

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**  
**GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**



**APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL EN LA  
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE GALLETAS**

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre-2022

Autora: Ariana Jiménez Soto

Tutora: Esther Sendra Nadal

Co-tutora: Nuria Jiménez Redondo



## **Aplicación del análisis sensorial en la investigación y desarrollo de galletas**

### **RESUMEN**

Hoy en día el análisis sensorial es reconocido como una materia necesaria y de gran importancia en el desarrollo, mantenimiento y mejora de la industria agroalimentaria, ya que es capaz de realizar una predicción certera sobre el éxito que tendrá un producto además de detectar las características deseadas y no deseadas de un alimento, entre otras cosas. En este trabajo se planteó una metodología a seguir para formar y entrenar sensorialmente a un panel de cata especializado en galletas; el protocolo realizado incluye un fundamento teórico, la selección de jueces a partir de la aplicación de pruebas básicas previas de aromas y sabores, así como el entrenamiento de los mismo por medio de pruebas específicas de evaluación descriptiva entre otras. El proceso tuvo lugar en un plazo de 5 sesiones y estuvo conformado por 22 jueces y un total de 21 muestras de galletas. Se analizaron parámetros físico químicos para determinar si existía relación entre los resultados sensoriales e instrumentales en donde se encontró que existe un nivel de coincidencia en la distribución de muestras y que los datos sensoriales dan una evaluación más completa de las muestras.

**Palabras clave:** atributos, jueces, entrenamiento, léxico y napping.

### **Sensory analysis application on biscuits research and development**

#### **ABSTRACT**

Nowadays the sensorial analysis is recognized as a necessary and important subject on the development, maintenance and improvement of the agro-food industry; due to its capability to predict the success of a new product, as well as the fact that it can be used to determine which are the desired and undesired characteristics of a food product, among other things. This work proposes a methodology to follow when creating and training a testing panel specialized on cookies. The protocol involves theoretical foundation, judges selection through the application of basic tests of aromas and flavors, as well as a proposed training based on specific descriptive evaluation tests, among others. The process took place on 5 sessions and It was conform by 22 judges and a total of 21 cookie samples. On the other hand, some physical-chemical tests were performed to the cookies in order to determine if there was a relationship between sensory and instrumental results, showing the existence of similarities between the characterization of the sample, and that sensorial analysis gives further information about the samples.

**Keywords:** attribute, panelists, training, lexicon, napping.



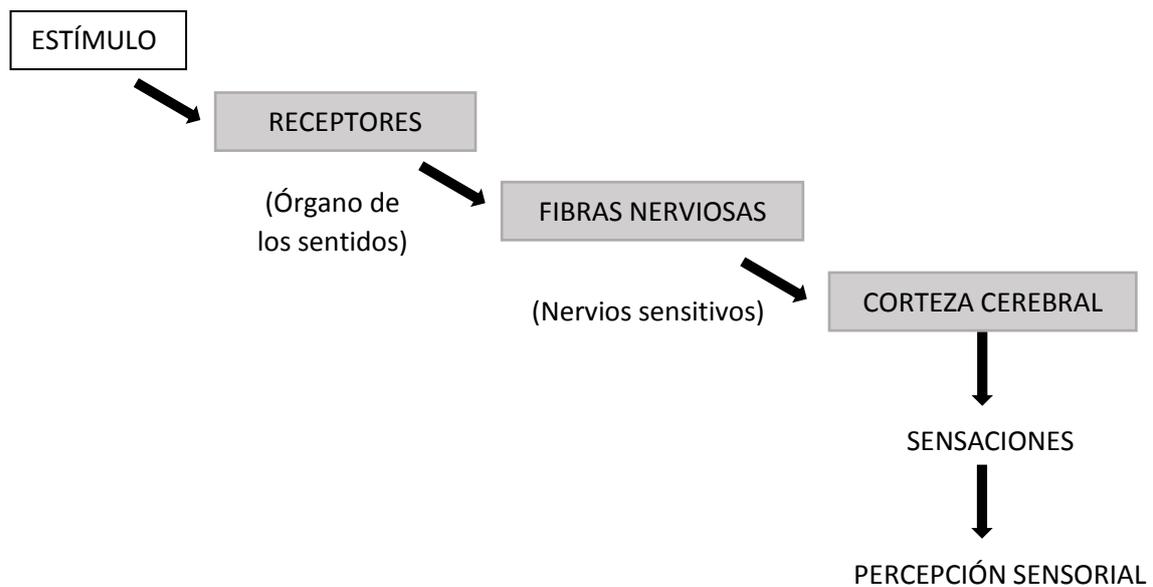
# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
1.1. ANÁLISIS SENSORIAL EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA .....	8
1.2. INDUSTRIA DE GALLETAS.....	9
1.3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL EN LA INDUSTRIA DE GALLETAS .....	11
1.3.1. <i>Análisis de calidad</i> .....	11
1.3.2. <i>Análisis de aceptación</i> .....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1. MUESTRAS.....	15
3.2. ANÁLISIS SENSORIAL .....	15
3.2.1. <i>Pruebas previas</i> .....	16
3.2.2. <i>Pruebas específicas</i> .....	17
3.3. ANÁLISIS INSTRUMENTAL .....	19
3.3.1. <i>Textura</i> .....	19
3.3.2. <i>Actividad de agua</i> .....	19
3.3.3. <i>Color</i> .....	19
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	21
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
4.1. INGREDIENTES PRINCIPALES EN LAS GALLETAS Y SU FUNCIÓN.....	22
4.2. RESULTADOS DE PRUEBAS PREVIAS.....	24
4.3. ATRIBUTOS .....	26
4.3.1 INTERPRETACIÓN DE ATRIBUTOS.....	26
4.3.1.1 LÉXICO .....	27
4.3.1.2 ORDENACIÓN DE ATRIBUTOS.....	29
4.3.1.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUALITATIVO .....	31
4.3.2 NAPPING.....	32
4.3.3 TRIANGULARES.....	33
4.4. RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS.....	35
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	42
<b>7. ANEXOS</b> .....	45

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es cada vez más frecuente que el consumidor demande productos innovadores que cumplan con nuevas tendencias o necesidades, por lo que resulta indispensable que las empresas se encuentren en constante mejora y busquen reinventarse; especialmente en el sector de la alimentación que cada día resulta de mayor interés para la sociedad, es por esto que para lograr satisfacer las demandas del mercado de manera exitosa es necesaria, entre otras cosas, la aplicación del análisis sensorial (Cordero-Bueso, 2013).

El análisis sensorial podría ser descrito como una disciplina científica que es utilizada para analizar, medir e interpretar las reacciones a las características propias de los alimentos y materiales tal y como son percibidas por los sentidos del olfato, vista, gusto, tacto, y el oído (Stone *et al.*, 2020). Debido a esta valoración sensorial de los alimentos las personas pueden aprobar o desestimar los mismos basándose en las sensaciones que experimentan al consumirlos y de esta manera se obtiene el juicio crítico del consumidor sobre un producto alimentario, lo cual determina el nivel de aceptación del mismo, el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar y, en definitiva, el éxito general del producto. Es por esto por lo que es indispensable definir mediante parámetros objetivos dichas sensaciones subjetivas, lo que se logra por medio del análisis sensorial. (Valls *et al.*, 1999). Como se menciona anteriormente, la evaluación sensorial busca analizar la relación entre un estímulo físico y la respuesta de la persona a quien se le aplica, el resultado de esta interacción es una suma de al menos tres pasos, iniciando con la interacción del estímulo y el órgano sensorial que lo percibe, convirtiéndolo en una señal que viaja al cerebro donde finalmente este lo interpreta para generar una respuesta. En este último paso, el cerebro, basándose en experiencias anteriores, ordena e integra las sensaciones permitiéndole saber si el estímulo que ha percibido corresponde a dulce, duro, amargo o cualquier otro atributo sensorial con el cual se haya encontrado anteriormente (Severiano-Pérez, 2019). Es decir, para que se consiga obtener una respuesta en relación a las características sensoriales de un alimento, los analizadores primero reciben estímulos externos que son transmitidos por medio de un nervio conductor transformándolo en sensaciones, tal y como se muestra en la [Figura 1](#).



**Figura 1.** Funcionamiento del mecanismo de percepción sensorial

Fuente: *Manfugás (2020). Mecanismo de percepción sensorial [gráfico]. Evaluación sensorial de los alimentos.*

Las evaluaciones sensoriales se llevan a cabo por medio de un grupo de individuos a los cuales se les conoce como panelistas y estos conforman el panel de cata; en base al tipo de análisis que se va a realizar, existen diferentes tipos de jueces (*Cordero-Bueso, 2013*):

1. **Juez entrenado o panelista:** persona con una alta habilidad de detección de alguna propiedad sensorial, que ha recibido formación teórica y práctica sobre el tema, esta persona sabe exactamente qué debe medir y realiza pruebas con cierta periodicidad. Se emplea para pruebas discriminativas y descriptivas complejas.
2. **Juez semientrenado o “de laboratorio”:** tiene suficiente habilidad, también tiene un entrenamiento teórico, realiza pruebas sensoriales con frecuencia, solo suele intervenir en pruebas discriminativas sencillas.
3. **Juez consumidor:** persona que no ha recibido ningún tipo de formación y tampoco ha realizado evaluaciones sensoriales. Es importante que sea consumidor habitual del producto que se esté estudiando o en caso de que se

trate de un nuevo producto, esta persona debe ser potencial consumidor del mismo.

### 1.1. ANÁLISIS SENSORIAL EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

La historia de la evaluación sensorial comienza en la década de los años 40 del siglo XX, inicialmente surge para hacer frente a la falta de objetividad y sistematización que existía a la hora de evaluar los alimentos elaborados antiguamente con la intención de optimizar su venta en el mercado (Severiano-Pérez, 2019). Por lo que se puede decir, que inicialmente el propósito de la evaluación sensorial era determinar si un alimento gustaba o disgustaba y así poder aumentar las posibilidades de triunfo con respecto a su venta.

No obstante, con la evolución y el desarrollo no solo de la sociedad sino de la ciencia y la tecnología en general, el sector de la producción alimentaria evolucionó, por lo que surgió la necesidad de mejorar las técnicas que comprendían la evaluación sensorial con el objetivo de obtener resultados fiables; para lograr dicho objetivo se implementaron métodos instrumentales con mayor exactitud a la hora de describir las interacciones más complejas entre el hombre y la percepción de las características de los alimentos. Si bien, dichos métodos funcionan de manera correcta, en ocasiones no evalúan todas las características de los alimentos y es ahí, cuando se considera necesaria la evaluación sensorial que el hombre realiza con sus sentidos para lograr medir de forma más directa la calidad de un producto alimenticio; esto, en parte, es debido a que la evaluación sensorial tiene diversas aplicaciones y desempeña un papel clave en determinar el ciclo de vida un producto. Es por ello que en la actualidad, para realizar el análisis completo de un alimento se debe acompañar su estudio con una evaluación directa a sus parámetros organolépticos por medio del análisis sensorial (Manfugás, 2020).

Actualmente el análisis sensorial es imprescindible para la industria agroalimentaria no solo por sus múltiples aplicaciones en la caracterización de productos alimenticios, sino por ser un método de evaluación y estudio con carácter científico, que puede ser utilizado como un instrumento que mide de manera objetiva ciertos parámetros logrando obtener resultados con un grado tolerable de reproductibilidad y precisión (Ibáñez, 2001).

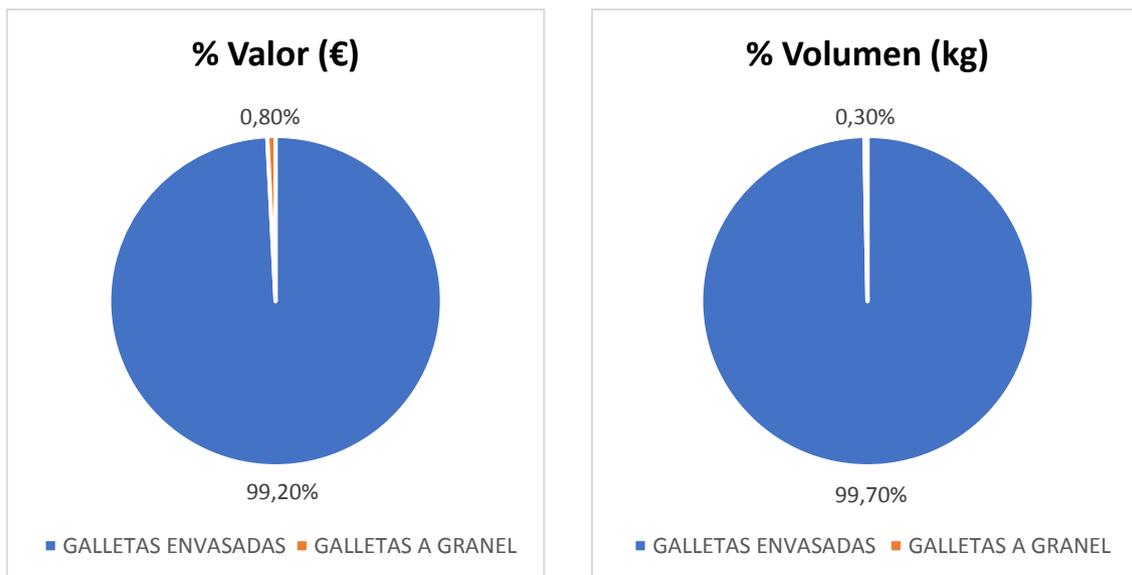
En el presente trabajo de fin de grado se plantea una guía o protocolo a seguir para entrenar a un grupo de jueces semientrenado en una materia específica, que en este caso es el análisis sensorial de galletas.

## 1.2. INDUSTRIA DE GALLETAS

Según el [Real Decreto 1124/1982](#) se entiende como galleta “los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua”.

La industria de galletas en España ha ganado popularidad en los últimos años, más específicamente se ha observado este cambio desde el año 2008 hasta la actualidad, según el [Informe de Consumo de Alimentación en España \(2020\)](#), en el año 2020 las galletas han ganado relevancia llegando a incrementarse el consumo un 5,3 % con respecto al año 2019, además de obtener un aumento del 4,9 % en valor, lo que se debe a que el precio medio disminuyó un 0,4 % quedando en 3,55 €/kg. Observando los datos se puede apreciar que el consumo de galletas en España es cada vez mayor así como también lo es el presupuesto que se destina a su compra, ya que el 1,15 % del presupuesto de la compra general de alimentos y bebidas dentro de los hogares españoles va destinado a la compra de galletas, lo que implica un gasto per cápita anual de alrededor de 20 €, que corresponde con un aumento del 4,6 % con respecto al 2019. Estos datos muestran que el consumo de galletas se ha incrementado, y aún más evidente se hace esta intensificación en los meses de marzo, abril y mayo, obteniendo su variación más alta en el mes de abril (20,4 %).

Una de las causas de este crecimiento en el consumo y compra de galletas se debe a la mayor oferta de galletas envasadas ya que el consumo de estas ha aumentado mientras que el consumo de galletas a granel ha disminuido.



**Figura 2.** Importancia de los tipos de galletas según ventas en supermercados

Fuente: MAPA (2020). Importancia de los tipos de galletas [gráfico]. Informe del Consumo de Alimentación en España.

Dentro de los datos de consumo de galletas per cápita se observa que los adultos independientes son los que lideran el ranking con 7,46 kg, seguido de jóvenes independientes (6,55kg), personas retiradas (6,15kg), parejas con hijos de edad media (5,83kg) y hogares monoparentales (5,62kg) finalmente las parejas jóvenes que no tienen hijos son quienes menor consumo tienen de toda la categoría, siendo de 4,25kg per cápita; siendo el 2,3 % inferior al promedio nacional (Informe de Consumo de Alimentación en España, 2020). Con estos datos se puede ver que el sector de la industria de galletas está en constante crecimiento, además se logra apreciar lo bien arraigado que se encuentra en la sociedad y la importancia que tienen las galletas en la alimentación española actual. Adicionalmente, las galletas pueden ser un ingrediente de otros alimentos como puedan ser helados, natillas con galleta, tartas, entre otros. En este sentido cada industria alimentaria requiere de diferentes tipos de galleta en función del uso, con características diferenciadas (capacidad de absorción de agua, modo de fractura...).

### 1.3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL EN LA INDUSTRIA DE GALLETAS

Como se ha mencionado brevemente en párrafos anteriores, el análisis sensorial desempeña un papel muy importante en un gran número de actividades de investigación sobre alimentos; además de ser un método con múltiples aplicaciones en el sector agroalimentario es importante señalar que dependiendo del objetivo que se busque, la aplicación o el enfoque del análisis varía (Sancho *et al.*, 1999). Teniendo esto en cuenta y a modo de ejemplo, si el objetivo de una empresa es prevenir los posibles defectos que puedan producirse durante la fabricación de un producto, esta se centrará en estudiar la materia prima y como se ve afectada por los procesos previos a la realización del mismo (Valls *et al.*, 1999).

Por lo que, en función de la finalidad que se pretenda conseguir, se puede distinguir dos vertientes del análisis sensorial: análisis de calidad y análisis de aceptación (Sancho *et al.*, 1999).

#### *1.3.1. Análisis de calidad*

En el análisis de calidad se examina el producto y se clasifican objetivamente sus propiedades organolépticas. Para la realización de estas pruebas es necesario un panel de cata experto (Cordero-Bueso, 2013). Y a su vez este se podría clasificar en dos vertientes:

##### **1. Producción**

Se lleva a cabo para controlar los procesos de elaboración de los alimentos evitando la aparición de diferencias detectables en la materia prima, se busca mantener la homogeneidad y la estandarización en todos los procesos para mantener los parámetros deseados. Un ejemplo de esto podría verse en operaciones de horneado, en las que puede ocurrir que algunas galletas estén más expuestas a la fuente de calor y por lo tanto queden más tostadas, esto alteraría la composición de la galleta provocando a su vez un cambio a nivel sensorial que puede afectar al producto final.

Es por esto por lo que un panel de cata entrenado y especializado es indispensable durante la elaboración del producto para poder detectar cualquier inconveniente de

manera directa y solucionarlo sin que se llegue a ver afectada la aceptación final del producto.

## **2. Control de calidad**

Este aspecto está relacionado con el punto anterior ya que para encontrar la calidad total del producto se deben cuidar de los parámetros y características de todas las operaciones; desde la selección de la materia prima (harina, aceite, azúcar) como su evolución y proceso (operaciones de mezclado, horneado) y su estado final. Siendo este último, el más importante ya que es el producto tal y como será presentado al consumidor y deben considerarse no solo los atributos de sabor, sino el aroma, la textura y apariencia.

### *1.3.2. Análisis de aceptación*

En este tipo de análisis se dictamina el grado de aceptación que tendrá un producto, conociendo también la reacción que impulsa al consumidor. Estas pruebas pueden realizarlas personas con poca experiencia que respondan al público objetivo al cual va destinado el producto (Cordero-Bueso, 2013). Este tipo de análisis es efectivo en proceso de:

#### **a. Investigación y desarrollo de productos**

Esta es un área en la que se suele utilizar mucho el análisis sensorial, como se trata de un lanzamiento de un nuevo producto o de la mejora de uno ya existente, se realizan diversos ensayos, como: buscar diferencias con el producto actual y un producto al cual se quiera imitar; describir las diferencias para saber cuál es el objetivo que se quiere alcanzar; ensayos de vida útil en función del tiempo y de las condiciones de almacenamiento; y sobre todo pruebas de aceptación a un grupo reducido de consumidores como un paso previo a un estudio de consumidores.

#### **b. Marketing**

El objetivo del marketing es encontrar el público al cual el producto va dirigido y así poder asegurar que se cumpla con las características deseadas. En este área el análisis sensorial juega el papel de determinar cuándo se tiene el producto perfecto para el consumidor, para lograrlo se realizan ensayos de preferencia y aceptabilidad; se

establecen comparaciones periódicas con otros productos que sean de la competencia; determinar la preferencia de aspectos generales del producto (logo, etiqueta, envase, publicidad, etc.) y atender a las quejas sensoriales que realizan los consumidores.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo general del presente Trabajo Fin de Grado es plantear un protocolo para formar y entrenar un panel especializado en galletas, además de conocer la sensibilidad y las aptitudes sensoriales de los jueces para realizar evaluaciones objetivas de las características organolépticas de las mismas.

Para conseguir el objetivo general se plantean diferentes objetivos específicos:

- 1) Formación y entrenamiento al panel de cata.
- 2) Incidir en pruebas discriminativas con objeto de evaluar el nivel de detección de los jueces para determinar ingredientes diferentes entre las muestras, así como la capacidad diferenciar galletas similares.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MUESTRAS

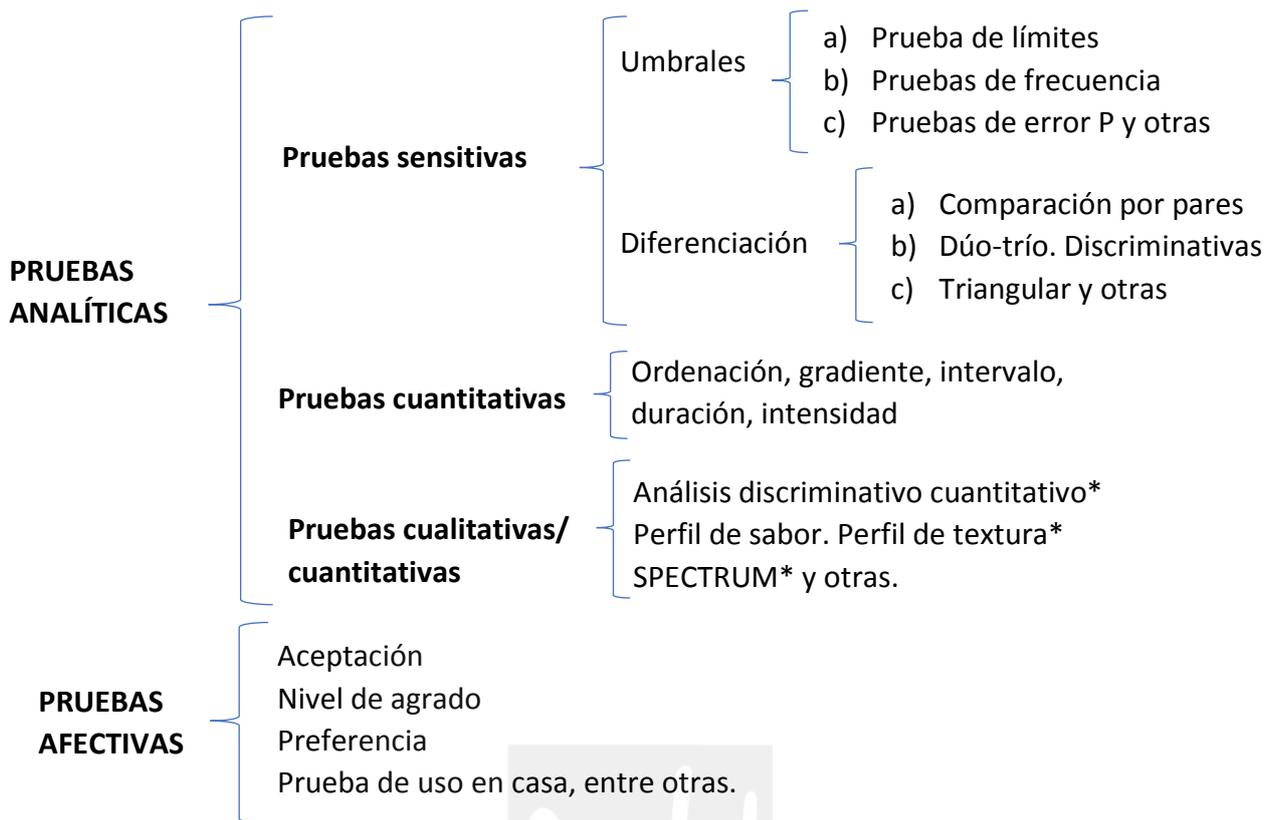
Se trabajó con un total de 21 galletas las cuales se pueden clasificar en dos grupos:

- **Galletas comerciales**, de diferentes proveedores y con diferente composición entre sí, seleccionadas según sus características más destacables clasificándolas en categorías de: azucaradas, edulcoradas, hojaldradas, tostadas, granuladas y compactas, pudiendo tener una misma muestra dos o tres características diferentes; enumeradas del 1 a la 12.
- **Galletas no comerciales**, elaboradas con los mismos ingredientes por el mismo proveedor con diferentes fechas de producción entre sí, con la finalidad de señalar posibles diferencias significativas entre ellas, estas muestras se enumerarán desde la muestra 13 en adelante, estas galletas fueron proporcionadas directamente por el fabricante.

Teniendo en cuenta los ingredientes mayoritarios o principales que componen a las muestras seleccionadas, se entenderá como galletas aquellos productos cuya composición principal esté constituida por harina, azúcar o edulcorantes, cualquier tipo de grasa y sal; no se tienen en cuenta productos con ingredientes adicionales tales como chocolate, frutos secos o cremas, entre otros.

#### 3.2. ANÁLISIS SENSORIAL

Para el entrenamiento del panel de cata inicialmente se realizaron pruebas previas con el fin de determinar el nivel en el cual se encontraban los jueces, una vez realizadas estas pruebas se seleccionan los jueces que continuaron con el proceso de entrenamiento y se procedió a realizar las pruebas específicas con el objetivo de reforzar la definición de conceptos relacionados con galletas. El panel de cata estaba formado por 22 jueces españoles (10 mujeres entre 27-51 años; 12 hombres entre 33-54 años). Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para comparar los resultados obtenidos por el panel de cata.



**Figura 3.** Clasificación general de las pruebas sensoriales

Fuente: Severiano (2019). Clasificación general de las pruebas sensoriales [figura]. What is and how is the sensory evaluation used?

### 3.2.1. Pruebas previas

#### 1. Identificación de sabores básicos

Se prepararon disoluciones con agua y para se utilizaron los siguientes compuestos y concentraciones de los sabores: dulce, salado, amargo, ácido y umami.

**Tabla 1**

Preparación de los 5 sabores básicos para la prueba de identificación de sabores

Sabores Básicos	Compuesto	Concentración
Dulce	Sacarosa	10,6 g/L
Salado	Cloruro de sodio	4 g/L
Amargo	Cafeína	0,6 g/L
Ácido	Ácido cítrico	1,2 g/L
Umami	Glutamato monosódico	2 g/L

Las disoluciones se presentaron en pequeños vasos previamente codificados, cada vaso contenía aproximadamente entre 25-30 mL de solución y se presentaron ante el juez en orden aleatorio; la finalidad de esta prueba es observar si los jueces son capaces de reconocer correctamente los sabores básicos (Watts *et al.*, 1992).

## 2. Umbral de detección e identificación

Se prepararon disoluciones con agua y se utilizaron los siguientes compuestos y concentraciones de los sabores: dulce, salado, margo y ácido.

**Tabla 2.**

Parámetros utilizados para la prueba de umbral de detección de sabores básicos

Sabores Básicos	Compuesto	Concentración					
		A	B	C	D	E	F
Dulce	Sacarosa	0 g/L	4 g/L	6 g/L	8 g/L	10 g/L	12 g/L
Salado	Cloruro de sodio	0 g/L	0,4 g/L	1 g/L	2 g/L	3 g/L	4 g/L
Amargo	Cafeína	0 g/L	0,4 g/L	1 g/L	2 g/L	3 g/L	4 g/L
Ácido	Ácido cítrico	0 g/L	0,2 g/L	0,4 g/L	0,6 g/L	0,8 g/L	1 g/L

Con esta prueba se busca registrar la intensidad que debe tener un estímulo para ser detectado y reconocido. El ser humano tiene la capacidad de sentir sabores: dulce, amargo, salado, ácido y umami; y mediante las pruebas de umbrales, conocidas como la mínima cantidad necesaria para que el estímulo sea percibido, se logra determinar el nivel del panel. El umbral de detección hace referencia a la intensidad del sabor a la cual el juez reconoce que existe una diferencia entre el agua y el sabor en cuestión; mientras que el umbral de identificación se refiere a la cantidad de sabor a la cual se logra determinar cuál es el estímulo detectado (Juárez *et al.*, 2015).

### 3.2.2. Pruebas específicas

#### A) Prueba triangular

El objetivo de esta prueba es trabajar los estímulos gustativos y olfativos. Consiste en entregar de manera simultánea tres muestras codificadas, dos de las cuales son exactamente iguales entre sí, para que el juez identifique cuál de las muestra es la diferente. Es una prueba de juicio forzado, lo que significa que siempre se debe dar una

respuesta, aunque no se tenga completa seguridad en la elección. La probabilidad de acertar debida al azar en esta prueba es del 33 % (Cordero-Bueso, 2013).

Por otro lado, con respecto a las pruebas descriptivas se trabajará con la selección de atributos claves de los productos seleccionados. Las actividades a realizar dependen de las necesidades específicas del panel, no obstante, se pueden seguir algunas pautas generales, tales como:

- Formación y preparación del panel de catadores.
- Entrenamiento básico.
- Entrega de documentación necesaria para la formación del panel.

Desde el punto de vista específico dentro de las pruebas descriptivas, se realizarán diferentes pruebas.

#### **B) Identificación de atributos**

Para esto, se desarrollará un léxico de los atributos de flavor y de textura, además de posibles defectos que se encuentren en las muestras. De esta manera se estandarizarán las evaluaciones, comprendiendo los conceptos que se aplican y a su vez, se llegará a obtener resultados precisos.

#### **C) Pruebas de ordenación**

Se puede definir como el examen de los caracteres organolépticos de un producto alimenticio a través de los sentidos, alcanzando datos objetivos y cuantificables (Valls *et al.*, 1999). Los panelistas deben ordenar las muestras en manera decreciente para cada uno de los atributos o características a evaluar, si se trata de una prueba de ordenación por atributo, el juez debe ir probando las muestras de dos en dos para comparar correctamente y obtener resultados fiables (Hernández, 2005).

#### **D) Napping**

El término “Napping” viene de la palabra francesa *nappe* cuyo significado en español es mantel, esta técnica es llamada de esta forma debido a que las muestras son agrupadas en un espacio bidimensional muy similar a un mantel. Es una prueba en la que se evalúan las semejanzas y diferencias entre los productos, en base al criterio propio de cada

panelista. No existen respuestas correctas o incorrectas simplemente se posicionan las muestras para establecer cuales son percibidas como semejantes (si las muestras están muy cercanas entre sí) o como diferentes (si las muestras están muy separadas entre sí) (Liñan, 2021).

### 3.3. ANÁLISIS INSTRUMENTAL

Debido a que el sabor, color y textura son atributos de gran influencia en cuanto a la aceptación de cualquier alimento es importante contrastar los resultados del análisis sensorial con métodos instrumentales que aunque integran menos parámetros que la evaluación sensorial son más rápidos y reproducibles. Con esta finalidad, las galletas fueron sometidas pruebas físico-químicas.

#### *3.3.1. Textura*

Para el análisis de la textura se utilizó una sonda de “diente plano”, un método imitativo que destruye la muestra simulando la acción de morder con los incisivos, este método se utiliza en muestras sólidas y crujientes como pueden ser snacks; con la finalidad de medir la dureza del alimento. La muestra se coloca sobre dos soportes separados entre sí y una sonda conectada al analizador de textura ejerce presión en el centro de la muestra a una velocidad constante hasta generar deformación o fractura sobre la misma (Chen *et al.*, 2013). Para esto se utilizó un Analizador de textura modelo TA-XT-PLUS; la velocidad de la sonda fue de 2 mm/s y la distancia entre los dos puntos de apoyo de 20 mm.

#### *3.3.2. Actividad de agua*

Para la determinación de la actividad de agua presente en cada muestra se realizó un análisis con la AW SPRINT Novasina th500, un instrumento de laboratorio que arroja resultados reproducibles y precisos bajo condiciones controladas de temperatura dentro de un rango de 0-50 °C; para preparar las muestras se trituraron las galletas con un molinillo eléctrico (Silvercrest, durante 2 min) y se colocaron en la AW SPRINT th500 donde pasados entre 25-30 minutos el equipo determina dicho parámetro.

#### *3.3.3. Color*

Para medir el color se utilizó un colorímetro triestímulo Minolta CR-400 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) que mide el espacio de color CIEL\*a\*b\* en el cual se miden los parámetros L\* que determina la luminosidad, a\* (coordenada verde-rojo) y b\* (coordenada azul-amarilla); con estas coordenadas se calculó C\* que representa el croma o saturación y °h que es el ángulo de matiz. La luminosidad se mide en base a la claridad u oscuridad que presenta el color en valores desde 0 a 100, de manera que 0 es el valor que indica el color negro y 100 el valor que indica el color blanco; también se mide la coordenada a\* que representa la longitud de onda que determina si el color está más inclinado a los tonos rojos (+) o verdes (-); y el valor de b\* representa los tonos amarillos (+) y azules (-). Los límites tanto para el valor de a\* como para el b\* son aproximadamente  $\pm 80$  (López, 2013). Este proceso se realizó a 9 muestras de cada tipo de galleta por triplicado.

Dado el elevado número de pruebas a realizar, la intensificación del entrenamiento, y los objetivos diferentes de las pruebas sensoriales realizadas no todas las galletas se utilizaron en todos los ensayos. El objetivo de la formación es mejorar continuamente las habilidades de los panelistas para exponerles a pruebas de mayor dificultad. De este modo en las primeras pruebas se trabajó solo con galletas comerciales, para pasar después a evaluar diferencias entre galletas de misma formulación y fabricante, pero de diferentes lotes. En la Tabla 3 se presenta un esquema de las galletas utilizadas en cada ensayo.

**Tabla 3.**

Especificación de número de panelistas participantes y muestras utilizadas según la prueba a realizar.

Prueba	N° Panelistas	Muestras	Tipos de galleta
Interpretación de atributos (Tabla 7)	22 panelistas	M6-M9-M11-M12	Galletas comerciales
Ordenación de atributos (Tabla 9.1)	17 panelistas	M3-M4-M5-M7	Galletas comerciales
Ordenación de atributos (Tabla 9.2)	22 panelistas	M17-M18-M19-M20-M21	Galletas no comerciales

Análisis cualitativo (Tabla 10)	Análisis M1-M5, 22 panelistas. Análisis M8-M10, 16 panelistas	M1-M5-M8-M10	Galletas comerciales
Napping (Figura 5)	22 panelistas	De la M1 aM12	Galletas comerciales
Triangulares (Tabla 11)	22 panelistas	M15-M16-M13- M15	Galletas no comerciales

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el paquete de software SPSS v.28.0.0.0 (IBM SPSS Statist cs, Chicago, IL, USA) para Windows. Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos se calculó la media y la desviación estándar. Para comparar las medias se realizó un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y un test de Tukey para determinar si las diferencias entre tratamientos eran significativas ( $p < 0,05$ ). Las diferencias significativas se indican usando letras diferentes.

El análisis de componentes principales (PCA mapa de regresión) se llevó a cabo para proyectar las muestras según los parámetros analíticos y la composición nutricional usando el XLSTAT Premium 2016 (Addingsoft, Barcelona, Spain).

*Miguel Hernández*

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. INGREDIENTES PRINCIPALES EN LAS GALLETAS Y SU FUNCIÓN

A continuación se describen los componentes básicos de la galleta (Harina, azúcar, grasa y agua) y la función que desempeñan en su presentación final, al igual que la función de ciertos componentes mejorantes, como el metabisulfito, la lecitina, el bicarbonato, la sal, el salvado y edulcorantes.

**Tabla 4**

*Ingredientes básicos en la galleta y su función*

INGREDIENTES	FUNCIÓN
Harina de trigo	La proteína presente en el trigo, el gluten, es indispensable para el resultado final de dureza en la galleta, específicamente la gliadina confieren cohesividad y elasticidad a la masa dando como resultado una masas más blanda y fluida y por otro lado la prolamina contribuyen a la extensibilidad, dando como resultado una mas más fuerte y firme. Es importante que la masa sea capaz de no solo incorporar sino retener el aire lo que se consigue controlando las propiedades de la harina junto a un correcto amasado de la misma. Si la galleta se hace con una harina muy dura el resultado será un producto duro y muy crujiente además el producto sufriría una reducción irregular tras el moldeo (Rodríguez, 2009).
Azúcar	Su principal función es endulzar el producto final sin embargo, cuando se encuentran en su estado cristalino, contribuyen a la textura ya que las galletas con alto porcentaje de azúcar son caracterizadas por ser altamente cohesiva y tener textura crujiente; además, contribuyen a su aspecto, puesto que, la reacción de Maillard de los azúcares reductores produce coloraciones morenas y por otro lado el azúcar aumenta su tamaño, reducen su grosor y peso. Por último, la adición de azúcar reduce la viscosidad de la masa (Rodríguez, 2009).
Aceite	Las grasas en general confieren una función antiglutinante, además de contribuir a la suavidad y plasticidad de la masa actuando como lubricante y a su vez favoreciendo la textura de la galleta. Con respecto a las propiedades comestibles,

	las adición de grasas ayuda a que la galleta sea más fragmentable, menos áspera y más fácil de deshacer en boca (Rodriguez, 2009).
Metabisulfito	Debido a que el metabisulfito provoca una rotura en la red de proteínas la masa requiere de menor tiempo de amasado y debido a que la red de gluten se debilita como consecuencia de su adición se generan masas más blandas y se logra que la masa no se contraiga una vez moldeada (Rodriguez, 2009). También tiene efecto antioxidante, muy importante para el mantenimiento de la calidad de las galletas que tienen alto contenido graso y baja actividad de agua, y tienen una vida útil comercial muy larga. También posee función antifúngica.
Lecitina	Es utilizada como agente emulsionante debido a la presencia de fosfolípidos que poseen una parte hidrófoba que interacciona con la fase no acuosa y una parte hidrófila en contacto con el agua que facilitando su absorción, a su vez este efecto aporta más extensibilidad a la masa (Rodriguez, 2009).
Gasificantes (Bicarbonato sódico, amonio y carbonato de amonio).	Utilizados como un tipo de aditivo con el objetivo de mejorar el producto. Como el nombre lo indica su principal función es generar gas para lograr un aumento del volumen final antes de finalizar la cocción. Con respecto al bicarbonato de amónico o de amonio, este se descompone por la acción del calor produciendo anhídrido carbónico, amoniaco gaseoso y agua generando a su vez masas muy blandas (Rodriguez, 2009).
Sal común	Se utiliza principalmente como un potenciador de sabor y debido a que endurece el gluten fortaleciendo la red del mismo, genera masas menos adherentes (Rodriguez, 2009).
Salvado	Es utilizado como un componente mejorante que aumenta la absorción de agua en la masa y reduce la elasticidad de la misma (Rodriguez, 2009).
Jarabe de glucosa/fructosa	Una de sus funciones, al igual que la del azúcar, es adicionar dulzor al producto pero además ayuda a retener la humedad en las galletas ya que es bastante resistente a la cristalinización (Rodriguez, 2009).
Edulcorante (Maltitol)	Su función principal es endulzar sin añadir calorías significativas a la fórmula, por otro lado, las galletas con polialcoholes como edulcorantes suelen ser más blanda o suaves que las galletas con sucralosa. En cuanto al color, las galletas con edulcorantes suelen ser similares en color a las galletas con azúcar sin embargo

<p>puede existir una disminución en la pigmentación al igual que en la dulzura (Zoulías, et al. 2000)</p>
---

#### 4.2. RESULTADOS DE PRUEBAS PREVIAS

Tras 3 sesiones, en que se realizaron las pruebas con sabores básicos (reconocimiento y umbrales), todos los catadores fueron capaces de identificar los sabores básicos correctamente, así como también fueron capaces de identificar el umbral de reconocimiento situado a diferentes concentraciones según el sabor en cuestión, como se distingue en la tabla 2.

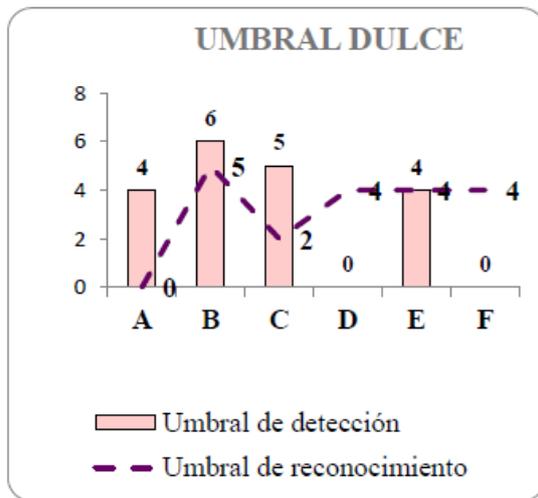
**Tabla 5**

Resultados de identificación de sabores básicos (dulce, ácido, salado y amargo).

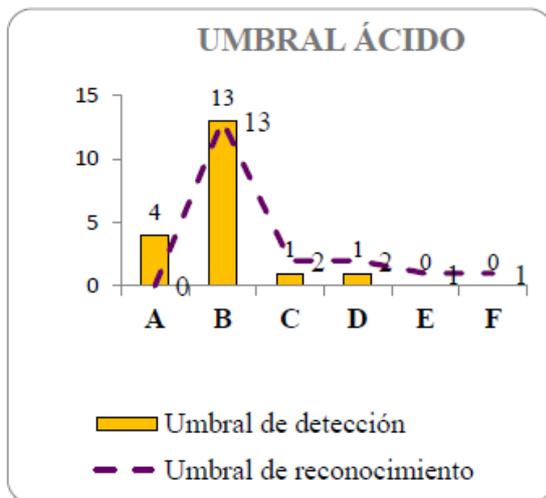
JUEZ	AMARGO	DULCE	UMAMI	ÁCIDO	SALADO
1	0	1	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	0	0	0
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	0	1	0	1	1
11	0	1	0	1	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	0	0
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	0	1	1
18	1	1	0	1	0
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
<b>Nº aciertos</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>17</b>

Siendo "1" = acierto y "0" = no acierto.

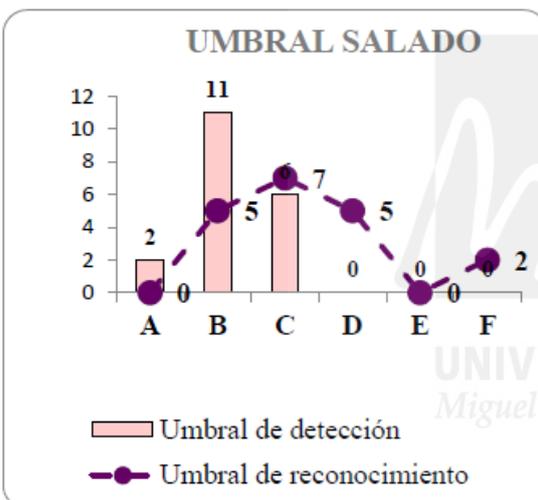
A



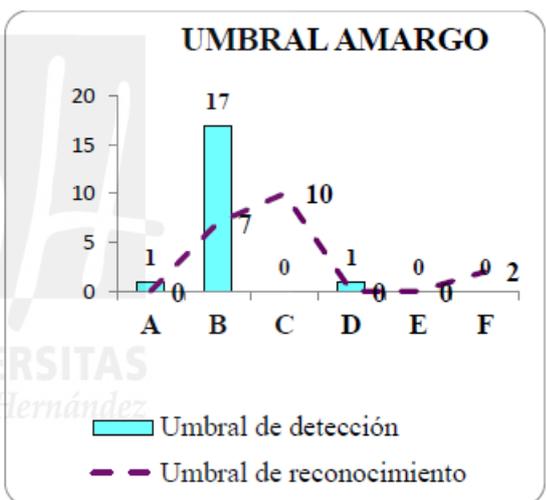
B



C



D



**Figura 4.** Umbral identificación y detección de sabores básicos (dulce, ácido, salado y amargo). La escala de las Y indica el número de catadores.

**Tabla 6.**

Distribución de frecuencias de los resultados de la prueba de umbral de detección de sabores básicos junto con el porcentaje de jueces que detectan e identifican las muestras según la concentración de la solución.

	A		B		C		D		E		F	
	U.D	U.R	U.D	U.R	U.D	U.R	U.D	U.R	U.D	U.R	U.D	U.R
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Dulce	21,052	0	31,578	26,315	26,315	10,526	0	21,052	21,052	21,052	0	21,052
Ácido	21,052	0	68,421	68,421	5,263	10,526	5,263	10,526	0	0	0	0
Salado	10,526	0	57,894	26,315	31,578	36,842	0	26,315	0	0	0	10,526
Amargo	5,263	0	89,473	36,842	0	52,631	5,263	0	0	0	0	10,526

Siendo "U.D" = Umbral de detección y "U.R" = Umbral de reconocimiento. Las concentraciones están descritas en la Tabla 2.

Tanto en la figura 4 como en la tabla 5 se observa que para el sabor "dulce", la mayoría de los jueces detectaron y reconocieron el estímulo en la muestra B (2g/500mL); para el sabor "ácido" los jueces nuevamente identificaron y reconocieron el estímulo en la muestra B (0,1g/50mL); por otro lado, para el sabor "salado" los jueces detectaron el estímulo en la muestra B (0,2g/500mL) pero lograron reconocerlo en la muestra C (0,5g/500mL); y lo mismo ocurrió con el sabor "amargo" ya que la gran mayoría de los jueces detectaron el estímulo en la muestra B (0,2g/500mL) pero lograron reconocerlo en la muestra C (0,5g/500mL).

UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

### 4.3 ATRIBUTOS

#### 4.3.1 INTERPRETACIÓN DE ATRIBUTOS

A continuación, se muestra la tabla 6 en la cual se presentan los atributos utilizados para describir las muestras de galletas comerciales y el porcentaje del total de panelistas que los ha mencionado.

#### **Tabla 7.**

Términos utilizados en el análisis descriptivo cualitativo de galletas comerciales junto con el número y porcentajes de frecuencia de uso para cada muestra.

Términos utilizados por los consumidores	M6		M9		M11		M12	
	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)

Crujiente	3	13,63	0	0	8	36,36	13	59,09
Tostada	5	22,27	4	18,18	0	0	18	81,81
Adhesiva	0	0	10	45,44	9	40,9	7	31,71
Vainilla	0	0		31,81	0	0	0	0
Dulce	0	0	16	77,72	3	13,63	3	13,63
Salada	2	9,09	6	27,27	0	0	0	0
Masticable	0	0	5	22,27	0	0	1	4,45
Compacta	0	0	8	36,36	0	0	1	4,45
Dura	0	0	0	0	7	31,81	4	18,18
Partículas suspensión	6	17,17	0	0	4	18,18	0	0
Poco dulce	0	0	0	0	0	0	5	22,27
Regusto	13	59,09	0	0	0	0	0	0
Astringente	0	0	0	0	0	0	3	13,63
Granulosa	6	27,27	8	36,36	0	0	0	0
Porosa	6	27,27	0	0	10	45,45	0	0
Gomosa	4	18,18	0	0	5	22,27	0	0
Cohesiva	9	40,9	0	0	0	0	0	0
Desmenuzable	3	13,63	0	0	0	0	0	0
Cartón	8	36,36	0	0	4	18,18	6	27,27
Café	4	18,18	0	0	0	0	0	0
Artificial	0	0	0	0	6	27,27	0	0
Insípida	0	0	0	0	2	9,09	3	13,63

#### 4.3.1.1 LÉXICO

Como consecuencia a las diferentes interpretaciones a la hora de caracterizar las muestras y con el objetivo de estandarizar los conceptos, se ha proporcionado una lista de los atributos que se creen necesarios para lograr una descripción completa de las galletas acompañados a su definición científica.

**Tabla 8.**

Definición científica de los atributos seleccionados.

<b>FASE GUSTATIVA</b>	
<i>Dulce</i>	<i>Referencia azúcar</i>
<i>Salado</i>	<i>Referencia sal común</i>
<i>Astringente</i>	<i>Referencia sequedad provocada por consumo de vino tinto, cerveza, membrillo fresco</i>
<i>Vainilla</i>	<i>Referencia vainilla</i>
<i>Tostado</i>	<i>Referencia corteza de pan recién horneado</i>
<i>Grasa vegetal</i>	<i>Referencia grasa de coco, palma...</i>

<i>Mantequilla</i>	<i>Referencia mantequilla</i>
<i>Cacao</i>	<i>Referencia cacao puro</i>
<i>Café</i>	<i>Referencia café recién preparado</i>
<i>Caramelo</i>	<i>Referencia caramelo de azúcar sin aroma</i>
<i>Postgusto</i>	<i>Duración o permanencia de la intensidad de los atributos calve después de tragar la muestra</i>
<b>DEFECTOS</b>	
<i>Artificial</i>	<i>Característica no asociada a los ingredientes naturales del producto, relacionada con compuestos químicos no presentes de forma natural con el alimento.</i>
<i>Regusto</i>	<i>Permanencia de la intensidad de una característica no deseada después de tragar la muestra</i>
<i>Cartón</i>	<i>Permanencia de la intensidad de flavor a cartón, papel</i>
<b>TEXTURA</b>	
<i>Dureza</i>	<i>Fuerza requerida para romper un alimento entre las muelas (Primer mordisco)</i>
<i>Reblandecimiento</i>	<i>Intensidad baja del atributo DUREZA: Blando como consecuencia de la exposición de la galleta a la humedad</i>
<i>Crujibilidad</i>	<i>Intensidad del ruido en el primer mordisco (Sin ruido/Ruido fuerte) (Primer mordisco)</i>
<i>Cohesividad</i>	<i>Grado de deformación hasta el que se comprime un alimento entre los dientes antes de romperse (Primer mordisco)</i>
<i>Granulosidad</i>	<i>Propiedad relacionada con la percepción del tamaño y de la forma de las partículas en el producto durante la masticación (Durante los 3-4 primeros mordiscos)</i>
<i>Fracturabilidad</i>	<i>Número de trozos en los que se rompe el alimento cuando se muerde. Quebradizo (Primer mordisco)</i>
<i>Desmenuzabilidad</i>	<i>Referencia polvorón. Friabilidad, está relacionado con baja cohesividad (Primer mordisco)</i>
<i>Fragilidad</i>	<i>Fuerza con la que el alimento se desmorona (especificar cantidad y tamaño de trozos). Galleta de cono es frágil.</i>
<i>Elasticidad</i>	<i>Propiedad mecánica de la textura relativa a: a) la rapidez de recuperación de la deformación después de la aplicación de una fuerza; b) el grado de dicha recuperación (Normalmente se observa al ejercer una fuerza con los dedos)</i>
<i>Plasticidad</i>	<i>Intensidad baja de Elasticidad, la mantequilla es 0 en elasticidad y por tanto es plástico. Capacidad de sufrir una deformación irreversible y permanente cuando es sometida a una tensión que supera su rango o límite elástico (Normalmente se observa al ejercer una fuerza con los dedos)</i>
<i>Masticabilidad</i>	<i>Número de masticaciones de la muestra para reducirla hasta que se pueda tragar</i>
<i>Solubilidad</i>	<i>Capacidad de disolverse en la boca tras la masticación</i>
<i>Partículas en suspensión</i>	<i>Persistencia de partículas insolubles en la boca tras la masticación (especificar tamaño y cantidad)</i>
<i>Adhesividad Adherencia</i>	<i>Propiedad mecánica de la textura relativa al esfuerzo requerido para separar la superficie del alimento de otra superficie (lengua, dientes, paladar)</i>
<i>Pegajosidad</i>	<i>Capacidad de pegarse a las manos</i>
<i>Carácter graso Sensación grasa</i>	<i>Propiedad relacionada, con la percepción de la cantidad y de la calidad de la materia grasa del producto</i>

Compacidad (apelmazado)	Ausencia de porosidad, textura uniforme sin irregularidades ni aireación, alta densidad
Porosidad	Intensidad baja de compacidad: Alimento que no es compacto, es poros
Gomosidad	Esfuerzo requerido para reducir el producto al estado necesario para su deglución (en galletas de cono reblandecido)

Fuente: (Liñan, 2021). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. Taylor & Francis.

#### 4.3.1.2 ORDENACIÓN DE ATRIBUTOS

A continuación se muestran dos pruebas de ordenación por atributos, el proceso de selección de las muestras ha sido en base a ciertas características de textura y dulzor, de manera que se seleccionaron galletas con características fácilmente diferenciable, ya sea por su alta o baja intensidad, y galletas menos perceptibles en cuanto al atributo en cuestión para observar si los jueces son capaces de señalar las diferencias.

**Tabla 9.1**

Distribución de frecuencia en la ordenación de galletas comerciales según la intensidad de máxima (A) a mínima (D) de los atributos de dureza, crujibilidad, compacidad y solubilidad en boca.

	M3	M4	M5	M7
<b>DUREZA</b>	A: 5,88% B: 47,05% C: 35,29% D: 11,76%	<b>A: 64,70%</b> B: 11,76% C: 17,64% D: 5,88%	A: 5,88% B: 17,64% C: 11,76% <b>D: 64,70%</b>	A: 23,52% B: 23,52% C: 35,29% D: 17,64%
<b>CRUJIBILIDAD</b>	A: 17,64% B: 35,19% C: 23,52% D: 23,52%	A: 5,88% B: 17,64% C: 23,52% <b>D: 29,41%</b>	<b>A: 47,95%</b> B: 17,64% C: 5,88% <b>D: 29,41%</b>	A: 29,41% B: 29,41% C: 23,52% D: 17,64%
<b>COMPACIDAD</b>	A: 35,29% B: 58,82% C: 0% D: 5,88%	<b>A: 64,70%</b> B: 29,41% C: 5,88% D: 0%	A: 0% B: 5,88% C: 41,17% <b>D: 52,94%</b>	A: 0% B: 5,88% C: 52,94% D: 41,17%
<b>SOLUBILIDAD EN BOCA</b>	<b>A: 41,17%</b> B: 71,17% C: 11,76% D: 5,88%	A: 35,29% B: 41,17% C: 11,76% D: 11,76%	A: 0% B: 5,88% C: 41,17% <b>D: 52,94%</b>	A: 23,53% B: 11,76% C: 35,29% D: 17,64%

Siendo "A" la mayor intensidad del atributo y "D" la menor intensidad.

Se observa para el atributo de "Dureza" los jueces han coincidido en que la muestra con mayor dureza es la 4 y la muestra con menos dureza es la 5; por otro lado para el atributo de "Crujibilidad" hay discrepancias ya que aproximadamente la mitad de los jueces perciben la muestra 5 como la más crujiente sin embargo también es percibida junto con la muestra 4 como la galleta menos crujiente; para el atributo de "Compacidad" la mayoría de los jueces coincide con que la muestra 4 es la más compacta mientras que la muestra 5 es la que menos compacidad tiene; y finalmente con respecto a la "Solubilidad en boca" la muestra 3 es percibida por más jueces como la más soluble y la muestra 5 como la menos soluble. Estas diferencias de percepción apuntan a la necesidad de más sesiones de entrenamiento de los panelistas.

**Tabla 9.2**

Distribución de frecuencia en la ordenación de galletas comerciales según la intensidad de máxima (A) a mínima (D) de los atributos de dulzor, crujibilidad, solubilidad y partículas en boca.

	M17	M18	M19	M20	M21
<b>DULZOR</b>	<b>A: 63,63%</b> B: 18,18% C: 18,18% D: 0% E: 0%	A: 0% B: 0% 0% 9,09% <b>E: 90,90%</b>	A: 9,09% C: B: 18,18% D: C: 18,18% D: 54,54% E: 0%	A: 27,27% B: 27,27% C: 18,18% D: 18,18% E: 5,88%	A: 0% B: 36,36% C: 45,45% D: 18,18% D: 0%
<b>CRUJIBILIDAD</b>	A: 36,36% B: 27,27% C: 18,18 D: 18,18% E: 0%	A: 0% B: 0% C: 9,09% D: 9,09% <b>E: 81,81%</b>	A: 18,18% B: 09,09% C: 18,18% D: 45,45% E: 9,09%	<b>A: 45,45%</b> B: 36,36% C: 9,09% D: 9,09% E: 0%	A: 0% B: 27,27% C: 45,45% D: 18,18% E: 9,09%
<b>SOLUBILIDAD</b>	A: 0% B: 9,09% C: 27,27% D: 27,27% <b>E: 27,27%</b>	<b>A: 63,63%</b> B: 9,09% C: 0% D: 9,09% E: 18,18%	A: 18,18% B: 36,36% C: 27,27% D: 9,09% E: 0%	A: 09,09% B: 18,18% C: 9,09% D: 27,27% <b>E: 27,27%</b>	A: 09,09% B: 18,18% C: 27,27% D: 18,18% E: 18,18%
<b>PARTÍCULAS SUSPENSIÓN</b>	<b>A: 50%</b> B: 0% C: 10% D: 0% E: 20%	A: 40% B: 20% C: 0% D: 10% <b>E: 30%</b>	A: 0% B: 40% C: 0% D: 20% E: 20%	A: 0% B: 10% C: 50% D: 10% E: 10%	A: 10% B: 10% C: 20% D: 40% E: 0%

Siendo "A" la mayor intensidad del atributo y "D" la menor intensidad.

Para el atributo de "Dulzor" la mayoría de los jueces coinciden en que la muestra 17 es la más dulce mientras que casi la totalidad de los jueces está de acuerdo con que la muestra 18 es la menos dulce; con respecto al atributo de "Crujibilidad" cerca de la mitad de los jueces perciben la muestra 20 como la más crujiente y por el contrario, un alto porcentaje está de acuerdo con que la muestra 18 es la menos crujiente; en cuanto a la "Solubilidad", según los jueces la muestra 17 es la más soluble mientras que las muestras 16 y 20 son percibidas por igual como las galletas menos solubles; y finalmente para el atributo de "Partículas en suspensión" la mitad de los jueces coinciden en que la muestra 16 presenta mayor cantidad de partículas en suspensión a diferencia de la muestra 17, que es percibida como la que menos partículas en suspensión tiene.

#### 4.3.1.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUALITATIVO

A continuación, se realizó un análisis descriptivo cualitativo con muestras diferentes a las sesiones pasadas para evaluar cómo los jueces aplican el léxico y observar si existe la necesidad de ampliarlo.

**Tabla 10.**

Distribución de frecuencia de uso de los términos utilizados en el análisis descriptivo cualitativo de galletas comerciales (el número de catadores que la asignan el atributo a cada muestra y la distribución de frecuencia de asignación).

Términos utilizados por los consumidores	M1		M5		M8		M10	
	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)
Compacta	2	9,09	0	0	0	0	0	0
Crujiente	16	72,72	8	36,36	7	43,75	2	12,5
Tostada	9	40,9	10	50	5	31,25	6	37,5
Dulce	10	45,45	10	45,45	8	50	4	25
Dura	3	13,63	6	27,27	0	0	4	25
Vainilla	6	27,27	2	9,09	3	18,75	2	12,5
Soluble	4	18,18	2	9,09	3	18,75	0	0
Salada	4	18,18	2	9,09	6	37,5	4	25
Brillante	2	9,09	0	0	4	23,52	0	0
Porosa	2	9,09	6	27,27	0	0	2	12,5
Adherente	3	13,63	0	0	2	12,5	0	0
Lácteo	1	4,45	1	4,45	0	0	0	0
Granulosa	3	13,63	0	0	4	25	4	25

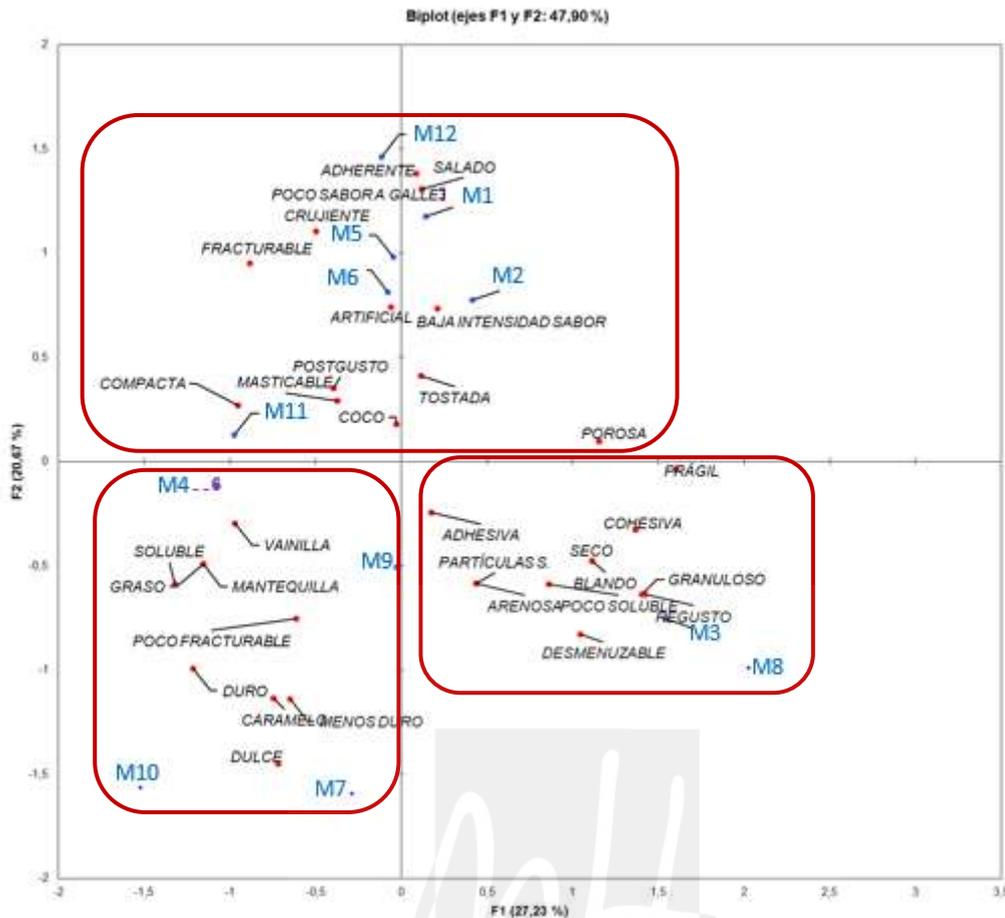
Mantequilla	4	18,18	8	36,36	4	25	0	0
Fracturable	3	13,63	0	0	0	0	0	0
Partículas suspensión	0	0	3	13,63	0	0	3	18,75
Caramelo	0	0	6	27,27	0	0	0	0
Afrutada	0	0	4	18,18	1	6,25	0	0
Blanda	0	0	2	9,09	0	0	1	6,25
Cartón	0	0	0	0	0	0	4	25
Coco	0	0	1	4,45	1	6,25	0	0
Café	0	0	0	0	0	0	1	6,25

Tras el análisis descriptivo cualitativo se observa que la experiencia apunta a una necesidad de ampliar el léxico proporcionado debido a que los jueces recurren a nuevos términos para describir o caracterizar las muestras presentadas; por ejemplo, se utilizan los atributos de: brillante, lácteo, afrutado y coco. A raíz de esto se realiza un acuerdo consensuado con el panel para llegar a una definición única para la cual se describan dichos atributos.

#### 4.3.2 NAPPING

**Figura 5.** Napping de galletas comerciales





Las agrupaciones reflejan que existen 3 grupos de galletas bien diferenciados en base a sus características; uno de los grupos (M1, M2, M5, M6, M11 y M12) se clasifica por sus atributos de adherencia, fracturabilidad, compactibilidad, masticabilidad, porosidad, su sabor artificial, salado, tostado y a coco, así como su baja intensidad de sabor a galleta y la presencia de postgusto; otro grupo (M4, M7, M9 y M10) se define por las características de su sabor graso, dulce, a caramelo, vainilla, mantequilla, su poca fracturabilidad, su solubilidad y dureza; y por último, el tercer grupo (M8 y M3) se define por ser arenosas, cohesivas, frágiles, adhesivas, secas, blandas, granulosas, desmenuzables, con partículas en suspensión, con regusto y poco solubles.

A raíz de estos resultados se observa que los jueces identifican la existencia de al menos 3 grupos diferenciable de galletas según sus características principales, de manera que dentro de cada agrupación existen ciertas similitudes que las separan del resto.

#### 4.3.3 TRIANGULARES

Se realizaron 4 pruebas triangulares con las muestras 13, 14, 15 y 16 que como se mencionó anteriormente en el apartado de procedimiento, se trata de galletas con idéntica formulación y mismo proveedor con la única diferencia siendo las fechas de producción, esto se hizo con la intención de observar si los jueces eran capaces de percibir diferencias significativas entre ellas; en los resultados reflejados en la tabla 10 se muestra un bajo número de aciertos lo que refleja que los jueces no son capaces de percibir diferencias importantes entre las muestras. En la primera prueba triangular se colocaron dos muestras 16 y una muestra 15, en la segunda colocaron dos muestras 13 y una muestra 16, en la tercera dos muestras 14 y una muestra 13 y finalmente en la cuarta prueba se colocaron dos muestras 14 y una 15.

**Tabla 11.**

Resultados de las pruebas triangulares de galletas no comerciales (galletas de igual formulación y diferente lote, separado en fecha de elaboración) (1 acierto, 0 error)

	Prueba I	Prueba II	Prueba III	Prueba IV
JUEZ	M15	M16	M13	M15
1	1	0	1	1
2	1	0	1	1
3	1	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	0
9	0	0	1	1
10	0	0	1	1
11	0	0	1	1
12	0	0	1	1
13	0	0	1	1
14	0	0	0	0
15	0	1	1	0
16	0	0	0	1
17	0	0	1	1
18	0	0	1	1
19	0	1	1	1
20	0	0	0	1
21	1	1	0	0

	22	0	0	0	0
<b>N° aciertos</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	

“1” acierto, “0” no acierto

Tras la realización de las pruebas triangulares y basándonos en la tabla de significación propuesta por Catania, C., & Avagnina, S. (2007) se encontró que no existen diferencias significativas entre las muestras M15 y M16 así como en las muestras M13 y M16 ya que la cantidad de aciertos en comparación con la cantidad de jueces participantes en ambas pruebas es bastante baja; por el contrario se observa que las pruebas triangulares con las muestras M14 y M13 tienen un número de aciertos elevado (16 aciertos) en relación a los jueces participantes, por lo que se determina que estas muestras tienen una diferencia significativa del 0,1%. De igual manera, las muestras M14 y M15 también presentan un número de aciertos elevado (14 aciertos) por lo que presentan una diferencia significativa del 1%; con estos resultados se puede concluir que el panel ha sido capaz de diferenciar un único lote entre las muestras no comerciales, el lote correspondiente a la muestra 14.



#### 4.4. RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS

Para las pruebas de laboratorio se analizaron únicamente las muestras de galletas comerciales. En la tabla 12 se muestra que, dentro de los parámetros físico-químicos existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la “Dureza”, “L\*” (luminosidad), “a\*” (coordenada de color verde-rojo), “b\*” (coordenada de color azul-amarillo), “C” (croma y saturación) y “h” (ángulo y matriz); por otro lado, la actividad de agua “aw” no presenta diferencias significativas entre muestras. Dentro de los resultados nos encontramos con que las galletas M7 y M5 presentan la mayor dureza y a su vez la menor luminosidad, de manera que se observa una posible relación entre estos dos factores; En relación a esto, las galletas M10 y M8 son las que presentan menor dureza y las que muestras con mayor luminosidad son la M1 y la M2.

**Tabla 12.**

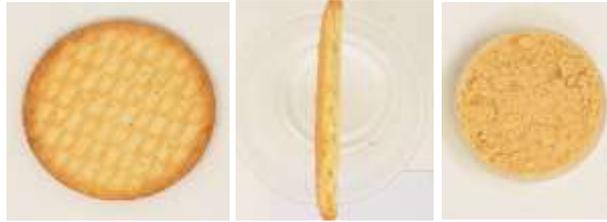
Resultados de análisis de actividad de agua, dureza y color de las muestras comerciales.

Muestras	aw	Dureza (gf)	L*	a*	b*	C	h
<b>ANOVA</b>	<b>NS</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>
M1	0,327±0,008	1004,3±188,891cde	78,269±0,640a	3,319±0,353h	25,271±0,433g	25,490±0,469g	82,528±0,688a
M2	0,438±0,063	1365,6±271,017cd	78,288±0,575a	4,241±0,413g	27,195±0,463de	27,525±0,516f	81,148±0,715b
M3	0,270±0,147	1035,4±130,714cde	65,077±1,324f	11,175±0,382b	27,970±0,630bc	30,125±0,490b	68,208±1,048g
M4	0,258±0,127	874,8±94,766de	70,284±1,332c	8,448±0,771d	28,811±0,226a	30,033±0,282bc	73,666±1,438e
M5	0,391±0,067	2026,638±198,282b	53,825±0,483g	14,726±0,245a	25,580±0,382g	29,517±0,328c	60,069±0,609i
M6	0,383±0,049	1571,5±342,270bc	66,809±0,598e	10,106±0,288c	26,556±0,165f	28,415±0,213e	69,167±0,515fg
M7	0,419±0,064	2681,7±1445,613a	53,445±2,114g	14,657±0,609a	27,515±1,940cd	31,203±1,524a	61,851±2,503h
M8	0,435±0,095	845,4±304,098de	70,190±0,799c	6,284±0,505e	27,627±0,347cd	28,336±0,428e	77,195±0,887d
M9	0,382±0,035	933,3±367,275de	64,743±1,895f	10,180±0,964c	28,317±0,521ab	30,108±0,328b	70,222±1,995f
M10	0,316±0,059	697,4±128,620e	74,020±0,739b	5,488±0,636f	28,460±0,538ab	28,989±0,645d	79,107±1,054c
M11	0,383±0,016	1965,2±269,050b	69,300±0,340cd	10,255±0,322c	28,346±0,201ab	30,145±0,257b	70,114±0,532f
M12	0,387±0,018	934,2±120,540de	68,727±0,768d	8,226±0,498d	26,712±0,208ef	27,954±0,304ef	72,891±0,913e

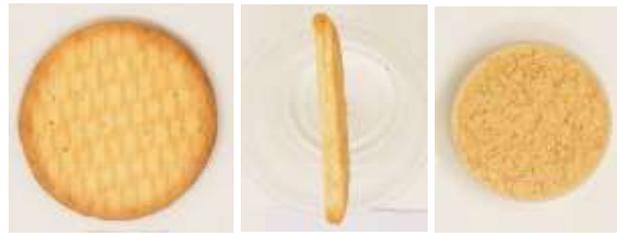
NS = no significativo ( $p < 0,05$ ); y \*\*\* significativo para ( $p > 0,05$ ), 0,01 y 0,001, respectivamente.

**Figura 6.** Imágenes de las galletas comerciales; cara posterior, lateral y triturada

A) Muestra 1



B) Muestra 2



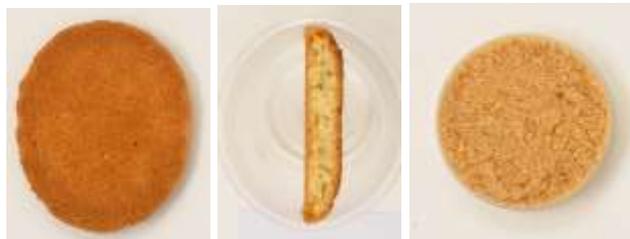
C) Muestra 3



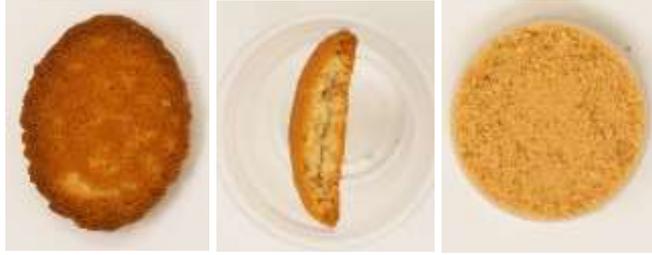
D) Muestra 4



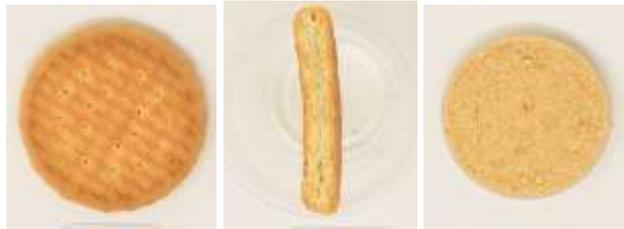
E) Muestra 5



F) Muestra 6



G) Muestra 7



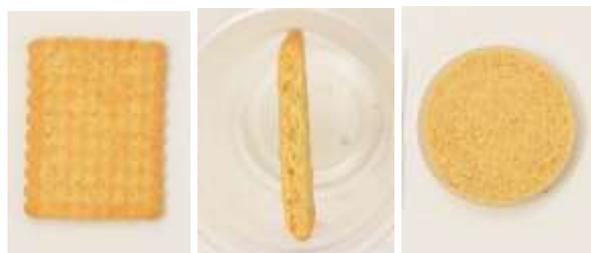
H) Muestra 8



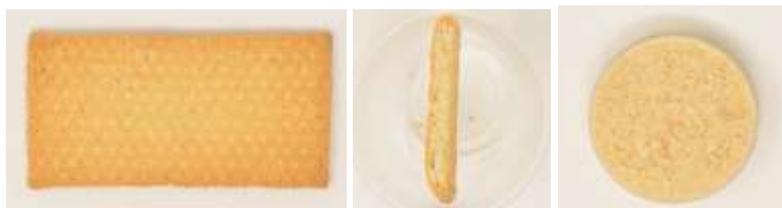
I) Muestra 9



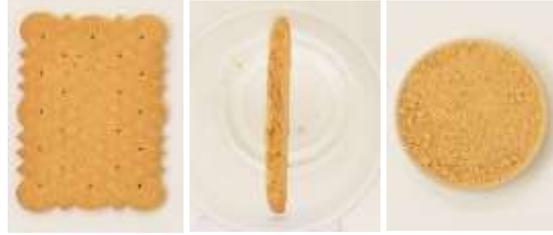
J) Muestra 10



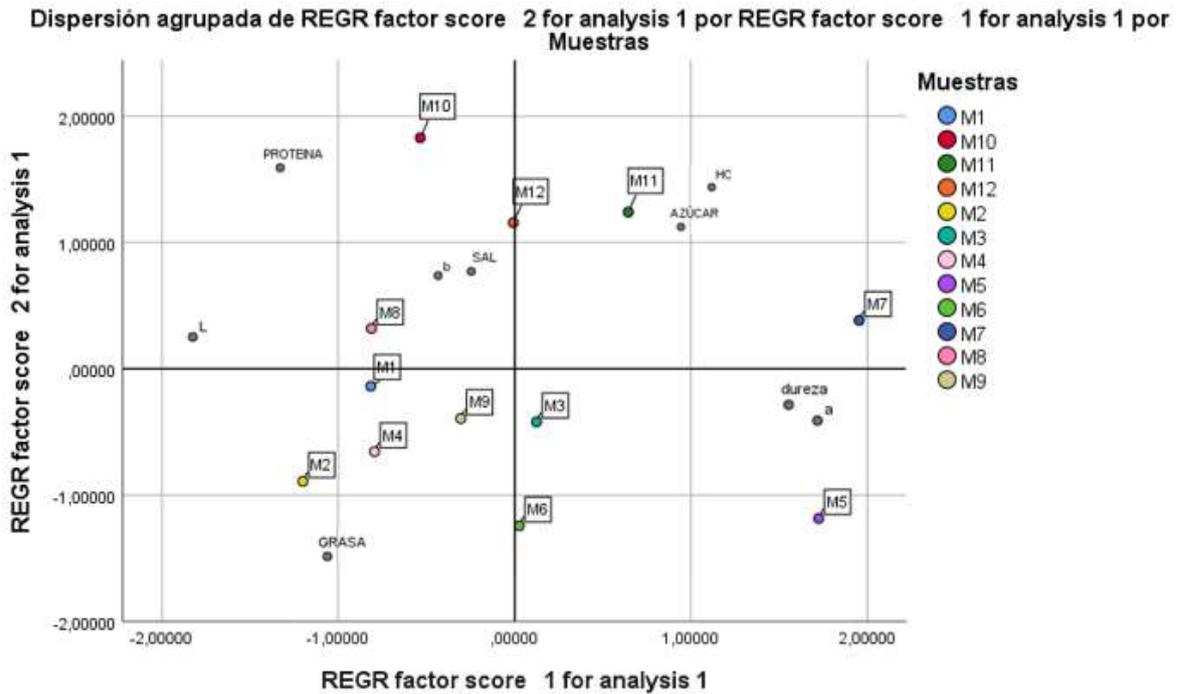
K) Muestra 11



K) Muestra 12



Con estos resultados se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con la intención de poder observar de manera sencilla la relación entre los parámetros y las muestras seleccionadas. Para el PCA se utilizaron aquellos parámetros cuyos resultados mostraron diferencias significativas entre muestra de manera que los factores que se toman en cuenta son: la dureza, coordenadas de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) y la composición nutricional de cada muestras expresado en porcentaje (% Hidratos de carbono, proteína, grasa, sal y azúcar); la  $a_w$  no forma parte de este análisis. Como se mencionó anteriormente y como era de esperar, las muestras M5 y M7 fueron agrupadas según sus características de alta dureza, poca luminosidad y más tendencia al color naranja, dentro de las coordenadas rojo-rede ( $a^*$ ). Por otro lado, las muestras M1, M2, M3, M4, M6 y M9 fueron agrupadas por su alto porcentaje de grasas, por lo que se puede esperar que sean más suaves, fracturable y más fácil de deshacer en boca según la tabla 3, finalmente las muestras M8, M10, M11 y M12 se agrupan por su alto porcentaje de proteína, alto porcentaje de azúcar, alto porcentaje de hidratos de carbono y sal, además de su tendencia al color amarillo dentro de las coordenadas de color amarillo-azul.



**Figura 7.** Análisis de componentes principales de las muestras comerciales mostrando la relación entre los parámetros físico-químicos y las muestras de galletas comerciales.

Comparando los resultados obtenidos por el napping y los resultados del PCA se observa que en ambos métodos existen 3 grupos diferenciables según sus características. No obstante, se encuentran ciertas diferencias en la distribución de las muestras de manera que, hay coincidencias y discrepancias entre los resultados sensoriales e instrumentales. Tanto en el análisis sensorial como en el instrumental se agrupan las muestras M1, M2 y M6; también coinciden las muestras M4 y M9 en otro grupo que de características similares y, de la misma manera, las muestras M11 y M12 se repiten en las agrupaciones propuestas por los dos métodos. En cambio, las muestras M3, M5, M7, M8 y M10 no coinciden en las agrupaciones creadas por el napping y el PCA. Es necesario recordar que el análisis sensorial es mucho más completo y complejo, las sensaciones del catador no pueden evaluarse, actualmente, con equipos instrumentales de medidas simples. Los métodos instrumentales empleados no miden dulzor, flavor, sonido, solubilidad, mientras que sí lo hacen los catadores. Esto pone de manifiesto el gran valor del análisis sensorial.

## 5. CONCLUSIONES

- De los 22 catadores iniciales no se descartó ninguno debido a su capacidad para identificar y detectar sabores básicos; además de su desempeño en el análisis descriptivo, ordenación de muestras por atributos, entre otras pruebas.
- Se desarrolló un léxico para galletas el cual se validó durante las sesiones en pruebas de ordenación y pruebas de análisis descriptivo cualitativo y se concluye que al introducir nuevas muestras para el análisis descriptivo es necesario ampliar el léxico dado que para muestras con diferentes componentes cambian las características y la percepción de los jueces por lo que se entiende al léxico como un parámetro dinámico, que evoluciona según lo que el tipo de muestra que se estudie. Se evidencia la necesidad de un entrenamiento más prolongado para mejorar las habilidades de los jueces.
- De las 12 variedades de galletas comerciales analizadas se establecieron mediante el *napping* tres grupos principales desde el punto de vista sensorial el primer grupo se clasifica principalmente por los atributos crujiente, tostada, adherente, fracturable y compacta; el segundo grupo por su sabor graso, dulzor, solubilidad en boca y dureza; y el tercer y último grupo se caracteriza principalmente por sus atributos de fragilidad, adhesividad, granulosidad, Desmenuzabilidad y baja solubilidad.
- Al analizar los resultados a nivel de laboratorio por medio de un PCA se destacan tres agrupaciones de muestras, caracterizadas en base a los resultados instrumentales; tras comparar las agrupaciones formadas por el PCA y el *napping* realizado por los jueces se encuentran similitudes en la caracterización de algunas muestras sin embargo, existen discrepancias entre los resultados lo que indica que el análisis sensorial es más completo y ofrece información que no puede evaluarse solo con medidas instrumentales.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Catania, C., & Avagnina, S. (2007). 29. El Análisis Sensorial Curso superior de degustación de vinos *EEA Mendoza INTA*.
- Chen, L., & Opara, U. L. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods—A review. *Food research international*, 51(2), 823-835. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913000732?casa\\_token=i6NiKO1PQdIAAAAA:7UQ0q1FOGLtR30GeoNS3BJfoYSeAm-SVVxIYOERvuZmPFhgHRq9PpmVVjl2-EaKaT4UiAl1RdGO](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913000732?casa_token=i6NiKO1PQdIAAAAA:7UQ0q1FOGLtR30GeoNS3BJfoYSeAm-SVVxIYOERvuZmPFhgHRq9PpmVVjl2-EaKaT4UiAl1RdGO)
- Cordero-Bueso, G. (2013). Aplicación del Análisis Sensorial de los Alimentos en la Cocina y en la Industria Alimentaria. *Sede de Carmona de la Universidad Pablo de Olavide*, XI, 13-96.
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.
- Ibáñez, F. C. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wiSulMouZ-UC&oi=fnd&pg=PA1&dq=an%C3%A1lisis+sensorial+de+alimentos&ots=h3pzRXx1V0&sig=ySUPhP4zDI-xaIRX4UVgT9-evfw#v=onepage&q=an%C3%A1lisis%20sensorial%20de%20alimentos&f=false>
- Juárez-Hernández, E., Barbero-Becerra, V. J., López-Ramírez, A. Y., González-Rodríguez, L., Ramos-Ostos, M. H., Méndez-Sánchez, N., ... & Chávez-Tapia, N. (2015). *Valores de normalidad de umbrales de percepción y reconocimiento de sabores básicos en población mexicana sana*. *Médica Sur*, 22(1), 4-10. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2015/ms151a.pdf>
- Liñan Pérez, J. F. (2021). *Caracterización sensorial de seis cervezas artesanales peruanas empleando NAPPING®-ULTRA FLASH PROFILE y mapeo de preferencia externo*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4623/li%c3%b1an-perez-jhoselyn-floryan.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- López Parra, M. A. (2013). *Determinación de parámetros de color y textura aceptables en galletas rellenas de vainilla, medidos en baking contrast units (bcu) en una industria de galletas en la ciudad de Guatemala*. [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1831/1/22Tg%28475%29Ali%20MANUEL%20L%C3%93PEZ%20PAPPA.pdf>
- Lyon, D. H., Francombe, M. A., & Hasdell, T. A. (2012). *Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control*. Springer Science & Business Media.
- Manfugás, J. E. (2020). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria (Cuba). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=gran+sensibilidad+de+los+sentidos+humanos+cuando+han+tenido+un+en+trenamiento+adecuado,&ots=yiSnS7wIXC&sig=wGzKSqF838Yb7EzBtQyQsxE8pCk#v=onepage&q&f=false>
- Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas.
- Rodríguez, S. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas*. [Tesis de Máster]. Universidad de Burgos.
- Severiano-Pérez, P. (2019). What is and how is the sensory evaluation used?. *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Stone, H., Bleibaum, R., & Thomas, H. A. (2020). *Sensory evaluation practices*. Academic press.
- Valls, J. S., Prieto, E. B., & De Castro Martín, J. J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos* (Vol. 4). Edición Universidad de Barcelona. <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo->

[tendencias/informe-anual-consumo-2020-v2-nov2021-baja-res\\_tcm30-562704.pdf](#)

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación sensorial de alimentos*. Internacional Development Center. Pág, 65.  
<file:///C:/Users/Personal/Downloads/IDL-12666.pdf>

Zoulias, E. I., Piknis, S., & Oreopoulou, V. (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(14), 2049-2056.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/1097-0010%28200011%2980%3A14%3C2049%3A%3AAID-JSFA735%3E3.0.CO%3B2->

[Q](#)



## 7. ANEXOS

**Tabla 13**

*Composición nutricional e ingredientes de las muestras comerciales*

MUESTRAS	% GRASA	% HC	% PROTEINA	% SAL	% AZÚCAR	INGREDIENTES
M1	17	73	6,5	0,88	19	Harina de TRIGO 74%, aceite de girasol alto oleico 16%, azúcar ,huevo en polvo, suero lácteo en polvo, sal
M2	17	65	6,5	0,89	0,7	Harina de TRIGO, edulcorante: jarabe de maltitol (contiene TRIGO), aceite de girasol alto oleico, sal
M3	16	72	6,5	0,25	21	Harina de TRIGO (71%), azúcar, aceite de girasol alto oleico 13%, coco rallado, suero lácteo en polvo, sal
M4	16	69	6,9	0,25	0,8	Harina de trigo 71%, edulcorante: maltitol (contiene trigo), aceite de girasol alto oleico 13%, coco rallado, huevo en polvo aceite de girasol alto oleico,
M5	15	74	5	0,68	26	Harina de TRIGO, azúcar, aceite de girasol alto oleico (14%), sal
M6	15	69	6,1	0,52	1,5	Harina de TRIGO, edulcorante (maltitol), aceite de girasol alto oleico (13%), sal
M7	7,8	78	6	0,9	23	Harina de trigo, azúcar, aceites vegetales de girasol alto oleico y palma, sal
M8	17	68	7,2	1,1	25	harina de TRIGO 33 %, harina integral de TRIGO 32 %, azúcar, grasa de palma, sal, suero de LECHE en polvo, leche desnatada en polvo
M9	19	68	6,5	1	21	Cereales 71% (harina de trigo, harina de centeno, almidón de trigo, salvado de trigo), aceite de girasol alto oleico 17%, fibras vegetales 16%, sal, huevo en polvo
M10	9,2	79	7,4	1	22	Harina de <b>trigo</b> (66%), azúcar, aceite vegetal 8,5% (girasol alto oleico), suero de <b>leche</b> en polvo,
M11	8	79	7	0,63	24	Harina de TRIGO, azúcar, Cuétara oleo equilibrio 7,4% (aceites vegetales de girasol alto oleico y palma), sal
M12	10	78	7,3	0,8	23	harina de trigo (68%), aceite refinado de girasol (7%), jarabe de glucosa, sal, suero lácteo en polvo,

**Tabla 14.**

Pruebas de ordenación según atributos

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>DULZURA</b>				
1	M16	M21	M22	M20	M17
2	M16	M20	M22	M21	M17
3	M16	M22	M20	M21	M17
4	M16	M20	M22	M17	M21
5	M16	M22	M21	M20	M17
6	M16	M21	M22	M20	M17
7	M16	M21	M22	M20	M17
8	M21	M22	M16	M20	M17
9	M21	M22	M16	M20	M17
10	M21	M16	M20	M22	M17
11	M20	M16	M21	M22	M17

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>CRUJIBILIDAD</b>				
1	M16	M21	M22	M20	M17
2	M20	M16	M21	M22	M17
3	M16	M20	M22	M21	M17
4	M16	M21	M22	M17	M20
5	M16	M21	M20	M22	M17
6	M21	M22	M16	M20	M17
7	M21	M22	M16	M20	M17
8	M21	M16	M22	M20	M17
9	M21	M16	M22	M20	M17
10	M21	M22	M20	M16	M17
11	M20	M21	M17	M16	M22

JUEZ	de mayor a menor <b>SOLUBULIDAD</b>				
1	M17	M20	M16	M21	M22
2	M20	M17	M21	M16	M22
3	M17	M21	M20	M22	M16
4	M21	M20	M22	M17	M16
5	M17	M22	M20	M21	M16
6	M17	M16	M20	M22	M21
7	M17				
8	M17	M20	M22	M16	M21
9	M17	M20	M22	M16	M21
10	M22	M21	M16	M20	M17
11	M20	M22	M16	M21	M17

JUEZ	de mayor a menor <b>PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN</b>				
1	M22	M21	M16	M20	M17
2	M16	M22	M21	M17	M20
3	M16	M17	M21	M22	M20
4	M16	M17	M22	M20	M21
5	M16	M20	M21	M22	M17
6	M16	M20	M22	M21	M17
7	M17				
8	M17	M20	M21	M22	M16
9	M17	M20	M21	M22	M16
10	M17				



**Tabla 15.**

Ordenación por atributos

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>DUREZA</b>			
1	M2 0%	M3	M2	M4
2	M4	M3	M2	M2 0%
3	M2 0%	M4	M3	M2
4	M3	M2 0%	M2	M4
5	M4	M2	M2 0%	M3
6	M2 0%	M2	M4	M3
7	M2 0%	M2	M4	M3
8	M2 0%	M2	M3	M4
9	M2 0%	M3	M4	M2
10	M2 0%	M2	M4	M3
11	M2 0%	M4	M2	M3
12	M2 0%	M4	M2	M3
13	M2 0%	M2	M4	M3
14	M2	M2 0%	M4	M3
15	M2 0%	M4	M2	M3
16	M4	M2	M2 0%	M3
17	M4	M2	M2 0%	M3

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>COMPACIDAD</b>			
1	M2 0%	M2	M4	M3
2	M2 0%	M2	M4	M3
3	M2 0%	M2	M3	M4
4	M2 0%	M2	M4	M3
5	M2 0%	M3	M4	M2
6	M2 0%	M2	M3	M4
7	M2 0%	M2	M4	M3
8	M2	M2 0%	M3	M4
9	M2	M4	M2 0%	M3
10	M2 0%	M2	M3	M4
11	M2 0%	M2	M4	M3
12	M2 0%	M2	M4	M3
13	M2	M2 0%	M3	M4
14	M2 0%	M2	M4	M3
15	M2	M2 0%	M4	M3
16	M2	M2 0%	M3	M4
17	M2	M2 0%	M3	M4

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>CRUJIBILIDAD</b>			
1	M3	M4	M2	M2 0%
2	M4	M3	M2	M2 0%
3	M4	M3	M2 0%	M2
4	M3	M2	M2 0%	M4
5	M2 0%	M2	M4	M3
6	M4	M3	M2	M2 0%
7	M3	M2	M2 0%	M4
8	M3	M4	M2 0%	M2
9	M3	M4	M2 0%	M2
10	M3	M2	M2 0%	M4
11	M2	M2 0%	M4	M3
12	M2	M4	M2 0%	M3
13	M3	M4	M2	M2 0%
14	M4	M2	M2 0%	M3
15	M3	M2 0%	M4	M2
16	M2	M2 0%	M4	M3
17	M4	M2	M3	M2 0%

JUEZ	Ordene de mayor a menor <b>SOLUBILIDAD EN BOCA</b>			
1	M4	M2	M2 0%	M3
2	M2 0%	M2	M3	M4
3	M2 0%	M2	M4	M3
4	M4	M2 0%	M2	M3
5	M2 0%	M4	M3	M2
6	M2 0%	M2	M3	M4
7	M2 0%	M2	M3	M4
8	M2	M2 0%	M4	M3
9	M2 0%	M2	M4	M3
10	M4	M3	M2	M2 0%
11	M2	M2 0%	M4	M3
12	M4	M2	M2 0%	M3
13	M2	M2 0%	M4	M3
14	M2	M4	M3	M2 0%
15	M2	M2 0%	M4	M3
16	M2	M2 0%	M3	M4
17	M2	M2 0%	M3	M4