception in sensory evaluation* 11, (pp. 283-320). (*English Edition*) (1.ª ed.) Wiley-Blackwell.

*Seeds of Cacao Tree Theobroma Cacao L. Family Sterculiaceae* (2018). Seeds of Cacao Tree Theobroma Cacao L. Family Sterculiaceae. Recuperado el 13 de abril de 2021 de <https://www.ceibatrade.com/cacao>

Staff, F. C., McIntyre, E., McIntyre, E., Butterworth, M., Staff, F. C., Yeo, S., Easlon, J., Jesani, F., Roenker, R., Helmer, J., y Taylor, S. J. (2020, 1 octubre). *Fresh Cup Magazine* -. Fresh Cup Magazine. Recuperado el 15 de abril de 2021 de <https://www.freshcup.com/>

Stone, H., Sidel, J., y Oliver, S. (1998). Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis: development, applications, and the future. *IFT Annual Mtg*, 6, 20-24.

Stone, H., y Sidel, J. L. (2004). Test strategy and design of experiments. *Sensory Evaluation Practices*. San Diego: Academic Press, 99-143.

Suárez, M. y Universidad de Oviedo. (2013). *Cerveza: Componentes y propiedades*.

*Supracafé / Beyond a cup of coffee*. (2020). Café variedad Caturro de proceso natural - Café en grano. Recuperado el 23 de mayo de 2021 de <https://www.supracafe.com/>

Thomas, A., Visalli, M., Cordelle, S., y Schlich, P. (2015). Temporal Drivers of Liking. *Food Quality and Preference*, 40, 365–375.

Toker, O. S., Palabiyik, I., y Konar, N. (2019). Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science y Technology*, 91, 446-453.

UNE-EN 1979:1999 (1979). Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Tubos termoplásticos de pared estructurada helicoidal. Determinación de la resistencia a la tracción de la línea de soldadura. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 4 de marzo de 2021).

UNE-EN ISO 5492:2010 (2010). Análisis sensorial. Vocabulario. Guía general (ISO 5492:2008). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 5 de marzo de 2021).

UNE-ISO 16820:2010 (2010). Análisis sensorial. Metodología. Análisis secuencial. Guía general (ISO 5492:2010). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 6 de marzo de 2021).

UNE-EN ISO 8586. (2014). Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 4 de marzo de 2021).

UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (2017) Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 9 de marzo de 2021).

UNE-ISO 6658:2019 (2019). Guía general (ISO 6658:2017). Análisis sensorial. Metodología. Guía general. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. (Consultado el 5 de marzo de 2021).

Unión Europea. Reglamento (UE) 251/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la definición, descripción, presentación, etiquetado y protección de las indicaciones geográficas de los productos vitivinícolas aromatizados. Diario Oficial de la Unión Europea. L 84/14, pp 1-21.

Varnan, A.H. y Sutherland, J.P. 1997. Bebidas: Tecnología, Química y Microbiología. Editorial Acribia. España. pp. 307-372.

*Vermut Zecchini*. (2021). Vermut Zecchini Rojo. Recuperado el 23 de mayo de 2021 de <https://www.vermutzecchini.com/inicio/>

Vincent, V.M.C., Álvarez, B.S., Zaragoza, C.J.L. 2006. Química industrial orgánica. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. España. pp. 67-93.

Weinberg, B. A., y Bealer, B. K. (2002). *The World of Caffeine: The Science and Culture of the World's Most Popular Drug* (Softcover Edition). Routledge.

Wine&Spirit Education Trust (2012). WSET Level 3 Award in Wine and Spirits. Study Guide.

Witt, T., y Stokes, J. R. (2015). Physics of food structure breakdown and bolus formation during oral processing of hard and soft solids. *Current opinion in food science*, 3, 110-117.

Zorn, S., Alcaire, F., Vidal, L., Giménez, A., y Ares, G. (2014). Application of multiple-sip temporal dominance of sensations to the evaluation of sweeteners. *Food Quality and Preference*, 36, 135-143.