

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA**

*Selección y entrenamiento de un panel de cata
para análisis discriminativo de productos
cárnicos con recubrimientos antimicrobianos*

Alumno:

Miguel AGUIRRE ARAMENDIA

Dirigido por:

Dr. Juan Ignacio MATÉ CABALLERO

Dr. Teresa FERNÁNDEZ GARCÍA

Dr. Idoya FERNÁNDEZ PAN

**INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA EN INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS
NEKAZARITZAKO INGENIARI TEKNIKOA NEKAZARITZA ETA ELIKADURA INDUSTRIAK**

Junio de 2011

AGRADECIMIENTOS

Todo el trabajo realizado durante el periodo que ha comprendido la realización de este trabajo final de carrera no hubiera sido posible sin la colaboración y cooperación desinteresada de ciertas personas. Es por ello que quiero agradecer a estas personas la ayuda y tiempo prestados durante el periodo que ha durado la elaboración de este proyecto.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis directores, Dr. Juan Ignacio Maté Caballero y Dr. Teresa Fernández García sus orientaciones, esfuerzo y dedicación sin los cuales no hubiera sido posible cumplir los objetivos.

De igual manera me gustaría agradecer a todos los becarios e investigadores del departamento de *Tecnología de alimentos* por su acogida y ayuda durante el desarrollo de este trabajo. También me gustaría dar las gracias a todos los candidatos que participaron en las pruebas por su tiempo y por el más que posible sufrimiento al que les sometimos.

Y por último deseo sinceramente dar las gracias a las personas de las que más apoyo y aportación he recibido, a J.J. Ramírez por su colaboración en la preparación y realización de las largas sesiones. Y a mi directora Dr. Idoya Fernández Pan, sin cuya ayuda, tiempo, dedicación y motivación me hubiese sido imposible llevar a cabo este trabajo.

A todos, muchas gracias.

RESUMEN	4
1. INTRODUCCION	5
1. El análisis Sensorial	5
1.1. Importancia del análisis sensorial en la Tecnología de Alimentos.....	5
1.2. Percepción de sensaciones.....	11
1.3. Metodología del Análisis Sensorial.....	23
1.4. Condiciones de realización de las pruebas sensoriales.....	34
1.5. Selección de un panel de cata	37
2. Las películas comestibles.....	42
2.1. Películas comestibles.....	42
2.2. Composición y características de las películas comestibles.....	43
2.3. Propiedades tecnológicas de las películas comestibles	44
2.4. Aditivos: Plastificantes	47
2.5. Películas comestibles de proteína asilada de suero (WPI)	48
2.6. Productos cárnicos frescos. Pechuga de pollo	49
2. OBJETIVOS	53
3. MATERIALES Y MÉTODOS	54
3.1. Puesta a punto del panel de catadores	54
3.1.1. Reclutamiento del panel	54
3.1.2. Selección del panel	54
3.1.3. Entrenamiento del panel	56
3.2. Elaboración del recubrimiento.....	58
3.2.1. Elaboración de las soluciones formadoras de recubrimiento	58
3.2.2. Aplicación.....	59
3.3. Pruebas sensoriales	59
3.3.1. Pruebas sensoriales en crudo	60
3.3.2. Pruebas sensoriales cocinado.....	61
4. RESULTADOS	62
4.1. Puesta a punto del panel	62
4.1.1. Reclutamiento del panel	62
4.1.2. Selección del panel	62
4.1.3. Entrenamiento del panel	72
4.2. Pruebas sensoriales	76
4.2.1. Criterios estadísticos para la detección de diferencia.....	76
4.2.2. Pruebas sensoriales en crudo	77
4.2.3. Pruebas sensoriales en cocinado.....	81
4.2.4. Extrapolación de los resultados a la población.....	87
5. CONCLUSIONES	89
6. BIBLIOGRAFÍA	90
7. ANEJOS	93

RESUMEN

Un film o película comestible se define como una capa fina y continua de material comestible que sirve para recubrir o separar los componentes de un alimento. Dentro del conjunto de las películas comestibles se encuentran las películas de proteína aislada de suero (WPI). El interés de estas películas y recubrimientos se centra principalmente en sus excelentes propiedades de barrera al oxígeno, a los aromas y a los aceites, además de portador de agentes antimicrobianos que mejoran la seguridad alimentaria y aumentan la vida comercial. La aplicación de este tipo de recubrimientos sobre alimentos con los que el consumidor se encuentra muy familiarizado, como es el caso de la carne de pollo, que se caracteriza por su escaso aroma y sabor puede provocar cambios en su composición y, por tanto, en sus características sensoriales.

El objetivo de este trabajo es la evaluación sensorial de pechuga de pollo recubierta con WPI mediante pruebas discriminantes con la ayuda de un panel reclutado, seleccionado y entrenado de acuerdo con las características conocidas del producto a analizar, con el fin de establecer si el hecho de recubrir el producto producía cambios sensoriales, detectables por los catadores, en el producto.

Con la realización de este trabajo se ha demostrado la existencia de una diferencia entre el producto con recubrimiento de WPI y el control sin recubrir. Tras la realización de las pruebas sensoriales se demostró que el recubrimiento aplicado al producto era detectado tanto con las muestras presentadas en crudo como con las muestras cocinadas.

1. INTRODUCCION

1. El análisis Sensorial

1.1.Importancia del análisis sensorial en la Tecnología de Alimentos

1.1.1. Introducción

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o a rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos (Sancho et al., 1999)

Actualmente, esta valoración sensorial o Análisis Sensorial es de gran importancia en las empresas, más concretamente en las industrias alimentarias, donde se tiene la necesidad de trabajar o adaptarse a los gustos o preferencias del consumidor con el objetivo de obtener un producto lo más acorde posible a estas preferencias.

El hecho de tener que adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que se intente conocer cual será el juicio crítico que el consumidor realice sobre el producto alimentario. Por tanto, la importancia que, para el técnico y la industria alimentaria tiene el conocer y valorar las cualidades organolépticas del producto que elabora es muy elevada. Una vez conocidos estos parámetros es igualmente importante conocer la repercusión que los posibles cambios en su elaboración o en los ingredientes puedan tener en las cualidades finales del producto (Sancho et al., 1999)

Por esta razón, es necesaria la descripción o definición objetiva de las características que el consumidor experimentará subjetivamente en el producto final y que resultarán en su rechazo o aceptación del producto.

1.1.2. Definición

La definición general del análisis sensorial de los alimentos sería un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

Desde el punto de vista de la normativa española (UNE) vigente también se podría definir como: el examen de propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos (UNE 87-001)

A partir de ambas definiciones se puede considerar el Análisis Sensorial como las técnicas o métodos de evaluación de las propiedades organolépticas del producto, realizándose la evaluación de estas propiedades a través de los sentidos. Estas propiedades organolépticas son definidas en la misma norma, como los atributos de un producto perceptibles por los órganos de los sentidos (UNE 87-001)

Los resultados obtenidos de este tipo de análisis deben tener una fiabilidad determinada de cara a su correcto análisis y utilización, existe, por tanto, la necesidad de una normalización de todos los términos y condiciones. El objetivo que se persigue con esta normalización es conseguir que los resultados que se obtengan sean cuantificables y reproducibles con la mayor precisión posible (Sancho et al., 1999).

El concepto actual de la calidad sensorial se ve reflejado en el siguiente diagrama, donde se especifica el nivel de interacción entre el alimento y los individuos según sus factores y condiciones, que resulta en la denominada calidad sensorial

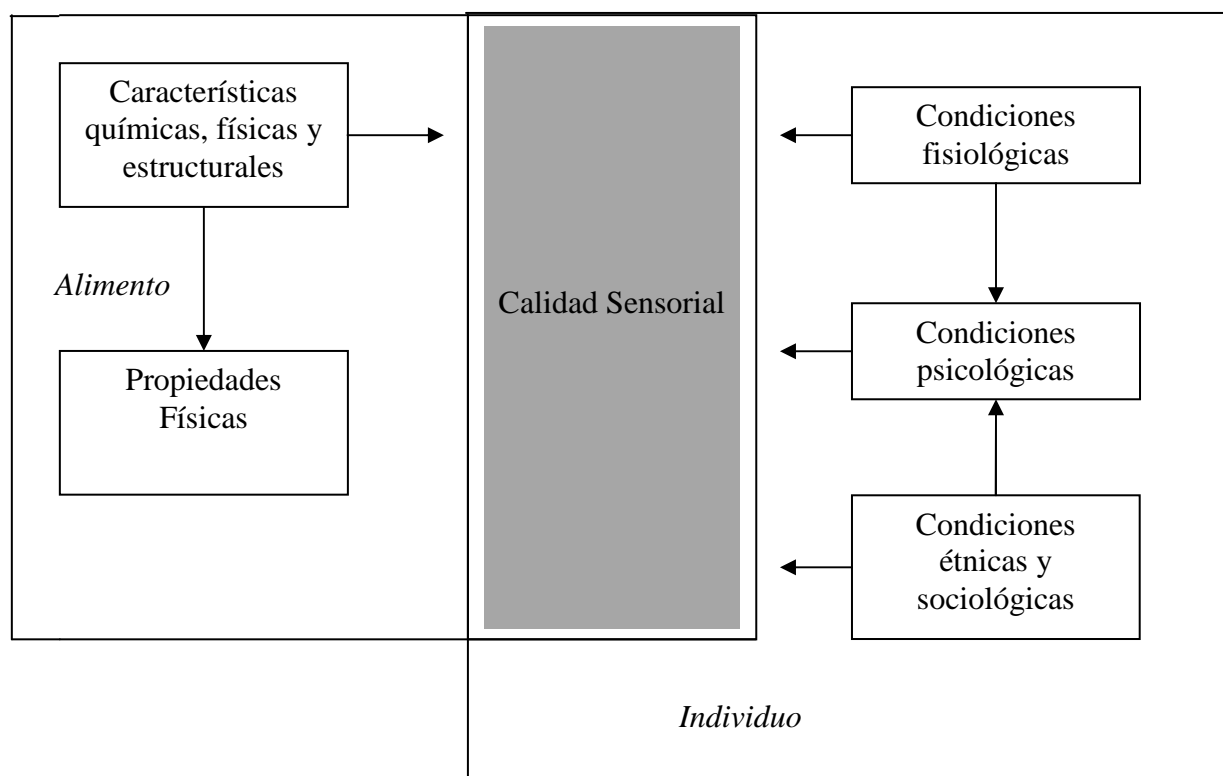


Figura 1.1 Esquema del concepto actual de la calidad sensorial (Sancho et al., 1999)

1.1.3. Historia

Los análisis sensoriales han sido llevados a cabo desde que el ser humano ha evaluado las virtudes y defectos de alimentos, agua, armas, refugios y todo lo que puede ser usado y consumido (Morten et al., 2007)

Al principio, el crecimiento del comercio provocó una formalización del Análisis Sensorial debido a que los vendedores comenzaron a establecer el precio de sus mercancías basándose en la calidad de sus bienes. Con el tiempo, algunos de estos procedimientos tradicionales de evaluación de té, vino evolucionaron e incluso alguno de ellos ha sobrevivido hasta nuestros días. (Morten et al., 2007)

En Francia, en el año 1312, se tiene constancia de la existencia de la Asociación de Gourmets-Catadores de Vino, y ya en el año 1793 existen documentos franceses donde se define la figura del Degustador como aquella persona cuyo trabajo es catar el vino para definir su calidad y por consiguiente, fijar su precio (Sancho et al., 1999).

Al final, la figura del degustador evolucionó dando lugar al catador profesional de las industrias alimentarias, de bebidas y de cosméticos en los primeros años del s. XX (Morten et al., 2007).

Durante el s. XX, se diferencian distintas etapas o periodos durante las cuales la importancia del Análisis Sensorial ha ido evolucionando. A lo largo de la primera mitad del s. XX el peso o importancia de la evaluación de la calidad sensorial en las industrias era reducido, el carácter artesanal de las industrias así como la escasa disponibilidad de instrumentos de medida no permitían la existencia de este tipo de análisis. (Costell y Durán, 1981)

En los años de la segunda guerra mundial, 1940 – 1950, se produjo la transformación o expansión de la industria. Las necesidades de las guerras de Europa u el pacífico, la aparición de grandes industrias e incorporación de equipos instrumentales así como de técnicos especializados supuso el comenzar a controlar estas cualidades de los alimentos que eran elaborados. Las ya mencionadas necesidades de las guerras relegaron la calidad sensorial de los productos a un segundo plano, entre otros la vida útil y la composición nutricional, las prioridades en aquella época. (Costell y Durán, 1981)

A lo largo de la siguiente etapa que comprendió los años 50, 60 y 70, se produjo la definición de los atributos primarios que integran la calidad sensorial: aspecto (tamaño, color, forma etc.), sabor (aroma y gusto) y textura. Además se desarrollaron y adaptación las pruebas sensoriales adaptadas al control de la calidad de los alimentos (Sancho et al., 1999)

Simultáneamente se estudió la utilidad de las distintas pruebas así como el tratamiento estadístico de las respuestas obtenidas y se puso de manifiesto tanto la posibilidad de considerar al hombre como instrumento de medida como la necesidad de obtener un conocimiento básico del proceso por el cual se realiza la evaluación de un alimento, que debe incluir:

- La percepción del estímulo, tanto el aspecto fisiológico como en el psicológico
- la elaboración de la sensación y
- la comunicación verbal de la sensación

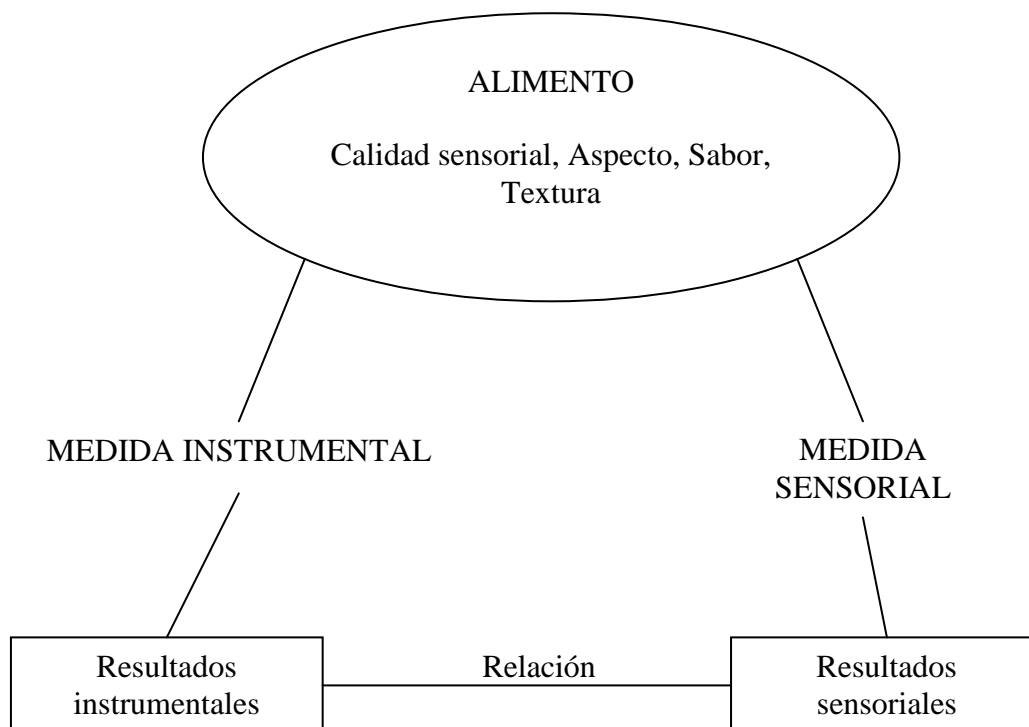


Figura 1.2 Esquema de la idea de la medida de la calidad sensorial en el periodo de 1950-1970 (Sancho et al., 1999)

En los últimos años, se han realizado numerosos estudios sobre los atributos sensoriales, su medición instrumental y percepción a través de los órganos de los sentidos, se ha estudiado el concepto de calidad sensorial y de análisis. Y como consecuencia de estas estimaciones, se ha establecido que la calidad sensorial de un alimento no es una característica propia, sino el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre. Así, se puede definir como la sensación humana provocada por determinados estímulos procedentes del alimento, influenciada por las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas de la persona o grupo de personas que evalúa. (Sancho et al., 1999)

1.1.4. Aplicaciones del Análisis Sensorial

Las aplicaciones del Análisis Sensorial en las industrias alimentarias no se ciñen exclusivamente al área de investigación y desarrollo (I+D), donde se desarrolla y perfeccionan los procedimientos de elaboración de los productos. El Análisis Sensorial también se dirigirá a la evaluación, análisis y control tanto del proceso de fabricación, como del producto o del mercado en el que se incide (Sancho et al., 1999).

Si partimos del hecho de que el programa de control de calidad pretende prevenir los defectos que puedan surgir en el producto acabado, el control del proceso de fabricación es fundamental. El análisis de la calidad sensorial debe incidir en primer lugar sobre las materias primas que entran en el proceso de fabricación (Sancho et al., 1999). De esta manera, el Análisis Sensorial se aplica en la industria desde el comienzo del proceso productivo, mediante análisis químicos y físicos para determinar si la materia prima se encuentra dentro de los parámetros de calidad de la empresa, ya que de esta calidad de la materia prima va a depender en gran medida la calidad final del producto que se desea comercializar (Costell y Durán, 1981)

La intervención o realización de estos procedimientos de análisis no se limita únicamente a la entrada y salida del producto, sino que se realiza también durante el proceso productivo, permitiendo observar la variación que produce en el producto la introducción de determinados ingredientes o los cambios en las condiciones del proceso. Además se valorará en que medida estos cambios varían sus características, aceptación final del producto etc...

Este control de las etapas de fabricación requiere los equipos capaces de medir y por tanto controlar la evolución de los parámetros más importantes del producto.

El éxito de este control que se realiza sobre los parámetros del alimento requiere que los parámetros que se controlan supongan una gran influencia sobre la calidad sensorial del producto. Esta información se obtiene mediante el control del producto. Al contrario que en el control del proceso de fabricación, donde las mediciones se realizan instrumentalmente, este análisis es de carácter sensorial y es llevado a cabo por un panel de jueces cuyo objetivo es identificar los parámetros que influyen en mayor medida en los atributos o propiedades que definen el producto, de cara a que éstos sean controlados en el control del proceso de fabricación. (Costell y Durán, 1981)

Por último, el Análisis Sensorial puede dirigirse al control o investigación de mercados. Las investigaciones sobre la opinión del consumidor, en base al grado de aceptación del producto, las diferencias entre los productos propios y los de la competencia así como la evolución del gusto en los grupos sociales. (Sancho et al., 1999).

1.2. Percepción de sensaciones

La percepción de sensaciones es el resultado de un proceso fisiológico que comienza con la detección del estímulo y finaliza con la respuesta que el cerebro elabora una vez ha analizado dicho estímulo.

1.2.1. Proceso fisiológico

El proceso sensorial se inicia por la presencia de un estímulo físico o químico que actúa sobre los receptores sensoriales, definiéndose por tanto el estímulo como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos (Norma UNE.....). Estos agentes químicos son detectados por los sentidos correspondientes, que envían la información en forma de impulso nervioso al cerebro.

La interpretación en el cerebro de esta sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial, se denomina percepción (Sancho et al., 1999).

En el ser humano, cada órgano receptor, recibe o capta un tipo específico de estímulos. Estos se clasifican en 6 clases, los mecánicos, térmicos, luminosos, acústicos, químicos y eléctricos. Los estímulos son detectados y medidos en los órganos sensoriales tanto por métodos físicos como químicos. Sin embargo, las sensaciones sólo pueden ser medidas por métodos psicológicos. (Sancho et al., 1999).

Por otra parte, estos atributos no se presentan o perciben de forma individual, sino que se solapan provocando que el sujeto reciba un revuelto de impresiones sensoriales casi similares. El entrenamiento en el Análisis Sensorial, por tanto, está encaminado a permitir que la persona será capaz de proporcionar una evaluación individual de cada uno de ellos (Morten et al., 2007)

Dentro de la percepción, nos podemos encontrar con que esos compuestos químicos se pueden presentar en distintas concentraciones o intensidades a nuestros sentidos, siendo más o menos detectables o identificables por éstos. De esta manera, se considera que la cantidad mínima de un estímulo que da lugar a la aparición de una sensación se denomina umbral de detección o aparición, mientras que la cantidad mínima que permite la identificación se conoce como umbral de identificación. El valor máximo de estímulo perceptible es conocido como umbral final o terminal. Y por último se llama al umbral de diferencia o diferencial al valor de la intensidad a partir del cual se diferencian dos estímulos (UNE 87-003-95).

Los atributos de un producto alimenticio son habitualmente percibidos en el siguiente orden:

- Apariencia
- Aroma
- Consistencia y textura
- Flavor

(Morten et al., 2007)

El ser humano, capta su entorno físico a través de los sentidos, en la siguiente figura se puede apreciar un breve esquema explicativo de las sensaciones que se perciben en el Análisis Sensorial.

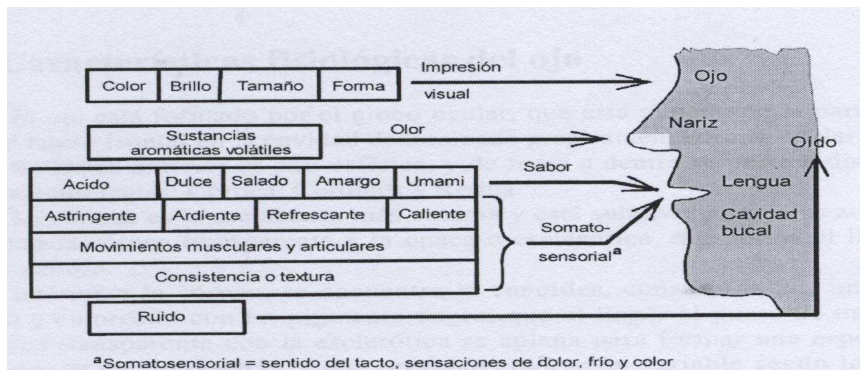


Figura 1.3. Forma en que el ser humano capta su entorno físico a través de los sentidos (Morten et al., 2007)

1.2.2. Mecanismos de percepción

Los órganos de los sentidos son los encargados de recibir y detectar los estímulos mencionados en apartados anteriores y de transmitir esa información en forma de transmisión nerviosa al cerebro para que se interprete y convierta así en una percepción.

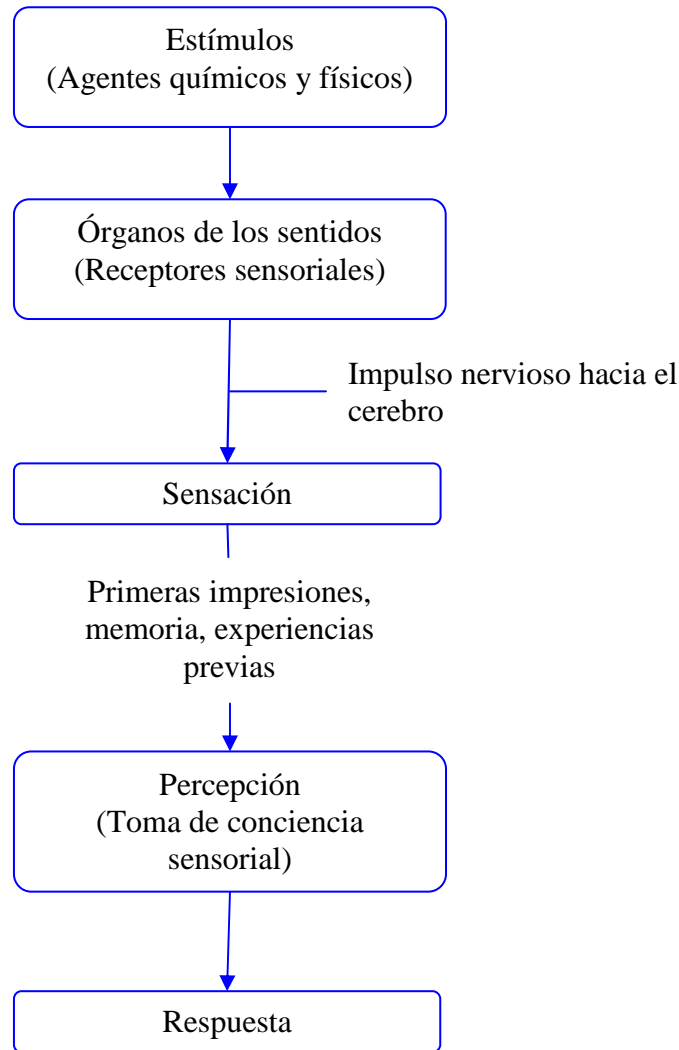


Figura 1.4. *Mecanismo de percepción sensorial*

1.2.2.1. La vista

La luz que entra en las lentes del ojo se concentra en la retina y es transformada en impulsos que viajan al cerebro a través del nervio óptico. De esta manera se perciben los estímulos a través de la vista, por ello el color es la propiedad sensorial más importante asociada con este sentido.

La importancia de este sentido reside en el hecho de que el producto puede ser rechazado sin ni siquiera haber sido probado por el consumidor y sin que sus otras características hayan sido siquiera evaluadas.

La evaluación sensorial del color se puede realizar mediante el uso de escalas de color, consistiendo estas en ejemplos típicos de alimentos, mostrando toda la gama de colores que pueden presentarse en las muestra o usando para ello fotografías o modelos hechos de plástico o de yeso coloreado (Orellana, 1974). También pueden utilizarse escalas construidas basándose en un atlas de colores. Estos atlas de colores consisten en listas o catálogos que abarcan todos los tonos e intensidades con los que comparar el producto y asignarle el valor correspondiente.

Sin embargo, este sentido no es solo importante a la hora de evaluar el color, sino que también es importante al percibir la textura de un alimento, más concretamente de productos líquidos al tomar consciencia de su fluidez o nivel de carbonatación en este tipo de bebidas. (Morten et al., 2007)

Existen determinados defectos que dificultan o impiden una correcta apreciación visual de los estímulos, uno de los más importantes ese el daltonismo, consiste en la incapacidad de detectar ciertos colores, o la confusión de uno con otro.

1.2.2.2.El olfato

Los compuestos volátiles son detectados por el epitelio olfativo situado en la parte superior de la cavidad nasal. Las moléculas son detectadas por millones de minúsculos filamentos que recubren el epitelio por un mecanismo aun desconocido. De está manera son percibidos los estímulos olfativos, sin embargo éstos pueden acceder o ser captados bien a través de la cavidad nasal o de la cavidad bucal, y por ello es importante conocer determinados términos: (Morten et al., 2007)

La Memoria olfativa, el primer encuentro con un olor es normalmente recordado durante mucho tiempo. El recuerdo a corto y a largo plazo es muy importante para el progreso de los jueces en un panel, pues la capacidad de identificar determinados olores en un producto se basa principalmente en la cantidad de olores con los que comparar o identificar (Morten et al., 2007)

Al igual que en caso de la vista, existen incapacidades olfativas, denominadas anosmia, así como problemas en la memoria olfativa. Un problema de la memoria olfativa consiste en el hecho de que los sujetos tienden a olvidar el nombre de un olor o a asociarlo a otro olor similar, lo que puede conducir a la transferencia características asociadas de un olor a otro. (Morten et al., 2007)

1.2.2.3.El gusto

Al igual que el olfato, el gusto es una percepción química. Engloba la detección de estímulos disueltos en el agua, aceite o saliva por las glándulas salivales localizadas en la superficie de la lengua, la mucosa del paladar y zonas de la garganta (Morten et al., 2007)

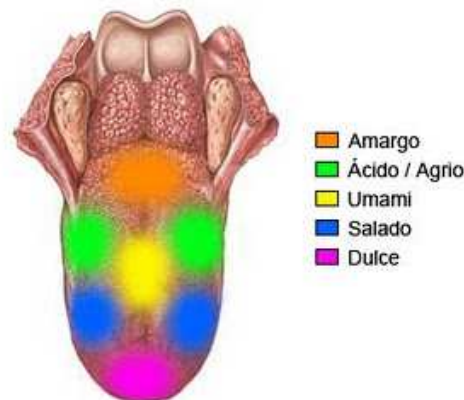


Figura 1.5. *Zonas de percepción de los sabores*

Comparado con el sistema olfativo, el contacto entre la solución y las papilas gustativas en la lengua y paredes de la boca es más regular pues cada receptor está inmerso en la solución durante unos segundos (Morten et al., 2007). Por otra parte estos receptores también se encuentran sumergidos en otra solución compleja que es la saliva (compuesta por una gran cantidad de sustancias), mientras que se nutren de una segunda solución, la sangre (que también contiene una mezcla compleja de sustancias). Por este motivo, los seres humanos únicamente pueden diferenciar determinadas concentraciones de sustancias, y no concentraciones absolutas. (Morten et al., 2007)

Además de la mencionada anteriormente, existen otras condiciones que afectan la percepción del sabor, como es el caso de la sobresaturación, la temperatura, presencia de otros sabores en la solución así como los compuestos químicos

responsables de las sensaciones de picor, calor, etc... que también afectan al sentido del olfato.

Por último, también hay enfermedades relacionadas con la incapacidad de detectar los sabores, en este caso se denomina ageusia.

1.2.2.4.El oído

Las vibraciones en el medio, normalmente aire, causan la vibración del tímpano. Estas vibraciones se transmiten a través de pequeños huesos en el oído medio para crear un movimiento hidráulico del fluido del oído interno, cochlea, que es un canal en espiral cubierto de filamentos que al vibrar transmiten impulsos al cerebro (Morten et al., 2007)

El oído no posee una importancia similar al resto de sentidos. Mediante este sentido es posible analizar o evaluar la textura de un alimento al percibir el sonido del producto al ser masticado, permite catalogarlo como crujiente, gomoso etc... en asociación con el sentido del tacto.

Al igual que con los otros sentidos, también existe una deficiencia auditiva, la sordera en mayor o menor grado, aunque en este caso su repercusión sobre un catador no es tan importante como en otros casos dado el rango de implicación de este sentido en los Análisis Sensoriales.

1.2.2.5.El tacto

El grupo de sensaciones generalmente descritas como sentido del tacto pueden dividirse en somestésicas (sentido táctil, sensación en la piel) y quinestésicas (sensación de profunda presión o propiocepción). (Morten et al., 2007)

Las terminaciones nerviosas responsables de captar estos estímulos se encuentran en la superficie y son las responsables de las sensaciones de tacto, presión,

calor, frío, hormigueo, cosquillas... La presión más fuerte o profunda se siente en las fibras nerviosas de los músculos, tendones y articulaciones (Morten et al., 2007)

En el Análisis Sensorial las percepciones táctiles se detectan principalmente en las zonas donde la sensibilidad sensorial es mayor, en la superficie de los labios, lengua, cara y manos (Morten et al., 2007). Durante la masticación a través de este sentido percibimos las innumerables sensaciones principalmente relacionadas con la textura, viscosidad, consistencia, fluidez...del alimento.

1.2.3. Atributos Sensoriales

1.2.3.1. Apariencia

La apariencia de un producto o de su envase es a menudo el único atributo usado para la decisión de compra o consumo. La apariencia de un producto engloba una serie de aspectos. Las principales características de la apariencia son el color, el tamaño y forma, la textura superficial, claridad y carbonatación (en el caso de bebidas carbonatadas) (Morten et al., 2007)

1.2.3.1.1. Color

El color es la percepción visual que se genera en el cerebro y que resulta de la interacción de la luz en la retina. El color viene determinado por unas características determinadas. (Sancho et al., 1999).

Estas características son:

- Tono o matiz, es la característica que permite clasificar un color como rojo verde o azul, y depende sobre todo de la onda dominante de la luz.
- La saturación, pureza o intensidad, describe el grado de intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acerca a un color puro.
- La luminosidad o brillo se define como la sensación producida por la luz reflejada, equivalente a la escala de grises que va desde el blanco (máxima luminosidad) hasta el negro (minima luminosidad)

(Sancho et al., 1999).

Pese a que el color es la única propiedad sensorial cuya medida instrumental es más efectiva que su interpretación visual, es de gran importancia en el Análisis Sensorial, pues la apariencia es apreciada en primer lugar a través del color. El consumidor puede rechazar un producto debido a que el color de éste es indeseable, independientemente del resto de sus cualidades. (Anzaldúa-Morales, 1994)

1.2.3.1.2. Tamaño y forma

El tamaño y la forma del producto incluyen la longitud, anchura, grosor etc... del producto así como sus distintas formas; esférico, rectangular etc...La distribución de sus componentes, como en el caso de la pasta, las verduras o platos preparados. También se puede emplear estos atributos para observar la presencia de defectos (Morten et al., 2007)

1.2.3.1.3. Textura superficial

La textura se define como el conjunto de atributos mecánicos, geométricos, de cuerpo y de superficie de un producto perceptibles a través de los receptores cinestésicos y somáticos y (si corresponde) visuales y auditivos desde el primer bocado hasta la deglución final. (ISO 5492:2008).

Este conjunto de atributos son percibidos en la boca, aunque también pueden ser percibidos por la piel y músculos del cuerpo. Y se denomina:

- Viscosidad (para fluidos newtonianos homogéneos)
- Consistencia (para fluidos no newtonianos o líquidos y semisólidos heterogéneos)
- Textura (para sólidos o semisólidos)

(Morten et al., 2007)

1.2.3.2. Olor - Aroma

El olor de un producto es detectado cuando sus compuestos volátiles entran en las cavidades nasales y son percibidos por el sistema olfativo, el aroma se define como el olor de un alimento. (Morten et al., 2007). La cantidad de estos compuestos volátiles que pueden escapar de un producto se ve afectada por la temperatura y composición o naturaleza de estos compuestos. (Morten et al., 2007)

1.2.3.3. Textura en boca

La textura en boca de un alimento permite describir las propiedades de dicho alimento tal y como son percibidas en el interior de la cavidad bucal tanto tras su entrada en boca como una vez que el producto ha sido masticado.

Existen innumerables características o formas de describir la textura, tantas como definiciones se puedan dar a las sensaciones percibidas por quienes están evaluando un determinado alimento.

1.2.3.3.1. Características primarias y secundarias

En la siguiente tabla podemos ver algunas de las características primarias de la textura:

PROPIEDADES	DEFINICIONES
Dureza	Física: Fuerza necesaria para una deformación dada Sensorial: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos)
Cohesividad	Física: Qué tanto puede deformarse un material antes de romperse Sensorial: Grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse
Viscosidad	Física: Tasa de flujo por unidad de fuerza Sensorial: Fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua
Elasticidad	Física: Tasa a la cual un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante Sensorial: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez ha sido comprimido entre los dientes
Adhesividad	Física: Trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto Sensorial: Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar) durante su consumo

Por otro lado, en la siguiente tabla nos encontramos con las propiedades secundarias, que son aquellas que se encuentra incluidas dentro de alguna propiedad primaria:

PROPIEDADES	DEFINICIONES
Fragilidad	<p>Física: Fuerza con la cual se fractura un material (alto grado de dureza y bajo de cohesividad).</p> <p>Sensorial: Fuerza con la que un material se desmorona, cruje o se estrella</p>
Masticabilidad	<p>Física: Energía necesaria para masticar un alimento hasta que este listo para ser deglutido (una combinación de dureza, cohesividad y elasticidad)</p> <p>Sensorial: Tiempo requerido para masticar una muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducirla a una consistencia adecuada para tragarla.</p>
Gomosidad	<p>Física: Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado listo para deglutirlo (combinación de baja dureza y alta cohesividad)</p> <p>Sensorial: Densidad que persiste a lo largo de la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para tragarlo</p>

1.2.3.4. Sensaciones olfato gustativas o flavor

Se define como la suma de percepciones resultantes de la estimulación de las terminaciones sensoriales que están agrupadas en la entrada del tracto alimenticio y respiratorio (Amerine et al., 1965), aunque actualmente se restringe a las impresiones químicas percibidas por los sentidos de un producto en la boca, lo que incluye:

- Aromas; las percepciones olfativas causadas por los compuestos volátiles liberados por un producto en la boca y que son percibidas por vía retronasal.
- Sabores; percepciones gustativas causadas por las sustancias en la boca
- Los percepciones químicas (calor, frío...) que estimulan las terminaciones nerviosas en las membranas blandas de la cavidad bucal y nasal y que se denominan nervio trigémino

(Morten et al., 2007)

1.2.3.4.1. Aroma retronasal

El aroma retronasal es aquel que se percibe o es detectado por el sentido del olfato a través de cavidad bucal. Este aroma retronasal constituye una parte importante del denominado flavor, dado que los aromas desprendidos por el alimento al ser masticado atraviesan la vía nasofaringea y son detectados por el epitelio olfativo (Morten et al., 2007)

1.2.3.4.2. Sabor

El sabor de un alimento es percibido en la lengua y la cavidad bucal a través de las papilas gustativas, que detectan los sabores dentro de la dilución que estos forman una tras la masticación y mezcla en la saliva

Existen cuatro sabores fundamentales: ácido, amargo, dulce y salado. Se conoce a su vez las zonas de la lengua se perciben cada uno de estos sabores. También podemos encontrar con el denominado quinto sabor, el umami, cuya sustancia de referencia es el glutamato sódico, en este caso no se conoce exactamente la zona de la lengua donde es percibido. Al igual que en el caso del umami, el sabor metálico, que honesta considerado un sabor es muy empleado en el entrenamiento de paneles de catadores.

1.2.3.4.3. Trigésimas percibidas durante la degustación

Las percepciones químicas tales como frío, calor, quemazón, picor.... son producidas por irritantes químicos como amonio, cebolla, mentol...que estimulan las terminaciones nerviosas trigéminas, causando estas sensaciones en la mucosa de los ojos, nariz y boca. (Morten et al., 2007)

1.3. Metodología del Análisis Sensorial

1.3.1. Procedimiento del Análisis Sensorial

Una vez explicado todo lo referente a los sentidos y percepciones de las diferentes propiedades o características de los alimentos, es necesario conocer los medios a través de los cuales se evalúan. Las pruebas sensoriales a las que se someten los jueces están perfectamente diseñadas u orientadas a un determinado fin.

Para todos los Análisis Sensoriales es necesario elaborar una determinada estrategia que permita abordar las cuestiones clave. En primer lugar se deben fijar los parámetros o características del producto que se desean medir, es decir, los objetivos a obtener con dicho análisis. (Stone y Sidel, 2004)

Una vez establecidos los objetivos se debe planificar o plantear la forma en que se pretende lograrlos, se definen las pruebas sensoriales más apropiadas a los objetivos fijados, el número de jueces necesario para llevarlas a cabo al igual que el nivel de preparación de éstos, el diseño experimental, método de análisis y forma de preparación de las muestras.

Una vez finalizada la planificación, se procede a la realización de las pruebas sensoriales programadas. Los datos obtenidos se analizan estadísticamente, se obtienen los resultados finales y se presentan conclusiones pertinentes (Stone y Sidel, 2004)

Por otra parte existen determinados errores de análisis que no pueden ser previstos durante el diseño experimental de las pruebas sensoriales y que también pueden conducir a confusiones en la planificación o interpretación de los resultados. (Stone y Sidel, 2004)

Existen distintos métodos de reducir este tipo de errores, tales como el uso de códigos de tres o incluso cuatro cifras, el empleo de luz roja para camuflar posibles diferencias de color etc... (Stone y Sidel, 2004)

1.3.2. Tipos de pruebas

Existen diferentes tipos de pruebas sensoriales, la gran variedad de estas pruebas disponible permite escoger las más adecuadas o apropiadas para lograr los objetivos fijados durante el planteamiento del análisis sensorial.

La primera gran clasificación entre las pruebas sensoriales diferencia las pruebas objetivas de las subjetivas o hedónicas. Dentro de estos dos grupos nos encontramos con los tres principales tipos pruebas; afectivas o de afectividad, las pruebas de discriminación y las pruebas descriptivas.

PRUEBAS DE ACEPTACION O AFECTIVIDAD O HEDONICAS

PREFERENCIA
MEDIDA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN
Hedónicas verbales
Hedónicas gráficas

PRUEBAS DE DISCRIMINACIÓN

PAREADA
TRIANGULAR
DÚO-TRIO
COMPARACIONES APAREADAS
COMPARACIONES MÚLTIPLES
ORDENACIÓN

PRUEBAS DESCRIPTIVAS

PRUEBAS DE CALIFICACIÓN CON ESCALAS
No estructurales
De intervalos
Estándar
Proporcionales con estima de magnitud

MEDICION DE ATRIBUTOS RESPPECTO AL TIEMPO
DEFINICIÓN DE PERFILES SENSORIALES
RELACIONES PSICO-FÍSICAS

1.3.2.1. Pruebas discriminatorias

Las pruebas discriminatorias representan una de las dos herramientas analíticas más útiles para el análisis sensorial. Son las que permiten encontrar diferencias significativas entre las muestras o entre ellas y un patrón. Además, las pruebas discriminatorias o de diferencias deben permitir cuantificar la diferencia significativa. (Sancho et al., 1999)

Todos los métodos o pruebas descriptivas pretenden responder la misma pregunta ¿Son estos productos diferentes? Y pueden ser empleadas para diferentes y prácticos objetivos. En algunos casos, los investigadores están interesados en demostrar que dos muestras son perceptiblemente diferentes. En otros casos, quieren determinar si dos muestras son lo suficientemente iguales como para ser usadas indistintamente. En algunos casos, este tipo de prueba se utiliza para análisis paralelos, en los que algunos investigadores quieren demostrar una diferencia mientras otros involucrados en el mismo caso quieren demostrar una semejanza.

Es necesario tener en cuenta las limitaciones de este tipo de análisis o test, pues a pesar de todo, la respuesta es un simple juicio que conduce a que existan limitaciones en la interpretación o análisis de los resultados. Esta limitación a la hora de trabajar con los resultados de las pruebas discriminatorias provoca que se suelen realizar junto con pruebas preferenciales, que permiten un empleo más amplio de los resultados.

Prueba Triangular

Es el método de ensayo de discriminación basado en la presentación simultánea de tres muestras codificadas, dos de las cuales son idénticas y en el que el evaluador debe seleccionar la que percibe como diferente (ISO 5492:2008).

La prueba triangular es el método más conocido de los tres principales métodos discriminativos. Como se menciona en la definición, esta prueba consta de tres productos o muestras, los tres se encuentran codificados y el sujeto debe determinar que dos productos son similares o que producto es el que más difiere del resto.

En la realización de la prueba triangular, el número de jueces necesario varia en función de su nivel de preparación o entrenamiento. Sin embargo según se cita en la Norma ISO 4120: 2004, *si se necesitan evaluaciones repetidas, para obtener un número suficiente evaluaciones totales, se deberá intentar que cada juez lleve a cabo el mismo número de repeticiones*. Las muestras deben ser presentadas codificadas con un número de tres cifras y en un orden determinado:

BAA ABA AAB
ABB BAB BBA

Esta prueba suele emplearse cuando el objetivo es determinar si existe una diferencia sensorial entre dos productos. (Morten et al., 2007). Existen dos variaciones posibles a la hora de llevar a cabo una prueba triangular, la llamada elección forzada, que obliga al catador a elegir una muestra como diferente pese a que no detecte ninguna diferencia y la otra, llamada elección libre, permite decidir que no hay diferencias entre las muestras (Sancho et al., 1999)

Esta prueba es especialmente útil en casos en los que los efectos del tratamiento pueden haber producido cambios en varios de los atributos del producto, más concretamente es efectivo o útil en las siguientes situaciones:

- Determinar si existen diferencias en los productos como consecuencia de un cambio de ingredientes, procesamiento, empaquetado o almacenamiento.
- Determinar si existen diferencias globales, donde no han podido ser identificados los atributos específicos que han sido afectados.
- Seleccionar y controlar la habilidad para detectar determinadas diferencias por parte de un panel de jueces

La dificultad de la prueba triangular reside en que el hecho de que el sujeto debe recordar las características sensoriales de dos productos antes de evaluar un tercero y entonces tomar la decisión (Stone y Sidel, 2004).

Prueba Dúo-trío

La prueba Dúo-trío, diseñada por Peryam y Swartz (1950), representa una alternativa a la popular prueba triangular. Esta prueba es utilizada principalmente en casos en los que el producto posee un intenso sabor, olor etc... o en casos en los que los jueces tienen experiencia o son conocedores de la referencia

En la prueba Dúo-trío, se presentan tres productos, el primero es identificado como la referencia o control y los otros dos están codificados. El objetivo del juez es el de indicar que producto se asemeja más a la referencia (Morten et al., 2007)

Dentro de la prueba Dúo-trío existen diferentes alternativas, una de las opciones es retirar el control o la referencia una vez se ha presentado y antes de entregar los dos productos codificados, el propósito u objetivo es que el juez vuelva a recordar la referencia antes de tomar una decisión, sin embargo, esto puede derivar en una prueba de memoria. La otra opción es mantener las dos muestras junto con la referencia, que no es retirada en ningún momento.

Si la comparamos con la prueba triangular explicada anteriormente, es estadísticamente menos fiable debido a que la posibilidad de obtener el resultado correcto al azar es del 50%. Por otra parte, es más simple y fácil de comprender. (Morten et al., 2007)

Prueba pareada o de comparación por parejas

Desde el punto de vista sensorial suele ser una de las pruebas más eficaces, e indudablemente, es la de más fácil realización. Recibe este nombre debido a que se trabaja sólo sobre dos muestras (Sancho et al., 1999)

En la realización de este tipo de pruebas, al juez se le presentan dos muestras convenientemente codificadas entre las que deberá indicar tanto si percibe alguna diferencia como su preferencia entre los dos productos. Sin embargo, los jueces no

deben someterse a estas dos preguntas en la misma sesión o prueba, es preferible la realización de una prueba de diferenciación previa, que se vea completada por una hedónica al cabo del tiempo.

Los órdenes de presentación de las muestras en la prueba pareada son AB y BA, sin embargo si se trata de identificar *similitud o diferencia* se incluyen AA y BB.

Otro tipo o variante de esta prueba es el conocido como el procedimiento **A-no-A**, en el mismo se presenta al juez una muestra que es evaluada individualmente antes de ser retirada y presentada la segunda. El juez debe decidir la semejanza o diferencia entre ellas. Esta variación es especialmente interesante en casos donde el color puede influir en los resultados, al no presentarse las muestras al mismo tiempo, esa diferencia no es detectable al no verse las dos muestras comparadas.

La utilidad o finalidad para la que se suelen emplear este tipo de pruebas, son principalmente, para la selección y perfeccionamiento de catadores, para establecer preferencia entre dos muestras (ensayo de mercado o de consumidores) y en el control de calidad, cuando se requiere distinguir alguna diferencia organoléptica, general o específica, entre dos muestras.

AL igual que en la prueba dúo-trío, la probabilidad de acertar al azar es elevada, un 50% de posibilidades, lo que la convierte en un aprueba menos fiable que la triangular.

Prueba de Ordenación

En este caso el concepto de la prueba es muy simple, en ella los jueces deber realizar una ordenación de las muestras que se presentan ante ellos, esta ordenación puede realizarse en función o basándose en la aceptación del juez, y por tanto ordenarse de izquierda a derecha de más desagradable a más agradable (en este caso la ordenación sería una prueba de aceptación). Por otro lado se puede realizar esta prueba en relación a un único atributo, por ejemplo ordenar de menor a mayor acidez, dulzura etc...

En este tipo de pruebas son más fatigosas ya que el juez debe probar de dos en dos las muestras para poder obtener resultados fiables. Por este motivo, en este tipo de pruebas no se excede de las siete muestras.

La utilidad que se puede atribuir a la ordenación, es por ejemplo, para selección y entrenamiento de jueces, ya que permite así conocer su sensibilidad a determinados sabores y olores o para conocer en un estudio de mercado las preferencias con un orden de aceptación.

1.3.2.2. Pruebas descriptivas

Todos los análisis descriptivos incluyen la detección (discriminación) y la descripción tanto de los aspectos sensoriales cuantitativos como cualitativos del producto por parte del panel de jueces. (Morten et al., 2007)

En las pruebas de carácter descriptivo los paneles de jueces deben ser capaces de detectar y describir los atributos sensoriales percibidos de una muestra. (Morten et al., 2007). Además, los jueces deben aprender a diferenciar y clasificar cuantitativamente aspectos de una muestra y a definir que grado o magnitud de cada atributo tiene la misma. Dos productos pueden presentar las mismas características descriptivas, pero pueden diferir en gran medida en la intensidad de cada una y, por lo tanto, resultar en que los perfiles de cada producto sean fácilmente distinguibles. (Morten et al., 2007)

Las principales aplicaciones de las pruebas descriptivas son varias, por ejemplo la definición de las propiedades sensoriales de un determinado producto con el objetivo de obtener información para el desarrollo de un nuevo producto (Szczeniak et al., 1975)

De igual manera, la definición de las características o especificaciones para un control o patrón para un QA/QC (Quality assurance and Quality control) y aplicaciones de un R&D (Research and development):

- Documentación de los atributos de un producto antes del estudio de consumo para ayudar en la selección de los atributos a ser incluidos en el cuestionario de consumo y para ayudar en la explicación de los resultados de ese test de consumo.
- Seguir los cambios de un producto con el tiempo, refiriéndose con esto a la vida útil, envasado etc...
- Trazar un mapa de los atributos del producto percibidos con el propósito de relacionarlos con las propiedades instrumentales, químicas o físicas (Bargamann et al., 1976)
- Medir los cambios a corto plazo en la intensidad de determinados atributos con el tiempo.

Dentro del análisis descriptivo nos podemos encontrar con una gran variedad de pruebas, como hemos visto en el esquema anterior.

Análisis descriptivo cuantitativo o QDA (Qualitative Data Analysis)

Como consecuencia de la insatisfacción por parte de los analistas sensoriales por la falta de tratamiento estadístico de los datos obtenidos en los perfiles del flavor y resto de métodos relacionados, la Tragon Corp., desarrolló el método de análisis QDA (Stone et al. 1974; Stone and Sidel 1992).

Este método se basa en el análisis estadístico para determinar los términos apropiados, los procedimientos así como los jueces a emplear en un análisis de un determinado producto.

El entrenamiento para este tipo de pruebas se realiza con muestras del producto a analizar, referencias y otros métodos de análisis descriptivo, para estimular el uso de terminología. Los jueces evalúan cada producto en cabinas individuales, introducen los datos en un ordenador o en plantillas que son recogidas a cada juez para posteriormente ser introducidas en el ordenador. Los jueces no intercambian opiniones, datos etc... Tras cada muestra.

Los resultados del QDA son analizados estadísticamente, y los resultados generalmente contienen una representación gráfica de los datos en forma de tela de araña con una rama del punto central a cada atributo.

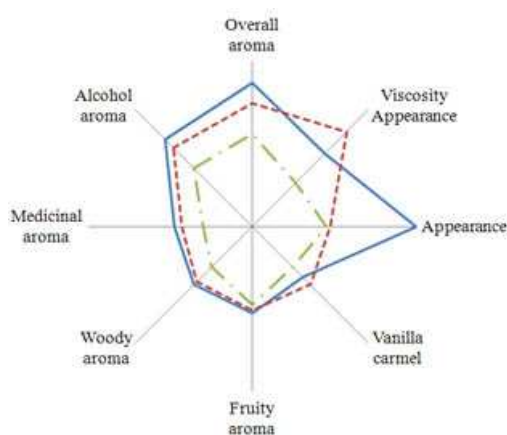


Figura 1.6. Representación gráfica de los resultados de un QDA (Morten et al., 2007)

Perfiles de libre elección

Desarrollados por William y Arnold en 1984 como solución al hecho de que los consumidores usaban diferentes calificativos para describir determinados atributos. Los perfiles de libre elección permiten a los jueces inventar y usar todos los términos necesarios para describir las características sensoriales de una serie de muestras. El juez elabora así su propia plantilla (Morten et al., 2007).

Los datos son analizados y combinados para unificar términos que aparentemente miden la misma característica. Esta combinación de términos proporciona un único perfil del producto.

Una de las ventajas de este método es que ahorra tiempo al no requerir un entrenamiento previo de los jueces, salvo el tiempo de explicación de las escalas.

1.3.2.3. Pruebas hedónicas

Las pruebas de hedónicas son un valioso y necesario componente de todos los programas de Análisis Sensorial. En el proceso de evaluación del producto, este tipo de pruebas, habitualmente siguen a las de discriminación y descripción, que ya han reducido el número de productos alternativos a un reducido grupo, y precede al análisis a gran escala que se realiza fuera de investigación y que es desarrollo por otros, como el departamento de marketing. (Stone y Sidel, 2004)

En las pruebas hedónicas el objetivo es conocer la opinión del consumidor sobre el producto que esta evaluando. Estos análisis, pueden ser, de aceptación o de preferencia, ambos proporcionan información acerca de los gustos o preferencias de un producto.

La preferencia no es sino un favoritismo de uno frente a otro y puede ser medido mediante la comparación de dos o mas productos entre si. Existe por tanto una relación entre la medida de la aceptación de un producto y su preferencia frente a otros. Mediante las escalas, se puede medir el grado de aceptación o desagrado de un producto, y a partir de estos datos, calcular las preferencias.

Comparación pareada

La comparación pareada es probablemente el primer método de análisis sensorial formal desarrollado para evaluar la preferencia.

En este método el juez debe indicar cual de los dos productos codificados prefiere, también se suele preguntar por cual es el que no prefiere. Como hemos visto anteriormente, esta prueba es muy fácil de preparar y únicamente presenta dos posibles presentaciones, A-B y B-A

Este método es aplicable por ejemplo, en casos en que el sabor y el olor no entren en juego y se trate de evaluación visual o táctil. Por otra parte, si lo que se pretende es la obtención directa de una medida de preferencia inmediata, es aconsejable el método de escalas hedónicas.

Escalas hedónicas

Para la medida de la aceptación de un producto, la escala hedónica de nueve puntos es probablemente el método sensorial de mayor utilidad. Desde su desarrollo ha sido utilizado con una gran variedad de producto y con un éxito considerable. (Stone y Sidel, 2004)

Tal y como hemos visto en la elaboración de los perfiles sensoriales de flavor y textura, las escalas pueden ser de diferentes tipos. Se pueden presentar escalas en las que el consumidor exprese su grado de satisfacción o sin embargo otra en la que simplemente ordene de menor a mayor aceptación (prueba de ordenación)

La escala es fácilmente entendible por los consumidores tras una simple explicación, los resultados son probadamente estables y por ello este tipo de pruebas son llevadas a cabo por una gran cantidad de compañías y con un éxito considerable de validez en sus resultados.

	Color	Olor	Sabor	Acept. gral.
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Me gusta poco	_____	_____	_____	_____
No me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta poco	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____

Figura 1.8. Ejemplo escala hedónica de 9 puntos

1.4. Condiciones de realización de las pruebas sensoriales

Muchas variables deben ser controladas si los resultados de las pruebas sensoriales tienen como objetivo la medición de las diferencias del producto examinado. Este gran conjunto de variables se puede agrupar en tres conjuntos principales. (Morten et al., 2007)

1.4.1. Aspectos ambientales

Teniendo en cuenta que los jueces son seres humanos, y que estos reaccionan a una gran variedad de estímulos y de manera diferente cada uno, es necesario a la hora de llevar un análisis sensorial que no haya o exista ninguna de esas reacciones o distracciones en la medida de lo posible

De este modo, el emplazamiento físico debe ser diseñado para minimizar los prejuicios del juez, maximizar su sensibilidad y eliminar las variables o estímulos que no provengan de los propios productos (Morten et al., 2007). Por ello el análisis sensorial se debe realizar en un local habilitado para ello, en la norma ISO 8589 se describen los requisitos que estas salas deben cumplir. El objetivo es crear para cada juez un entorno aislado con la mínima distracción de modo que cada uno pueda adaptarse rápidamente a la naturaleza de su nueva tarea. Por ello las dimensiones de las cabinas son muy importantes; los techos muy bajos y las cabinas muy estrechas pueden ser opresivas o pueden dar lugar al riesgo de sentir claustrofobia. (ISO 6658:2005)

Del mismo modo que el entorno físico no debe contener posibles distracciones, no se deben realizar actividades ajenas durante las pruebas que puedan conducir a resultados sesgados. La sala debe mantenerse en una temperatura agradable y estar bien ventilada. Los olores persistentes, tales como tabaco o cosméticos, no se permitir porque contaminan el ambiente de la sala de cata (ISO 6658:2005). Se evita el ruido, tanto el externo como el producido en el interior de sala por jueces o directores de la prueba, de cualquier forma, un bajo nivel de ruido es especialmente más tolerable y preferible que un nivel fluctuante. La conversación distrae más que el ruido de fondo y son lo que causan una mayor distracción (ISO 6658:2005)

Por último, si está previsto obtener los datos de manera computerizada, esto debería ponerse en práctica de manera segura, higiénica, y de modo que no se comprometa el juicio sensorial (ISO 6658:2005).

Todos los aspectos relativos tanto a distribución de la sala de catas, mobiliario presente, condiciones tanto de temperatura de la sala como de iluminación se encuentra en la normativa relacionada con estos aspectos que podemos encontrar en los anexos.

1.4.2. Aspectos informativos o Información general.

Cuando se va a realizar un examen o análisis sensorial existe una gran cantidad de información que tratar y transmitir a los jueces. En primer lugar es importante, a la hora de elaborar un panel de cata, conocer y la motivación o interés que puedan tener los candidatos, su actitud hacia los alimentos (preferencias o alergias.), sus conocimientos o aptitudes previas así como si padecen ciertas enfermedades que puedan resultar incompatibles con su participación en el panel.

Junto con su motivación, su aptitud para comunicarse y por lo tanto expresar determinadas sensaciones es muy importante, como su disponibilidad, de forma que se pueda elaborar el panel así como llevar a cabo toda la planificación y organización del proyecto.

Al igual que es clave conocer estos datos acerca de los candidatos para el panel de jueces, es importante que, una vez elaborado este panel se les transmita la información necesaria para que puedan realizar sin problemas las pruebas. Se les explicaría, por ejemplo las normas acerca de no introducir olores permanentes en la sala, ni haber comido justo antes de la prueba etc...

La información referente al tipo de prueba, forma de realización y recogida de datos es fundamental para que los resultados sean válidos y no se de lugar a

equivocaciones. Ésta deberá ser explicada además de figurar en el formulario de recogida de datos.

En las normas correspondientes se especifican o aconsejan determinadas instrucciones que los jueces deberían conocer para facilitar y asegurar el correcto funcionamiento del ensayo.

1.4.3. Aspectos prácticos

La planificación y desarrollo de la prueba está determinado por los objetivos del programa, la prueba escogida y restricciones prácticas asociadas al uso de personas como jueces. En particular, es importante reconocer los sesgos que pueden ser inherentes a la elección de la prueba y realizar el ensayo de modo que se minimicen los efectos de este sesgo. Los errores potenciales pueden ser de origen tanto psicológico como fisiológico. (ISO 6658:2005)

El sesgo psicológico más grave proviene de la interacción de los jueces con otros jueces, y se debería minimizar mediante el uso de cabinas individuales o mediante una adecuada separación de los jueces. (ISO 6658:2005).

La manera y el orden en que se presentan las muestras son aspectos importantes de la prueba y pueden introducir sesgos psicológicos. El orden de las evaluaciones también puede ser una fuente de sesgos y, en general, debería especificarse. Con un número menor de muestras y de jurados, se puede equilibrar el orden de manera que cada orden de presentación posible se produzca un número igual de veces (ISO 6658:2005).

Los sesgos fisiológicos se asocian con frecuencia a las muestras de ensayo. En particular, puede darse la adaptación a un estímulo olfato-gustativo específico cuando se produce una exposición repetida a ese estímulo de igual forma que cuando se mastican alimentos sólidos puede aparecer la fatiga. Ambos factores pueden imponer la

limitación del número de muestras a ser evaluadas en una sesión. Se puede recomendar la expectoración de las muestras en jurados entrenados, pero puede dar lugar a la pérdida de información sobre determinados atributos sensoriales (ISO 6658:2005).

El estado de hambre o de hartura puede influir en el rendimiento de los catadores y, si las sesiones son demasiado frecuentes, puede empeorar su rendimiento. Si es posible, se debería solicitar a los jueces que no fumen ni consuman tentempiés, como por ejemplo café durante la hora previa a la prueba. Los jueces no deberían introducir olores extraños a la sesión ya que estos podrían influir en la respuesta de los jueces (ISO 6658:2005).

La hora del día a la que se desarrolla la prueba es importante. El horario debería tener en cuenta las horas de comida habituales ya que la agudeza máxima se obtiene a media mañana o a media tarde. Los jueces que estén emocionalmente alterados, resfriados o sufran enfermedades deberían ser excluidos de la prueba hasta que se recuperen (ISO 6658:2005)

1.5. Selección de un panel de cata

1.5.1. Introducción

El desarrollo de un panel sensorial de catadores requiere una planificación respecto a las necesidades del panel, el apoyo de la organización y su dirección, la disponibilidad y motivación del panel de candidatos, la necesidad de entrenamiento con muestras y referencias y la disponibilidad y buena disposición de la sala cata o cabinas (Morten et al., 2007)

El objetivo del proyecto, el tipo de Análisis Sensorial que se va a llevar a cabo, determina el criterio de selección y entrenamiento de los sujetos. Hoy en día, los analistas sensoriales utilizan una gran variedad de pruebas, seleccionadas específicamente para que corresponda con el régimen de entrenamiento propuesto y el futuro uso del panel (Morten et al., 2007)

Obviamente el paso previo al desarrollo del proceso de entrenamiento del panel de cata, el director del examen debe justificar la necesidad del mismo y sus utilidades o aplicaciones posteriores para obtener los medios económicos.

1.5.2. Preselección

El reclutamiento es un punto de partida importante en la formación de un panel de catadores. Disponemos de diferentes criterios y métodos de reclutamiento y hay diferentes pruebas que se pueden utilizar para seleccionar a los candidatos por su aptitud para entrenamientos posteriores (UNE 87 024-1:1995).

El número de candidatos necesarios dependerá del tipo prueba que se vaya a llevar a cabo en dicho análisis, si se necesita un determinado número de jueces, de candidatos se necesitara entre dos y tres veces más ya que muchos quedarán descartados durante las fases de preselección y selección.

En primer lugar se les entrega un cuestionario en el que se recogen preguntas para recoger la información general como horarios, intolerancias alimentarias...En esta parte de preselección se descarta a los candidatos si presentan algún tipo de enfermedad incompatible con el estudio, si se les detecta algún tipo de anomalía visual, olfativa etc.... en las pruebas destinadas a ese efecto como por ejemplo las ageusias y anosmias o las pruebas de visión de colores (Ishihara charts).

1.5.3. Selección

La elección de las pruebas y de las sustancias que se van a utilizar se hace en función de las aplicaciones previstas y de las propiedades que se vayan a evaluar (UNE 87 024-1:1995).

Todas las pruebas tienen el doble objetivo de familiarizar a los jueces con los métodos y con los materiales utilizados en el análisis sensorial, y se dividen en tres clases:

- Las que tienen como objetivo detectar incapacidad (pruebas de preselección)
- Las que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial
- Los que tiene como objetivo evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales

Todas las pruebas que se vayan a realizar para seleccionar, se realizarán después de una experiencia previa seguida de familiarización, y se realizarán en las condiciones reales en que se van a evaluar los productos, en un ambiente adecuado según la Norma UNE 87 004.

Para la selección de jueces hay que tener en cuenta la aplicación prevista, el comportamiento de los candidatos en las entrevistas y su potencial más que su comportamiento actual. Se supone que aquellos candidatos que tiene un elevado porcentaje de aciertos son y serán más eficaces que otros, pero aquellos que van mejorando sus resultados con las repeticiones responderán bien con el entrenamiento.

Durante la selección se emplean o llevan a cabo muchos tipos de pruebas, como por ejemplo pruebas de emparejamiento, triangulares, de ordenación etc...Cada una de estas tiene un porcentaje de aciertos determinado por norma, cada juez deberá superar o igualar ese porcentaje de aciertos en cada una de las pruebas para certificar que es apto para acceder a la siguiente fase de entrenamiento.

Además, las diferentes pruebas tienen diferentes objetivos dentro de la selección. Por ejemplo, las pruebas de ordenación permiten detectar la incapacidad de distinguir o detectar olores y sabores mientras que las triangulares miden la agudeza sensorial de los candidatos.

1.5.4. Entrenamiento

Se basa en proporcionar a los jueces los principios elementales de las técnicas utilizadas en el análisis sensorial y desarrollar su aptitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales. Se entrena por tanto a los jueces en el uso de estas técnicas para que sean competentes en la aplicación de estas técnicas a productos concretos.

Se recomienda que el número de jueces entrenados sea vez y media o dos veces el número de jueces requerido para la realización de la prueba. Al igual que durante la selección, los entrenamientos se llevarán a cabo en un ambiente apropiado de acuerdo con las recomendaciones dadas en la Norma UNE 87 004.

El entrenamiento de los jueces varía en función de cual va a ser su función en el futuro Análisis Sensorial que van a realizar. Existen, por tanto diferentes tipos de pruebas enfocadas a determinados objetivos. Para el entrenamiento en la detección de sabores y olores, se pueden utilizar las ya mencionadas pruebas de ordenación, triangulares, dúo-trío... Si el panel va a utilizar escalas se les introduce al empleo de estas en sus diferentes tipos, nominales, numéricas... Por otra parte si el panel va a realizar un análisis de tipo descriptivo es importante definir el vocabulario asignado a cada atributo así como a sus diferentes intensidades, para por último desarrollar el perfil que se va a emplear.

Con excepción de las pruebas de preferencia, hay que insistir a los jueces que deben ser objetivos y no deben tener en cuenta sus gustos y aversiones. En el caso del entrenamiento, al contrario que en la selección donde los resultados son corregidos para determinar si el juez es apto o no, los resultados se comentan abiertamente dado incluso

la posibilidad de volver a examinar las muestras y verificar sus resultados donde haya desacuerdo. Esto se produce porque el objetivo del entrenamiento es que adquieran conocimientos y práctica y no conocer sus limitaciones sensoriales como en el caso de la selección.

Dentro del entrenamiento, además de las pruebas correspondientes, se proporciona a los jueces información tanto teórica (localización de los sabores en la lengua etc...) como práctica, enseñando el modo operativo de evaluación de una muestra, que se realiza en este orden:

- Color y aspecto
- Olor
- Textura
- Sensaciones olfato-gustativas
- Gusto residual

También se especifica que se deben realizar olfacciones cortas, tiempo de conservación del producto en la boca y número de masticaciones... Todas estas indicaciones se pueden encontrar en la Norma (UNE 87 024-1:1995).

2. Las películas comestibles

2.1. Películas comestibles

Un film o película comestible se define como una capa fina y continua de material comestible que sirve para recubrir o separar los componentes de un alimento (Krochta, 1994).

Las películas comestibles se han empleado desde épocas muy antiguas. Actualmente se les presta mayor atención debido a un creciente interés por los recursos renovables y la mejora de la conservación de la calidad de los alimentos (Caner et al., 1998).

Para poder emplear una película comestible sobre un alimento se han de cumplir los siguientes requisitos (Mc Hugh y Krochta, 1994):

- No toxicidad
- Cumplimiento de la reglamentación alimentaria vigente
- Tener buenas propiedades sensoriales y organolépticas, compatibles con la naturaleza del alimento
- Solubilidad y dispersabilidad en su preparación y posterior consumo
- Propiedades mecánicas y protectoras adecuadas
- Estabilidad suficiente
- Buena adhesión a la superficie del alimento
- Requerimientos sencillos de tecnología

2.2. Composición y características de las películas comestibles

Las materias primas utilizadas en la elaboración de películas comestibles pueden dividirse en tres categorías (Figura 2.3):

- Hidrocoloides: proteínas, quitosano, almidones, alginatos, pectinas, gomas, derivados de celulosa y otros polisacáridos.
- Lípidos: ceras, acetoglicéridos y agentes tensoactivos.
- Compuestos: lípidos + hidrocoloides.



Figura 2.3 Composición de películas y recubrimientos comestibles.

Debido a su carácter hidrofílico las películas basadas en hidrocoloides presentan una pobre barrera frente al vapor de agua siendo en la mayor parte de los casos solubles en agua caliente. Esta solubilidad puede presentarse como una ventaja para situaciones donde el alimento se consume tras previo calentamiento, puesto que la película se disolverá y no alterará las propiedades sensoriales del alimento.

Contra sus pobres propiedades de barrera frente al vapor de agua, presentan una barrera muy buena ante el oxígeno, dióxido de carbono y los lípidos. La mayoría también presentan propiedades mecánicas deseables, útiles para mejorar la integridad de productos muy frágiles.

Atendiendo a su composición, los hidrocoloides se clasifican en carbohidratos (almidones, gomas, alginatos, derivados de celulosa, quitosano) y proteínas (colágeno, zeína, proteína aislada de suero lácteo (WPI), caseína, gluten de trigo, proteína de soja).

2.3. Propiedades tecnológicas de las películas comestibles

Para el correcto empleo de una película comestible es imprescindible conocer sus propiedades ya que pueden afectar de manera directa a la funcionalidad y a su forma de actuar sobre los productos a recubrir.

Conocida la naturaleza del alimento a proteger así como sus propiedades físico-químicas, hay que definir las características funcionales que debe reunir la película o recubrimiento comestible teniendo en cuenta siempre el principal modo de deterioro de dicho alimento.

Estas propiedades funcionales son básicamente dos:

- La selectividad frente a la transferencia de materia como humedad, gases y solutos como lípidos, aromas, sales, aditivos, pigmentos...
- La resistencia mecánica de la película.

2.3.1. Permeabilidad

Las películas comestibles podrán potencialmente regular la transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, lípidos y aromas en los sistemas alimenticios, mejorando tanto la calidad como la vida útil del alimento. La permeabilidad es un parámetro muy importante a tener en cuenta para controlar la vida útil y la calidad de los productos envasados.

La permeabilidad se define como la migración del estado estacionario de una sustancia permeable a través de una barrera (bien por flujo capilar o por difusión activa) (Figura 2.4)

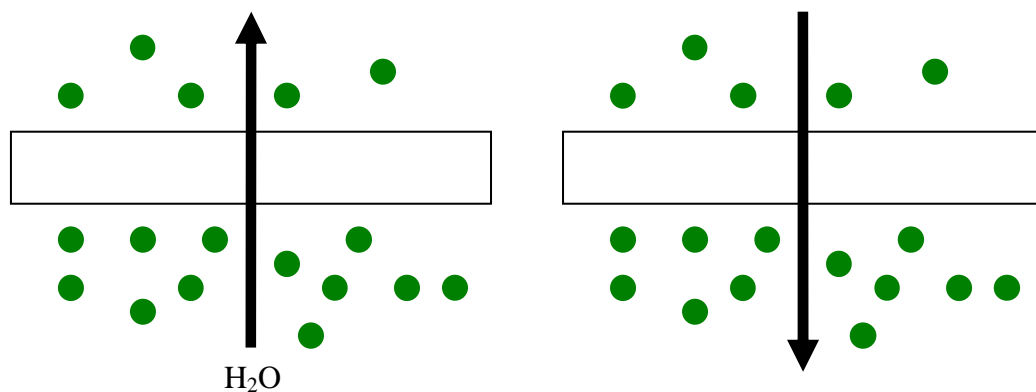


Figura 2.4 Migración de una sustancia por difusión pasiva (Izq.) y por ósmosis inversa (Dcha.).

La permeabilidad al vapor de agua es una medida de la facilidad con que un material puede ser traspasado por el vapor de agua. Una baja permeabilidad contribuirá por ejemplo a retrasar la deshidratación superficial de los productos frescos o congelados. Del mismo modo es importante la protección frente al vapor de agua en productos que presenten baja humedad, en los cuales conviene mantener una textura determinada. Películas con alta permeabilidad al vapor de agua pueden provocar una deshidratación o un enriquecimiento de la humedad lo que implicaría alteración en la calidad de los productos. Se han establecido diferentes técnicas para determinar esta permeabilidad entre las que destacan las técnicas gravimétricas y espectrofotométricas.

Al igual que la permeabilidad al vapor de agua, es de gran importancia conocer la permeabilidad a gases, en particular al oxígeno. El control del intercambio de oxígeno permite la atenuación de los procesos de oxidación que se dan en determinados alimentos (enranciamiento de grasas poliinsaturadas, por ejemplo).

2.3.2. Propiedades mecánicas

Una película o recubrimiento comestible con muy buenas propiedades barrera es del todo ineficiente si no presenta unas propiedades mecánicas adecuadas que le permitan mantener su integridad durante su aplicación y durante el manejo, el embalaje y el transporte del alimento (Debeaufort et al., 1998). También es interesante que la envoltura mejore, o como mínimo no altere, otras características sensoriales del producto, como el color, el brillo, la transparencia o la adhesividad.

Las propiedades mecánicas de las películas dependerán del biopolímero a partir del cual se hayan elaborado así como las posibles interacciones de éste con los aditivos (plastificantes, surfactanes,...) que formen parte del film.

El espesor es otro factor a tener en cuenta así como la humedad relativa a la que hayan sido equilibrados las películas. Una mayor humedad relativa de equilibrio implica un mayor contenido en humedad de la película y puesto que el agua se comporta como plastificante, el film presentará propiedades mecánicas muy diferentes si hubiera sido equilibrado a una humedad relativa menor.

Otro factor muy importante que puede afectar a las propiedades mecánicas es la estabilidad de la película hasta que el alimento sea consumido, de esta forma tenemos que asegurar que el film mantendrá intactas sus propiedades durante el tiempo que dure el almacenaje del alimento. Para mantener la integridad de una película a lo largo de su empleo como embalaje, es imprescindible que posea unas propiedades mecánicas adecuadas y esté libre de defectos como discontinuidades y poros.

El procedimiento más empleado para determinar la fuerza mecánica de las películas es el test de tracción. Por lo general, se consideran representativos los parámetros:

- Tensión máxima, máximo esfuerzo de tensión que puede soportar una película y,
- Elongación de rotura, porcentaje en que aumenta la longitud original hasta la rotura de la película.

Los parámetros mencionados se determinan mediante ensayos de tracción, considerando en todo caso las condiciones de humedad relativa, espesor de la película y las interacciones entre el material formador de la película y los aditivos empleados como plastificantes, que influyen notablemente en el comportamiento mecánico. (Anker, 1996).

2.4. Aditivos: Plastificantes

Los plastificantes se consideran aditivos muy importantes que se pueden añadir en la elaboración de las películas y recubrimientos comestibles con la finalidad de reducir la fragilidad e incrementar su flexibilidad (Bulter et al., 1996).

Un plastificante se define como una sustancia no volátil con un alto punto de ebullición que cuando se añade a otro material en unas condiciones dadas, modifica algunas propiedades físicas y mecánicas de dicho material (Han, 2005). La adición de un plastificante a una película permite la obtención de una película menos frágil, más flexible y eventualmente más dura y resistente. La reducción de las fuerzas intermoleculares entre las cadenas poliméricas y en consecuencia de la cohesión del conjunto facilita la elongación de la película; pero, por el contrario hace que disminuyan las propiedades de barrera de los gases, vapores y solutos. La variación de permeabilidad afecta a la calidad del alimento por lo que es necesario optimizar el uso de plastificantes (Han, and Gennadios, 2005).

Entre los plastificantes más utilizados en tecnología de alimentos se incluyen los polioles como sorbitol, glicerol, polietilengliceroles y derivados (Kester, 1986). Por

ejemplo Caner et al. (1998) y demostraron la compatibilidad entre el uso del glicerol como aditivo y el quitosano como base de matriz estructural de películas con lo que se aseguraba una interacción efectiva. Asimismo, McHugh y Krochta (1994) y Osés (2006) definieron la compatibilidad y evaluaron el efecto plastificante de diferentes polioles como sorbitol y glicerol en películas de WPI.

2.5. Películas comestibles de proteína asilada de suero (WPI)

La leche tiene un 6.25% de proteínas de las cuales el 20 % corresponden al suero lácteo y el 80% al caseinato. Durante el proceso industrial de elaboración de queso, el subproducto principal que se recoge es el suero lácteo, que se desechaba hasta hace relativamente poco tiempo. Actualmente se considera una fuente valiosa de proteína.

Una vez recogido este suero, se le somete a una ultrafiltración con el objetivo de obtener un concentrado de proteína denominado WPC. Si este proceso incorpora o agrega pasos de diafiltración, el resultado es la desmineralización de la proteína y la obtención de la WPI o proteína asilada de suero lácteo.

Las películas o recubrimiento elaborados a partir de la proteína aislada de suero o WPI presentan unas propiedades de barrera muy buenas frente al oxígeno, aromas y aceites, una buena adherencia a superficies hidrofílicas y un aspecto transparente. Por el contrario, son más fácilmente degradables que otros polímeros y su barrera frente al vapor de agua es muy débil.

Estas películas de WPI se realizan desde y algunos años mediante el calentamiento de soluciones acuosas de proteínas entre los 75-100°C (Krochta, 1997). Al secarse la solución a temperatura ambiente se forma la película, el tratamiento térmico es fundamental para la obtención de una película en buenas condiciones, además se le adicionan plastificantes como aditivos para inferir flexibilidad al film y corregir de esta manera su fragilidad o facilidad para quebrarse.

En resumen, las películas comestibles de WPI presentan una buena barrera la oxígeno debido a su estructura firme y compacta de puentes de hidrógeno (Mchugh, 1994). La principal aplicación de esta propiedad es que reducirá el enranciamiento oxidativo en el producto que recubra.

2.6.Productos cárnicos frescos. Pechuga de pollo

Una de las principales limitaciones que encuentra la industria cárnica es la corta vida útil que generalmente presentan sus productos frescos. Muchos autores han descrito los productos cárnicos frescos como extremadamente perecederos debido tanto a su riqueza en nutrientes como a la humedad superficial que presentan, debido a estas características, en este tipo de productos se produce una rápida colonización y rápido crecimiento de un amplio abanico de microorganismos de gran potencial alterante. Así, la vida útil del producto está condicionada por las características físico – químicas de la materia prima, por la población microbiana inicial y por el sistema de conservación empleado.

El músculo procedente de animales sanos se encuentra libre de microorganismos pero su contaminación se produce en el momento del sacrificio, por lo que la ausencia completa de contaminación microbiana en la carne es prácticamente imposible. Por ello, el interés en la industria cárnica se centra en conseguir controlar la contaminación producida tanto durante el sacrificio como posteriormente durante el procesado y el almacenamiento del producto (Samelis, 2006).

El consumo de productos cárnicos frescos, como por ejemplo el de la carne de pollo, se ha visto incrementado en los últimos años en diversos países debido tanto a la gran variedad de productos disponibles como al bajo coste de producción de un producto con elevados valores nutricionales (Patsias et al., 2008).

La conservación mediante refrigeración es el método común para alargar la vida útil del producto cárnico comercializado en fresco, pero con su empleo no se obtiene una larga vida útil, por ejemplo la carne de pollo sólo refrigerada no presenta una vida útil superior a los 4-5 días (Chouliara et al., 2008). Para llevar a cabo el control de la

alteración de los productos cárnicos frescos se emplean diferentes tecnologías como son la descontaminación de canales, el empleo de aditivos naturales, la radiación, la aplicación de altas presiones hidrostáticas, el envasado activo y el aprovechamiento de efectos combinados mediante el empleo de tecnología de barreras múltiples.

Dentro del mercado de los productos cárnicos frescos, el transporte y distribución de estos productos son fundamentales para que el producto llegue en buenas condiciones al punto de venta al consumidor, es por ello, que el principal objetivo de la industria es conseguir un incremento en la vida útil de estos productos, tanto a través de los métodos tradicionales como de las nuevas tecnologías.

Una de las tecnologías emergentes que pueden aplicarse en el control microbiológico de los productos cárnicos es el empleo de los recubrimientos comestibles activos. Estas películas comestibles compuestas de diferentes tipos de proteínas y carbohidratos presentan determinadas propiedades barrera (oxígeno, lípidos y aromas), además, su capacidad para portar otro tipo de compuestos de carácter antioxidante o antimicrobiano les convierte en una seria alternativa para lograr este objetivo de aumentar la vida útil y mantener la calidad del producto (Gennadios et al., 1997).

Los recubrimientos comestibles que incorporan agentes antimicrobianos permiten que la migración de este agente desde el recubrimiento a la superficie del alimento sea realice lentamente, permitiendo controlar esta migración (Figura 2.1) (Fernández-Pan et al., 2010).

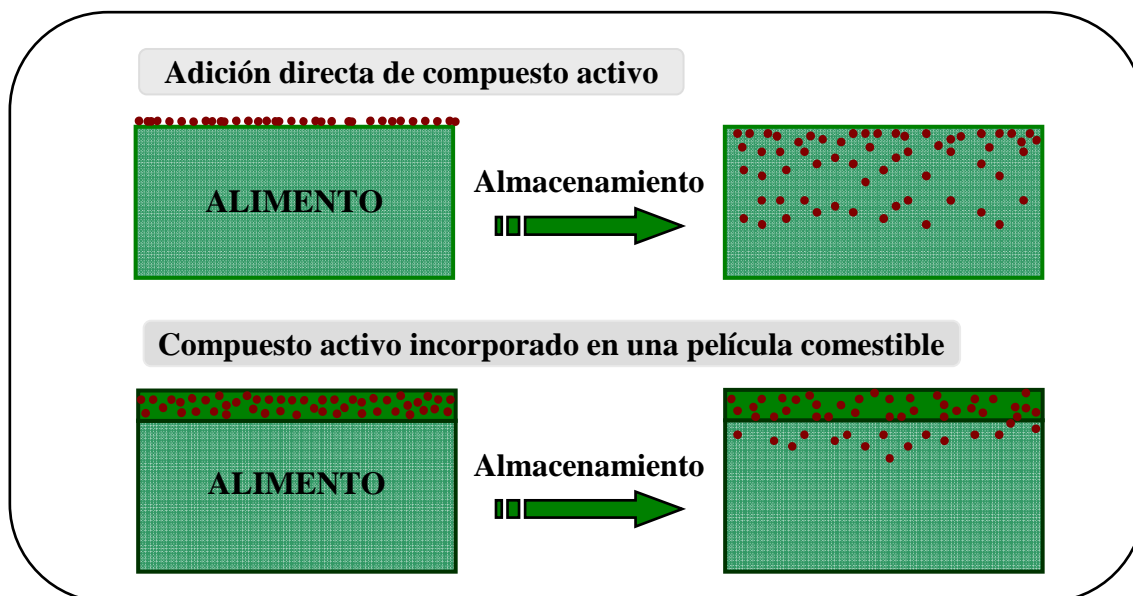


Figura 2.1 Evolución de la concentración de compuestos activos añadidos directamente sobre la superficie del sistema alimentario o a través de una película comestible.

La utilización de los recubrimientos comestibles permite, a su vez, una simplificación en el envase del producto, permitiendo eliminar de su composición, aquellas barreras cuya función desempeña el mencionado recubrimiento (Figura 2.2)

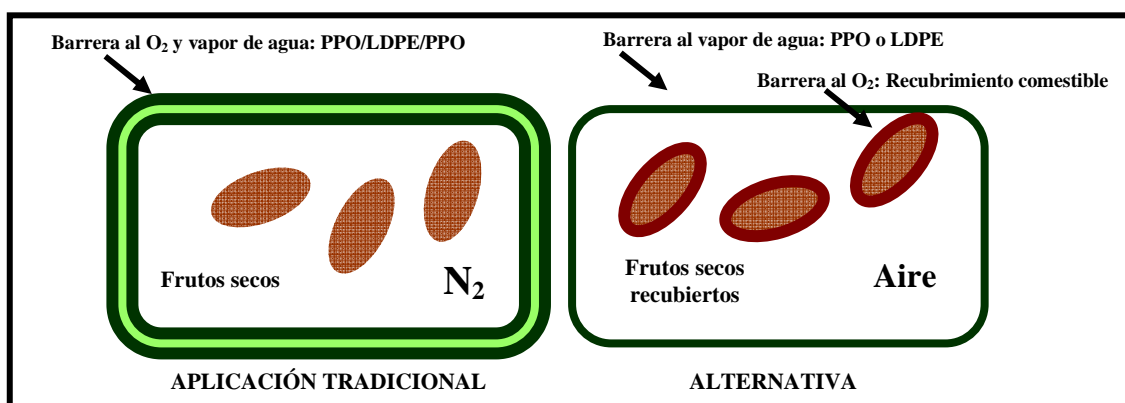


Figura 2.2 Al emplear un recubrimiento comestible como barrera al O₂ sobre la superficie alimentaria, se podría utilizar un envase más sencillo, menos costoso, más reciclable y sin la necesidad de modificar la atmósfera interior.

La aplicación de estos recubrimientos en un tipo de carne como por ejemplo la del pollo, que destaca por ser muy insípida o no poseer un aroma muy característico o fuerte unido al hecho de que se trata de una carne muy consumida en todo el mundo y con la que el consumidor se encuentra muy familiarizado, puede provocar que cualquier pequeña modificación en sus atributos sea percibida o detectada por parte de los consumidores. Es por ello que se debe tener una certeza de que las características finales del producto varían lo menos posible y de que no son percibidas por el consumidor.

2. OBJETIVOS

El objetivo final de este trabajo se centra en la evaluación sensorial de pechuga de pollo recubierta frente a pechuga de pollo sin tratar a través de un Análisis discriminativo empleando un panel de catadores previamente seleccionado y entrenado. Para la consecución del objetivo es necesario completar una serie de objetivos específicos

Los objetivos específicos que se plantean en este trabajo son los siguientes:

- **Objetivo 1:** Puesta a punto de un panel de catadores
 - *Reclutamiento* de potenciales catadores e inicio del desarrollo del panel
 - *Selección* de los jueces mediante pruebas basadas en normativa específica europea e internacional
 - *Entrenamiento* de los candidatos aptos tras el proceso de selección
- **Objetivo 2:** Análisis sensorial discriminante de pechuga de pollo recubierta frente a pechuga de pollo sin tratar
 - Analizar las diferencias entre el producto recubierto y el producto sin tratar crudo
 - Analizar las diferencias entre el producto recubierto y el producto sin tratar cocinado

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Puesta a punto del panel de catadores

En la selección y entrenamiento del panel se convocaron 5 sesiones, 3 de ellas dirigidas a la selección y las dos siguientes sesiones orientadas al entrenamiento. Dentro de las 3 sesiones de selección se incluyeron pruebas de preselección para la detección de incompatibilidades para la participación de los jueces en un panel de cata.

3.1.1. Reclutamiento del panel

El reclutamiento de los candidatos para participar en la puesta a punto del panel no siguió ningún proceso establecido de reclutamiento. Se contactó con los candidatos individualmente para preguntarles acerca de su participación en el panel.

3.1.2. Selección del panel

Para la etapa de selección se han empleado las siguientes normas:

- **UNE 87 024-1:1995:** Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces.
- **UNE 87026:** Análisis sensorial. Guía general y método para la evaluación del color de los alimentos.
- **ISO 5496:2006:** Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores.
- **UNE-EN ISO 4120:** Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular
- **UNE 87-003-95:** Análisis sensorial. Metodología. Métodos de investigación de la sensibilidad gustativa.
- **ISO 8587:2006:** Análisis sensorial. Metodología. Ordenación.
- **UNE 87025:1996:** Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura.

La fase de selección se dividió en tres sesiones diferentes en las que se llevaron a cabo diferentes tipos de pruebas:

1ª Sesión: *Charla informativa y pruebas de anomalías*

Con el fin de detectar las mencionadas anomalías y de introducir a los candidatos en Análisis Sensorial en esta primera sesión de selección se realizaron las siguientes pruebas:

- Charla introductiva
- Test de Ishihara
- Prueba de emparejamiento de color (UNE 87026)
- Prueba de emparejamiento de sabor (UNE 87 024-1:1995)
- Prueba de emparejamiento de olor (ISO 5496:2006)

Los compuestos empleados para esta primera sesión fueron, sacarosa, ac. Tartárico ($C_4H_6O_6$), quinina, cloruro sódico, sulfato ferroso hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) y glutamato monosódico para las pruebas de sabor de Panreac, Quimica (Barcelona) PRS. Y l-mentol, eucaliptol y carvacrol de Laboratorios Dicana S.A. (Barcelona) para el emparejamiento de olor. También se utilizaron las cartas de Ishihara (Ishihara, 1925) así como plantillas coloreadas impresas para el emparejamiento de color.

2ª Sesión: *Pruebas triangulares y de ordenación*

Con el objetivo de conocer la sensibilidad gustativa y olfativa de los candidatos, así como su familiarización con la prueba triangular, en la segunda sesión de selección se realizaron las siguientes pruebas:

- Prueba triangular de sabor (2) (UNE 87 024-1:1995)
- Prueba de ordenación de sabor (2) (UNE 87-003-95)
- Prueba de ordenación de olor (ISO 5496:2006)

En la segunda sesión de la fase de selección se emplearon los siguientes compuestos: glutamato monosódico, cloruro sódico y ac. Tartárico ($C_4H_6O_6$) para las pruebas de sabor y l-mentol de Laboratorios Dicana S.A. (Barcelona) para la ordenación de olor. Todos los compuestos de sabor Panreac, Quimica (Barcelona) PRS.

3ª Sesión: Evaluación del color y la textura

Como punto final a la etapa de selección se evaluó la sensibilidad de los candidatos respecto al color y textura. Por tanto, en la tercera y última sesión de selección se realizaron las siguientes pruebas:

- Prueba triangular de color (UNE 87026)
- Prueba de ordenación de color (UNE 87026)
- Nociones informativas sobre la apariencia: Color y brillo (UNE 87026)
- Prueba de ordenación de textura (UNE 87025:1996)
- Prueba triangular de olor (ISO 5496:2006)

En la última sesión de selección se emplearon, queso cremoso marca comercial Philadelphia, salchichas Frankfurt marca comercial El pozo, cacahuets marca comercial Hacendado y caramelos duros marca comercial Sintox. Para las pruebas de color se utilizaron las cartas Munsen y por último, para la triangular de olor se empleó carvacrol de Laboratorios Dicana S.A. (Barcelona).

3.1.3. Entrenamiento del panel

Para el desarrollo de la etapa de entrenamiento se han empleado las siguientes normas:

- **UNE-EN ISO 4120:** Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular.
- **UNE 87-003-95:** Análisis sensorial. Metodología. Métodos de investigación de la sensibilidad gustativa.
- **UNE 87025:1996:** Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura.
- **UNE-ISO 5496:** Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores.
- **UNE 87 024-1:1995:** Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces.

Para su realización, la fase de entrenamiento se dividió en dos diferentes sesiones:

4ª Sesión: *Charla explicativa y presentación de olores y sabores*

En la primera sesión de entrenamiento y cuarta del total se realizaron las siguientes pruebas:

- Charla explicativa
- Presentación de sabores fundamentales (UNE 87-003-95)
- Presentación de olores (UNE-ISO 5496)
- Prueba triangular de sabor (UNE 87-003-95)
- Prueba triangular de textura (UNE 87025:1996)
- Prueba triangular de olor (ISO 5496:2006)

Los compuestos empleados en la primera sesión de la etapa de entrenamiento fueron los siguientes: La sacarosa, ac. Tartárico ($C_4H_6O_6$), quinina, cloruro sódico, sulfato ferroso hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) y glutamato monosódico fueron empleados para presentar los sabores fundamentales, todos los compuestos Panreac, Química (Barcelona) PRS. El orégano, clavo, laurel, cilantro y romero de Laboratorios Dicana S.A. (Barcelona) se les presentaron como olores. Además para la prueba de textura se empleó harina de trigo marca comercial Eroski y agua mineral de baja mineralización marca comercial Eroski.

5ª Sesión: *Identificación de sabores y entrenamiento con el producto*

En la última sesión se llevaron a cabo las siguientes pruebas:

- Identificación de sabores (UNE 87-003-95)
- Triangular de pollo (UNE-EN ISO 4120)

En la última sesión del entrenamiento de jueces se volvieron a utilizar todos los compuestos utilizados anteriormente para las pruebas de sabor: sacarosa, ac. Tartárico ($C_4H_6O_6$), quinina, cloruro sódico, sulfato ferroso hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) y glutamato monosódico Panreac, Química (Barcelona) PRS. También se utilizó carne de pollo (pechugas fileteadas adquiridas de pollo Broiler) y de pavo (pechugas fileteadas de pavo).

3.2. Elaboración del recubrimiento

3.2.1. Elaboración de las soluciones formadoras de recubrimiento

La formación de las películas comestibles se realizó a partir de la tesis de (Fernández-Pan, 2011). Las soluciones formadoras de recubrimientos comestibles (SFR) se elaboraron a partir de soluciones acuosas al 10% de WPI (Davisco Food Internacional, EEUU) y 5% de glicerol (Panreac Química, Barcelona). Estas soluciones se calentaron en un baño termostático con agitación a 90 °C durante 30 minutos (McHugh y Krochta 1994) (Figura 3.1)



Figura 3.1. Baño termostático empleado para tratar térmicamente la solución de WPI

La homogeneización de las fases se realizó a 24000 rpm durante 2 minutos con un Ultra-turrax (T25 basic IKA WERKE) (Figura 3.2). Finalmente, las SFR se filtraron y desgasificaron a vacío. (Figura 3.3)



Figura 3.2. Ultra-turrax empleado para homogeneizar la muestra



Figura 3.3. Desgasificación a vacío de la muestra

3.2.2. Aplicación

Se utilizó el método desarrollado por Fernández-Pan, (2011) el que establece que el mejor método de recubrimiento de los productos cárnicos es mediante inmersión. Este método consiste en sumergir el producto, un medallón de pollo de 5 cm de diámetro, durante 120 segundos, un escurrido de 30 segundos y por último un secado de 45 segundos de duración para cada una de las caras del producto (Figura 3.6).

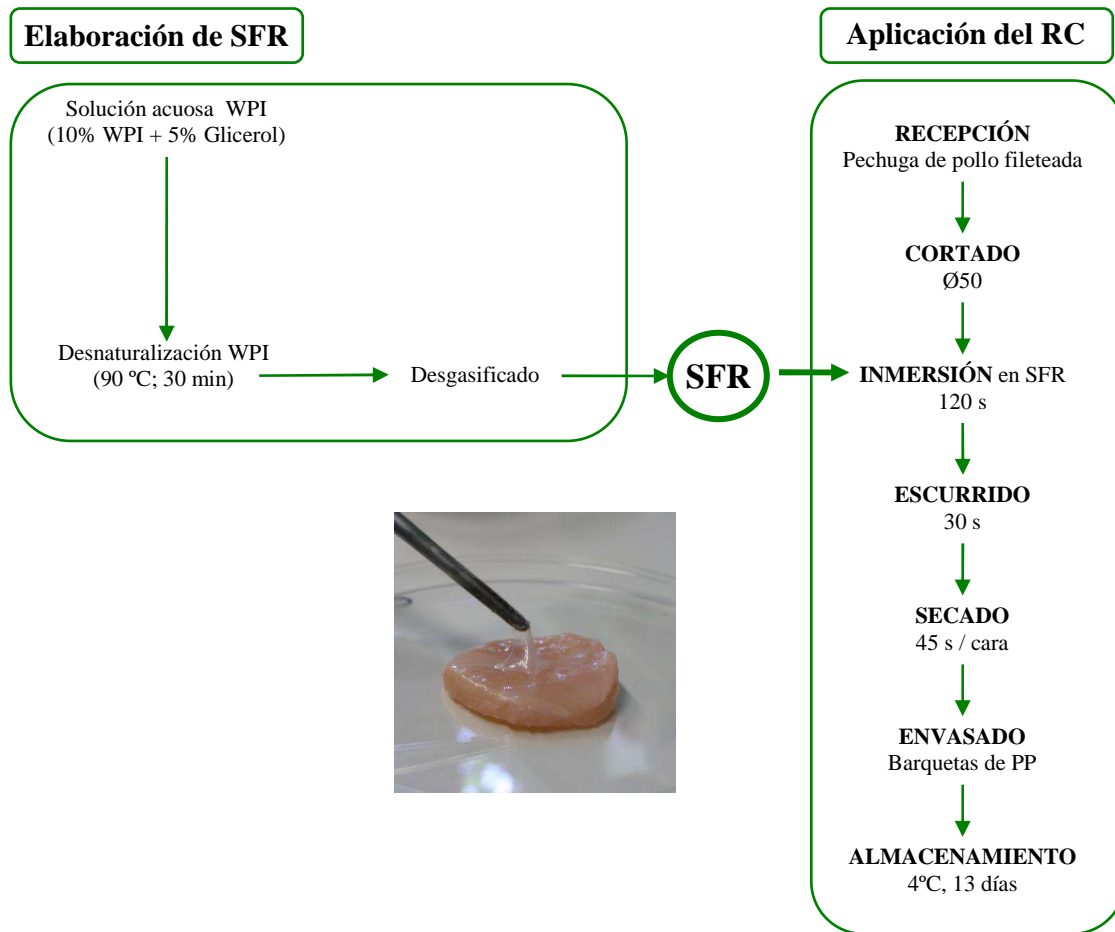


Figura 3.4. Diagrama de elaboración de SFR y aplicación del recubrimiento

3.3. Pruebas sensoriales

Para el análisis discriminativo de productos cárnicos con recubrimientos antimicrobianos se establecieron dos protocolos distintos, uno de los cuales es en crudo y otro en cocinado, de acuerdo a las características que pueden ser importantes a la hora de diferenciar entre productos. Teniendo en cuenta que el producto a analizar es un producto que se comercializa en crudo, pero que se consume tras ser cocinado.

Para este análisis se emplearon las siguientes normas y artículos:

- UNE-EN ISO 4120:
- “On the triangle test with replications” (Joachim Kunert, Michael Meyners, 1999)

3.3.1. Pruebas sensoriales en crudo

Se realizaron dos pruebas con el producto en crudo. La diferencia entre estas dos alternativas residió en la presentación de las muestras a los jueces, mientras que unas se mostraron envasadas en barquillas protegidas por un plástico termosellado, en el otro caso se dispusieron expuestas en una bandeja.

- **Prueba triangular 1:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin aceites esenciales (AE) crudo en barqueta de PP/EVOH/PP

Se introdujeron tres muestras en cada tarrina de polipropileno / copolímero de etileno-alcohol vinílico / polipropileno (PP/EVOH/PP), de 125 mL de capacidad, de 300 μm de espesor, 4,7 cm de alto y 7,6 cm de diámetro de boca, suministradas por Huhtamaki (Nules, Castellón, España). El envase se realizó con una termoselladora de bandejas FP Basic (Ilpra Systems, España) con un plástico P12-2050P x NP (Tecnopack, España) con un espesor total de 64 μm (polietileno 12 μm , adhesivo 2 μm y polipropileno 50 μm), una permeabilidad al O₂ de 110 mlm^{-2} , 24 h⁻¹. atm⁻¹ y al vapor de agua de 10 g x m⁻². 24h⁻¹. atm⁻¹.(Figura 3.7)



Figura 3.5. Prueba triangular con las muestras en barquetas

- **Prueba triangular 2:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin AE crudo

En este caso las muestras se codificaron y presentaron sobre bandejas de porcelana sin protección exterior. En cada bandeja se dispusieron tres medallones para su evaluación por parte de los jueces (Figura 3.8)

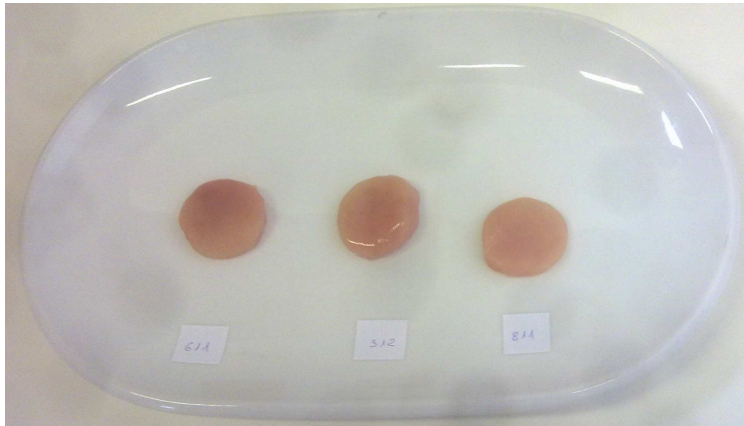


Figura 3.6. Prueba triangular con las muestras en bandejas sin protección

3.3.2. Pruebas sensoriales cocinado

- **Prueba triangular 3:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin AE cocinado

Se desarrolló un protocolo específico de cocinado para este tipo de prueba, este procedimiento se obtuvo tras la realización del ensayo preliminar elaborado para determinar el procedimiento de cocinado de las muestras basado en las recomendaciones descritas por (Briz y García, 2004). Al igual que en las pruebas anteriores se presentaron tres muestras codificadas por plato para el análisis de los jueces (Figura 3.7).



Figura 3.7. Prueba triangular con las muestras cocinadas en bandejas

4. RESULTADOS

4.1. Puesta a punto del panel

4.1.1. Reclutamiento del panel

El reclutamiento fue realizado de forma individual para cada uno de los candidatos. Se contactó con un total de 40 posibles candidatos ha ingresar en el panel, de las 40 personas entrevistadas 22 aceptaron tomar parte en la puesta a punto del panel.

4.1.2. Selección del panel

Para la selección del panel se contó con la participación de 22 candidatos, 11 hombres y 11 mujeres residentes en Navarra y con un rango de edad comprendido entre los 21 y los 40 años. Como paso previo a la etapa de preselección de los candidatos, se les presentó a los candidatos un cuestionario o formulario (Anejo A1.) con el objetivo de obtener información general acerca de su disponibilidad de horario, alergias e intolerancias alimentarias tal y como se menciona en la norma (UNE 87 024-1:1995).

La totalidad de las pruebas llevadas a cabo durante este proceso, tanto las referentes a las etapas de selección y entrenamiento como las pruebas sensoriales finales tuvieron lugar en la sala de catas de la Universidad Pública de Navarra.

Durante la selección, las pruebas que se realizaron fueron con el objetivo de detectar tanto incapacidades como la agudeza sensorial de los candidatos. Así, se llevó a cabo el test de Ishihara, prueba visual que permite detectar anomalías visuales tales como daltonismo o debilidad cromática, como se indica en la norma (UNE 87 024-1:1995).

El resto de pruebas encaminadas a determinar la agudeza sensorial se distribuyeron en tres sesiones de una duración aproximada de 30-40 minutos, en las que incluyeron pruebas de emparejamiento, triangulares y de ordenación. Para cada una de estas pruebas existe un determinado porcentaje de acierto que determina si el candidato es apto o no para formar parte del panel que se esta elaborado.

De esta manera, de la misma forma que para las pruebas de ordenación se exige una regularidad en el acierto, para las pruebas de emparejamiento es necesario que cada candidato empareje correctamente al menos el 80% de las muestras y en las pruebas triangulares el porcentaje de aciertos requerido es del 100% (UNE 87 024-1:1995)

1ª Sesión: *Charla informativa y pruebas de anomalías*

En la primera sesión de selección se realizaron las charlas introductorias, en las que se transmitió a los jueces la información básica necesaria para realizar análisis sensoriales de una forma lo más correcta posible, así como pruebas de anomalías correspondientes a la preselección, que se realizaron al mismo tiempo que las pruebas de emparejamiento de color, sabor y olor.

El procedimiento de realización de este tipo de pruebas se llevó a cabo según lo mencionado en la norma UNE 87 024-1:1995. El emparejamiento de color se basó en los criterios establecidos por la norma UNE 87026, de esta manera se dispusieron láminas impresas que contenían una serie de tres colores diferentes como patrón, así como otras dos series de esos mismos colores en distinto orden, todos y cada uno de los colores codificados mediante un número de tres cifras para que los jueces procedieran a su emparejamiento y anotación en la ficha correspondiente (Anejo A2.)

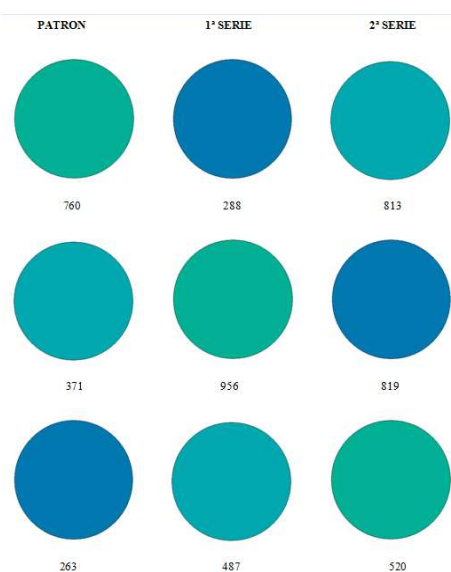


Fig.4.1. *Ejemplo de prueba de emparejamiento de color*

Los resultados obtenidos tras la realización de esta prueba por parte de los candidatos fueron que la totalidad de éstos superaron el límite establecido del 80% de aciertos y por tanto ningún candidato fue eliminado tras la realización de esta prueba.

El emparejamiento de sabores se realizó en segundo lugar. Los reactivos y concentraciones de éstos fueron extraídos de la tabla 1 de la Norma (UNE 87 024-1:1995).

A continuación se recogen las sustancias y concentraciones empleadas: El dulce (16g/l sacarosa), el ácido (1g/l Ac. Tartarico $C_4H_6O_6$), el amargo (0,04g/l quinina), el salado (5g/l cloruro sódico), el metálico (0,01g/l Sulfato ferroso hidratado $FeSO_4 \cdot 7H_2O$) y el umami (0,595g/l glutamato monosódico). Todos los compuestos Panreac, Quimica (Barcelona) PRS.



Figura 4.2. *Ejemplo de prueba de emparejamiento de sabor*

Los jueces debían proceder a probar cada una de las muestras patrón y tratar de emparejarlas con las muestras de la primera serie enjuagándose adecuadamente antes de cada sorbo, esto se repetía en cada una de las pruebas de sabor realizadas. Una vez emparejados los patrones con la primera serie de vasos, se repitió la prueba para una segunda serie de vasos codificados. Los resultados de esta prueba fueron reflejados por parte de los jueces en la plantilla de resultados correspondiente (ver anejo A2.)

Una vez realizada la mencionada prueba de emparejamiento de sabor, los resultados obtenidos reflejaron que un total de 3 candidatos de entre los 22 que tomaron parte en esta prueba no consiguió el mínimo de aciertos requerido para superar la

prueba, y por tanto, ya no podían ser incluidos entre los candidatos que pasaran a la fase de entrenamiento.

Por último se realizó la prueba de emparejamiento de olor, los reactivos o compuestos volátiles así como sus concentraciones se obtuvieron de la Tabla A.2 de la norma (ISO 5496:2006) y sus concentraciones de la Tabla A.1 de la misma norma.

Para esta prueba, por tanto, se escogieron el l-mentol, eucaliptol y carvacrol, siendo este último uno de los compuestos principales en el aroma del aceite esencial de orégano, ambos en una concentración similar, un nivel 6 de dilución en base alcohólica según la Tabla A.1 de la norma ISO 5496:2006, es decir, 5×10^{-3} g/L (50 g DT y llenar hasta 1 L de agua). El método de olfacción de las muestras fue a través de tiras de papel empapadas tal y como se indica en la norma ISO 5496:2006. La disolución de trabajo (DT) se preparó mediante la dilución de 1gr. de la disolución madre (DM) hasta 100g de etanol.

Las tiras se distribuyeron entre los jueces, se empapaban en el matraz que contenía la disolución en la misma cabina donde el juez lo evaluaba, para evitar la pérdida de aromas. Una vez presentados los patrones, se repetía el proceso pero con las tres siguientes muestras a emparejar con los ya presentados patrones. Al igual que en otras pruebas de emparejamiento, esto se realizó con dos series a emparejar y los resultados fueron recogidos en la ficha correspondiente.

En esta prueba de ordenación de olor, fueron dos los candidatos que no superaron el 80% de aciertos requerido en la prueba y que por tanto ya no podían acceder a la etapa de entrenamiento.

En resumen, tras la primera sesión de las tres que conformaron la selección, fueron cinco los jueces que ya estaban descartados para el panel, debido a que uno de ellos fallo tanto de la prueba de emparejamiento de sabor como en la de olor y a que otro no superó el test de Ishihara.

2ª Sesión: Pruebas triangulares y de ordenación

En la segunda sesión de selección, se llevaron a cabo dos pruebas triangulares de sabor, dos pruebas de ordenación de sabor y por último una prueba de ordenación de olor.

El procedimiento de realización de las pruebas triangulares para los sabores umami y salado, al considerarse los más apropiados o relacionados al sabor que pudiera presentar el pollo en la prueba objetivo, así como el modo de presentación de las muestras se realizó según la norma (UNE-EN ISO 4120):

BAA ABA AAB
ABB BAB BBA

Por tanto se desarrollaron las siguientes disposiciones para las dos pruebas triangulares de sabor (Tabla 4.1 y 4.2):

En la primera *prueba triangular de sabor (Umami)*:

Tabla 4.1 Prueba triangular de sabor (Umami) AAB

Sabor	Código	Concentración (g./l)	Nº de muestras
Agua (A)	357	Agua	2
	783		
Umami (B)	232	1	1

Tabla 4.1 Prueba triangular de sabor (Umami) BBA

Sabor	Código	Concentración (g./l)	Nº de muestras
Agua (A)	381	Agua	1
Umami (B)	791	1	2
	803		

En la siguiente *prueba triangular de sabor (salado)*:

Tabla 4.2 Prueba triangular de sabor (salado) AAB

Sabor	Código	Concentración (g./l)	Nº de muestras
Agua (A)	166	Agua	2
	862		
Cloruro Sódico (B)	464	2	1

Tabla 4.2 Prueba triangular de sabor (salado) BBA

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	606	Agua	1
Cloruro Sódico (B)	803	2	2
	306		

Las pruebas triangulares, por tanto, constaron de tres muestras entre las cuales una era diferente de las otras dos y los jueces debían detectarla y anotarla en la ficha asociada a la prueba (Anejo A3.)

Una vez realizadas estas dos pruebas triangulares de sabor, únicamente cinco de los 22 candidatos no acertaron en las dos pruebas por lo que quedaron descartados para el panel, cabe decir que de estos cinco candidatos que erraron, dos ya habían fallado al no superar pruebas de la primera sesión de selección, por lo que en esta prueba se descalificaron a tres jueces, que se sumaron a los cinco que ya estaban descartados tras la primera sesión.

Tras las pruebas triangulares se llevan a cabo las otras dos pruebas de ordenación, en estos casos se seleccionan el sabor salado de nuevo y el ácido para no repetir la misma secuencia que en las pruebas anteriormente realizadas.

Para la realización de las pruebas de ordenación se siguió el procedimiento de la norma ISO 8587:2006. Las concentraciones referentes a los sabores escogidos se obtienen de la Tabla 2 de la Norma (UNE 87-003-95), por los que se escogen las diluciones (D8, D5, D3, D1), que se traducen las siguientes concentraciones para los dos sabores (Tabla 4.3):

Tabla 4.3 Prueba de ordenación de sabor

1ª Serie	0,16g/l (D8)	0,48g/l (D5)	0,98g/l (D3)	2g/l (D1)
Código	443	156	391	157
2ª Serie	0,08g/l (D8)	0,24g/l (D5)	0,49g/l (D3)	1g/l (D1)
Código	497	557	913	414



Figura 4.3. Ejemplo de las dos pruebas triangulares y primera de ordenación

La prueba de ordenación de sabor acumuló un número de errores mucho menor a las triangulares de sabor, tanto que solo dos candidatos erraron a la hora de ordenar estas concentraciones, cabe decir que estos ya habían fallado en las triangulares de sabor realizadas anteriormente.

Para la prueba de ordenación de olor el reactivo elegido es el l-mentol en tres concentraciones distintas de la Tabla A.1 de la Norma (UNE-ISO 5496), los niveles de dilución 3, 4 y 6 (Tabla 4.4):

Tabla 4.4 Prueba de ordenación de olor

Patrón	10^{-4} g/L	5×10^{-4} g/L	5×10^{-3} g/L
Código	448	916	661

El objetivo es que los jueces ordenen las muestras presentadas en orden creciente de intensidad y lo anoten en la ficha destinada a este efecto (Anejo A4.)

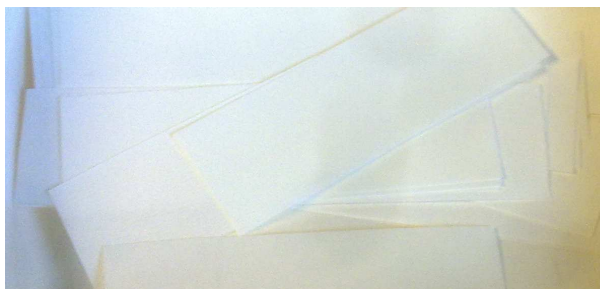


Figura 4.4. *Tiras de papel empleadas en las pruebas de olor.*

En la ordenación de olor fueron dos las personas que no alcanzaron el mínimo del 80% de aciertos y que por tano no superaron la prueba.

Como conclusión de la segunda sesión de selección se extrajo que a los cinco ya descartados de la primera sesión se sumaron otros tres candidatos que no accedieron a la etapa de entrenamiento. El hecho de que hubiera más fallos que candidatos eliminados se debió al hecho de que muchos de los fallos cometidos en la segunda sesión fueron cometidos por alguno de los cinco candidatos que ya estaban descartados desde la primera de las sesiones de selección.

3ª Sesión: *Evaluación del color y la textura*

En la tercera y última sesión de selección, se realizaron una prueba triangular y otra de ordenación de color, una explicación del brillo, ordenación de textura y una triangular de olor para finalizar.

La prueba triangular de color fue llevada a cabo según la norma UNE-EN ISO 4120 atendiendo a la luminosidad y tonalidad como se indica en la norma UNE 87026, de acuerdo a las cuales se presentaron a cada juez una tira de tres colores codificados, de los cuales 2 son idénticos mientras que uno difería en la luminosidad y tonalidad. Entre estos, se debía discernir cual era el diferente y anotarlo en la ficha correspondiente (Anexo A3.)

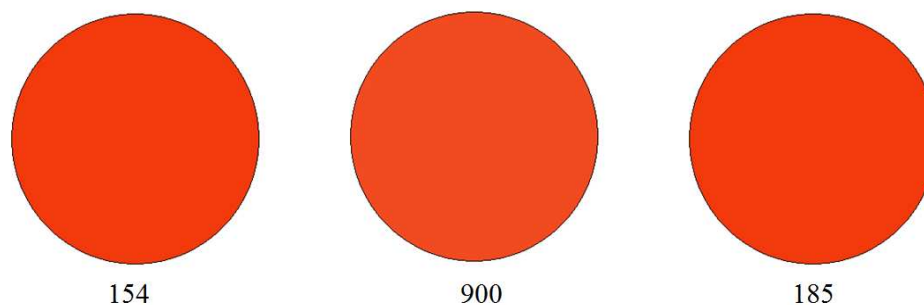


Figura 4.5. *Ejemplo de pruebas triangulares de color*

Al igual que ocurrió en la prueba de ordenación de color en la primera sesión, todos y cada uno de los aspirantes al panel acertaron en esta prueba de color, por lo que ninguno fue descartado.

Para la ordenación de color se emplearon las cartas Munsen, se seleccionaron muestras de una misma tonalidad pero con una diferencia supraliminar de luminosidad y muestras de igual luminosidad con diferencias supraliminales de tonalidad con el objetivo de que fueran clasificadas en orden creciente de luminosidad o tonalidad por parte de los jueces (Anejo A4.). Mientras que el brillo fue explicado mostrando unas cartas Munsen, unas de la colección de cartas Munsen mate frente a otras de la colección de cartas Munsen con brillo.

Los resultados obtenidos en esta prueba demostraron que todos los candidatos acertaron el mínimo número de respuestas necesarias para superar el corte, incluidos aquellos que ya habían fallado a en alguna prueba previamente.

La prueba de ordenación de textura, se centró en la dureza, ya que la textura engloba un gran número de aspectos, para ello se escogieron cuatro muestras de la Tabla A.1 de la Norma (UNE 87025:1996)

Los jueces tenían que ordenar de menor a mayor dureza los siguientes productos; queso cremoso (de untar), salchicha Frankfurt, cacahuete y un caramelo duro.

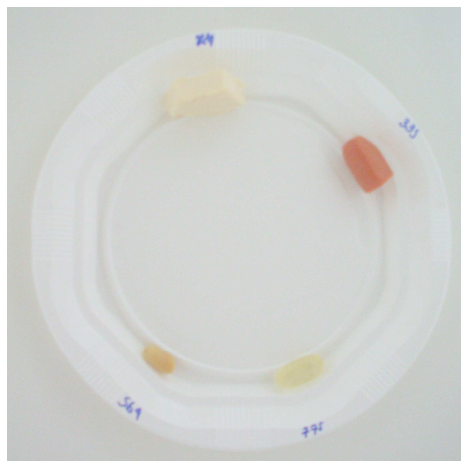


Figura 4.6. Prueba de ordenación de textura (dureza)

En esta prueba, de nuevos los aciertos fueron totales entre el grupo de candidatos del panel, lo que demostró la simplicidad de la prueba.

Por último, se realizó la prueba triangular de olor, en este caso se escoge el carvacrol de la Tabla A.2 de la norma ISO 5496:2006 en una concentración o dilución 6 según la Tabla A.1 de la norma ISO 5496:2006, es decir, 5×10^{-3} g/L (50 g DT y llenar hasta 1 L). (Tabla 4.5)

Tabla 4.5 Prueba triangular de olor (carvacrol) AAB

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	120	Agua	2
	513		
Carvacrol (B)	666	5×10^{-3}	1

Tabla 4.5 Prueba triangular de olor (carvacrol) ABB

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	688	Agua	1
Carvacrol (B)	851	5×10^{-3}	2
	785		

En los resultados de la prueba triangular de olor no se encontró ningún error, al contrario que en anteriores pruebas de olor, donde el número de fallos de los candidatos había sido elevado. Sin embargo en este caso todos acertaron a discernir la muestra que difería de las otras dos.

Una vez finalizada la etapa de selección de jueces, y teniendo en cuenta que en la última de las tres sesiones no se produjo la eliminación de ningún candidato, solo los candidatos que superaron todas y cada una de las pruebas de la fase de selección entraron en la siguiente fase de entrenamiento. De los 22 candidatos iniciales, 14 fueron los que superaron todas las pruebas y 8 los eliminados (Anejo A5.) Pese que el número necesario de jueces para la prueba objetivo era de 12, los 14 pasaron a la etapa de entrenamiento previniendo así posibles bajas de jueces el día de la prueba.

4.1.3. Entrenamiento del panel

El objetivo del entrenamiento de los jueces es proporcionarles los principios elementales de los métodos utilizados en el análisis sensorial y desarrollar su aptitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales (UNE 87 024-1:1995). La fase de entrenamiento se dividió en dos sesiones en las que se realizaron el mismo tipo de pruebas que las empleadas durante la selección.

4ª Sesión: Charla explicativa y presentación de olores y sabores

La primera sesión de entrenamiento, se comenzó con una charla informativa tras la cual se presentaron los sabores fundamentales con los que se había trabajado durante la selección en concentraciones similares a la primera prueba de emparejamiento realizada: 16g/l sacarosa, 1gr/l Ac. Tartarico, 0,04g/l quinina, 5g/l cloruro sódico, 0,01g/l Sulfato ferroso hidratado $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y 0,595g/l glutamato monosódico.

Tras la presentación de los sabores, se presentaron una serie de olores; orégano, clavo, laurel, cilantro y romero. Estos aromas se seleccionaron por ser representativos de los aceites esenciales, factor de conservación antimicrobiano que se emplea en las películas que se van a evaluar (orégano). También se realizó una prueba triangular de sabor, una de textura y por último una de olor.

Las concentraciones utilizadas durante el entrenamiento fueron menores que la empleadas durante la fase de selección con a finalidad de agudizar las aptitudes de los jueces. Así pues, la prueba triangular de sabor, se realizó con el sabor umami siguiendo la norma UNE-EN ISO 4120, con una concentración de 0,24 g /L de glutamato sódico, la dilución D5 de la Tabla 2 de la Norma (UNE 87-003-95) (Tabla 4.6). En este caso como durante el proceso de selección los jueces rellenaron fichas similares para cada tipo de prueba (Anejo A3.)

Tabla 4.6 Prueba triangular de sabor (Umami) AAB

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	957	Agua	2
	254		
Umami (B)	361	0,24	1

Tabla 4.6 Prueba triangular de sabor (Umami) BBA

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	524	Agua	1
Umami (B)	325	0,24	2
	138		

Se decidió que la prueba de ordenación de textura se centrara concretamente en la característica de la gomosidad debido a que se planteo la posibilidad de que la aplicación del recubrimiento a la superficie del producto confiriera una mayor gomosidad durante la masticación.

La realización de esta prueba se basó en la norma UNE 87025:1996, según la que se prepararon tres soluciones de harina y agua de distintas concentraciones según la Tabla A.8 de la misma norma (Tabla 4.7) para su ordenación de menor a mayor gomosidad (Anejo A4.)

Tabla 4.7 Prueba de ordenación de textura (Gomosidad)

Gomosidad	Concentración	Tamaño	Temperatura	Código
1	30%	1 cucharada	Ambiente	666
2	50%	1 cucharada	Ambiente	820
3	70%	1 cucharada	Ambiente	835

Por último se realizó la prueba triangular de olor, se empleó eucaliptol en una nivel de dilución $6 \text{ o } 5 \times 10^{-3} \text{ g/L}$ (50 g DT y llenar hasta 1 L) según la Tabla A.1 de la Norma (UNE-ISO 5496), también una concentración menor que la empleada en la selección (Tabla 4.8).

Tabla 4.8 Prueba triangular de olor (eucaliptol) AAB

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	817	Agua	2
	554		
Eucaliptol (B)	940	5×10^{-3}	1

Tabla 4.8 Prueba triangular de olor (eucaliptol) ABB

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Agua (A)	962	Agua	1
Eucaliptol (B)	926	5×10^{-3}	2
	628		

5ª Sesión: Identificación de sabores y entrenamiento con el producto

En la segunda y última sesión de entrenamiento se sometió a los jueces a dos únicas pruebas, la primera fue la identificación de sabores y la segunda una prueba de familiarización con el producto objeto de estudio, es decir, sobre pollo tal y como se indica en la norma UNE 87 024-1:1995

La prueba de identificación de sabores se llevo a cabo como indica la norma UNE 87-003-95, las concentraciones de cada sabor a identificar se tomaron del nivel de dilución D2 de la Tabla 2 de la Norma (UNE 87-003-95) (Tabla 4.9).

El objetivo era que el catador consiguiera distinguir e identificar el sabor y proceder así a anotarlo (Anejo A6.).

Tabla 4.9 Prueba de identificación de sabores

Sabor	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Dulce	983	7,20	2
	342		
Acido	597	0,48	1
Amargo	388	0,22	1
Salado	903	1,4	2
	452		
Metálico	485	0,0056	1
Umami	412	0,7	1
Agua	278	Agua destilada	1

Y por ultimo, se realizó la prueba de familiarización con el producto (Tabla 4.10), que consistió en una prueba triangular de pollo y pavo (Anejo A6.). El protocolo de preparación de las muestras fue similar al escogido para la prueba sensorial y que figura en ensayos preliminares.

Tabla 4.10 Prueba triangular de familiarización con el producto AAB

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pavo (A)	834	Medallón	2
	285		
Pollo (B)	783	Medallón	1

Tabla 4.10 Prueba triangular de familiarización con el producto ABB

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pavo (A)	237	Medallón	2
Pollo (B)	667	Medallón	1
	578		

4.2. Pruebas sensoriales

Todas las pruebas sensoriales realizadas se llevaron a cabo a través del método de la prueba triangular, de esta manera las fichas que los jueces rellenaron son similares a las empleadas durante todo el proceso de selección y entrenamiento del panel (Anejo A3.).

Debido a que dentro de las pruebas sensoriales realizadas se realizó una en la que las muestras se cocinaban, fue necesario la realización de un ensayo previo para determinar la forma de cocinado de estas muestras y estandarizar el proceso de cara a futuros análisis similares.

4.2.1. Criterios estadísticos para la detección de diferencia

El objetivo de la realización de esta prueba sensorial es el conocer si existe o no una diferencia. Se realizó por tanto una prueba de contraste de hipótesis para conocer si existían diferencias. Para ello se escogió la ya mencionada prueba triangular como medio de medir las respuestas dadas por el panel entrenado.

Una vez realizada la elección de la prueba es de gran importancia saber interpretar los resultados obtenidos a través de ésta, para ello es necesario conocer el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos a través de este tipo de pruebas, que se encuentran especificados en la norma ISO 4120:2004. Esta norma incluye tabulaciones que permiten obtener el número de jueces necesarios para la realización de una prueba, el número mínimo de respuestas positivas necesarias para afirmar que existe una diferencia y el porcentaje de aciertos extrapolado a la población.

En primer lugar hay que calcular el número de respuestas correctas necesarias para concluir que no existen diferencias entre las muestras sometidas a análisis. Según la mencionada norma, este número de respuestas necesarias para concluir que existe una diferencia depende de un número n , que se define como el número de jueces que participan en la prueba, y por tanto de respuestas totales. En este caso, pese a que contamos con un panel formado por 12 jueces, el hecho de que cada uno realice dos

repeticiones de cada una de las pruebas hace que se tome como número de jueces o respuestas totales 24.

Si se necesitan evaluaciones repetidas para obtener un número suficiente de de evaluaciones totales se debería intentar que cada juez llevase a cabo el mismo número de repeticiones (ISO 4120:2004).

El empleo de evaluaciones repetidas se justifica también en el artículo “On the triangle test with replications” (Kunert and Meyners, 1999)

Una vez se conoce este número, se acude a la tabla A.2. de la norma ISO 4120:2004 (Pág.13) ,donde se obtiene el siguiente valor:

$$n= 24$$

Según la tabla A.1. de la norma ISO 4120:2004 (Pág.12) el mínimo número de respuestas acertadas necesarias para determinar que existe una diferencia es de 13

De igual manera se puede calcular también la hipótesis de “no existe diferencia” partiendo de la tabla A.2.de la misma norma. Sin embargo, para calcular la hipótesis de “no existe diferencia” se requiere un mayor número de jueces, y en este caso no se admiten las repeticiones de jueces con el objetivo de alcanzar el número mínimo de pruebas necesarias.

4.2.2. Pruebas sensoriales en crudo

Se empleo el panel que pasó todas las pruebas de selección y que se sometió al periodo de entrenamiento. Todas las pruebas de la fase de selección así como las de la de entrenamiento estaban enfocadas a estas pruebas finales.

Por ejemplo, si no se realizase ningún tipo de prueba en cocinado, aquellos jueces que fallaron en la parte relativa al sabor durante la fase de selección, podrían haber formado parte del panel, como es el caso del los jueces 10, 21 y 22.

Si, por otro lado, las pruebas fueran todas similares a la primera en la que las muestras se presentaron encerradas en barquetas, sin posibilidad de detectar su olor, los

jueces 5 y 11 también podrían haber superado la etapa de selección, al solo haber fallado en las pruebas relativas al olor.

Sin embargo, las características de las pruebas realizadas requerían que los jueces dominaran cada una de estas habilidades, por este motivo, únicamente aquellos jueces que superaron el mínimo requerido en todas y cada una de las pruebas pasó a la fase de entrenamiento.

- **Prueba triangular 1:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin AE crudo en barqueta de PP/EVOH/PP

En la primera prueba realizada se presentaron tres muestras codificadas en una barqueta protegida por un plástico termosellado. Se presentaron tres muestras dos de las cuales eran similares mientras que una difería de las otras dos (Tabla 4.13)

Tabla 4.13 1ª prueba triangular AAB

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	931	Medallón	2
	434		
Pollo Recubierto (B)	647	Medallón	1

Tabla 4.13 1ª prueba triangular BBA

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	199	Medallón	1
Pollo Recubierto (B)	955	Medallón	2
	247		

Para la evaluación de los resultados de esta prueba (Anejo A7.), se partió de la norma ISO 4120:2004, según la cual, para estos análisis sensoriales, si el numero de respuestas correctas es igual o mayor a 13, se certifica la existencia de una diferencia. Y en esta prueba los jueces acertaron 20 de las 24 pruebas realizadas (Tabla 4.13).



Figura 4.12. Control vs. WPI sin aceites esenciales crudo en barqueta de PP

Dentro del elevado número de respuestas correctas dadas por los jueces se recogieron distintas impresiones u observaciones de éstos acerca de la naturaleza de la diferencia que habían detectado. Una parte de los jueces comentó que las muestras que se encontraban recubiertas por la película de WPI presentaban una tonalidad de color diferente, sin llegar a especificar si esta tonalidad era más o menos intensa.

Sin embargo, la mayor parte de aquellos que acertaron al discernir entre las muestras comentó que el aspecto en el que residía la diferencia era en el brillo, mencionando el hecho de que las, muestras que estaban recubiertas por la película de WPI tenían un mayor brillo superficial o bien que en el caso en que se presentaban dos muestras recubiertas y una control, que esta última no presentaba brillo superficial mientras que las otras dos si.

También es importante destacar que en estas pruebas triangulares, en las que se obliga a la respuesta, existe 1/3 de probabilidades de acertar por azar. Si bien estas probabilidad esta incluida dentro del análisis estadístico posterior de los resultados.

- **Prueba triangular 2:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin AE crudo

En la segunda prueba realizada en crudo, las tres muestras se presentaron codificadas en bandejas sin estar protegidas por ningún tipo de plástico (Tabla 4.14)

Tabla 4.14 2ª prueba triangular AAB

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	484	Medallón	2
	500		
Pollo Recubierto (B)	922	Medallón	1

Tabla 4.14 2ª prueba triangular BBA

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	363	Medallón	1
Pollo Recubierto (B)	170	Medallón	2

Los resultados (Anejo A7.) indican en este caso de nuevo la existencia de una diferencia, si bien el número de respuestas acertadas es 13, éste sigue estando dentro del rango marcado por la norma ISO 4120:2004 y, por tanto se demuestra la presencia de una diferencia.

En esta prueba donde las muestras se presentaron en bandejas descubiertas (Figura 4.13), el número de respuestas, pese a ser suficiente para determinarse la presencia de una diferencia, fue menor al obtenido en la prueba anterior. En este caso las impresiones recogidas a los jueces una vez realizada la prueba reflejaban una opinión bastante unánime.

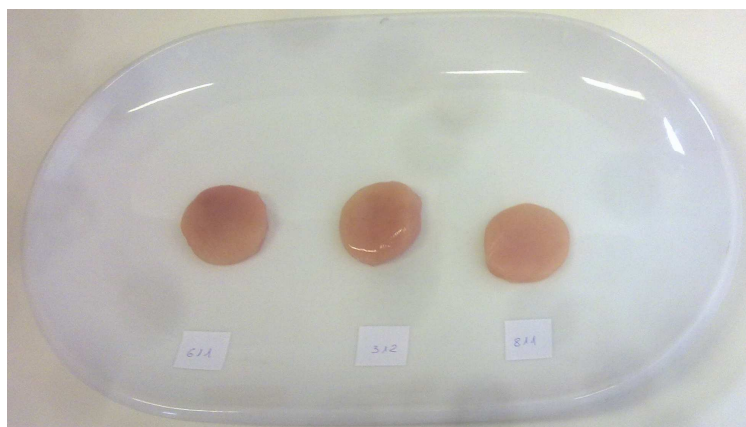


Figura 4.13. Control vs. WPI sin aceites esenciales crudo

Al igual que en la prueba anterior un reducido número de jueces atribuía la diferencia a una variación en la tonalidad de la muestra, sin embargo diferían a la hora de determinar si era más intensa la muestra recubierta o el control.

En lo relativo al olor, que en esta prueba si podía ser evaluado al encontrarse las muestra descubiertas, no hubo ningún tipo de comentario en cuanto a que se hubiera detectado la diferencia en base a este aspecto.

Por otra parte la gran mayoría de los jueces que acertaron a detectar la muestra discordante lo hicieron de nuevo en base al brillo. Indicaron que las muestras recubiertas presentaban un mayor brillo superficial que las otras o bien que la muestra control no lo presentaba en comparación con las otras, en casos en los que se presentaron dos muestras recubiertas y un control.

4.2.3. Pruebas sensoriales en cocinado

Previo a la realización de las pruebas en cocinado era preciso desarrollar un protocolo de cocinado para las muestras, de manera que todas fueran preparadas en base a un procedimiento común que evitara una mala preparación de las muestras infiriera su análisis posterior.

4.2.3.1. Desarrollo del protocolo de cocinado de las muestras

En los ensayos preliminares previos a la realización de la prueba se pretendía establecer el protocolo de cocinado para las muestras de pollo. El objetivo era obtener los parámetros de tiempo y temperatura de cocinado tanto en el horno como a la plancha y evaluar la apariencia del pollo tras este proceso, en especial en los casos de muestras recubiertas, de forma que la presencia de este recubrimiento no fuera claramente perceptible.

Para la realización del ensayo preliminar se recubrieron medallones de pollo similares a los utilizados en la prueba, salvo que de la formulación se eliminaron los aceites debido a que el objetivo era comprobar la resistencia o apariencia de la película.

Así pues se recubrieron los medallones con WPI formadas por un 10% de proteína de suero lácteo y un 5% de glicerol, siguiendo el proceso de elaboración y aplicación indicado en materiales y métodos.

En primer lugar se utilizó el horno, para el cual, se dispusieron los medallones control sobre una bandeja que se introdujo en el horno a una temperatura de entre 180-200 °C (Briz escribano). Una vez iniciado el proceso, se extraían cada cierto intervalo de tiempo dos medallones recubiertos y un control (sin recubrir) para medir la temperatura en el interior del producto y observar si tanto si estaba listo para el consumo como su apariencia respecto al recubrimiento (Tabla 4.11).

Tabla 4.11 Resultados de cocinado en horno

Temperatura cocinado (°C)	Tiempo (min.)	Temperatura interior (°C)	Observaciones
180-200 °C	4'	45 °C	- Las muestras no estaban hechas en el interior - El brillo del recubrimiento era indetectable
180-200 °C	7'30''	70 °C	- Las muestras estaban hechas - El brillo del recubrimiento era indetectable - En una muestra el recubrimiento se detectaba al cortar
180-200 °C	10'	75 °C	- Las muestras estaban hechas - El brillo del recubrimiento era indetectable



Fig.4.7. Muestras de pollo al horno

A pesar de que los resultados fueron positivos, se observó que la apariencia final de pollo difería en gran medida de la apariencia final del producto tal y como es consumido, por lo que su aceptación o atractivo disminuía en gran medida.

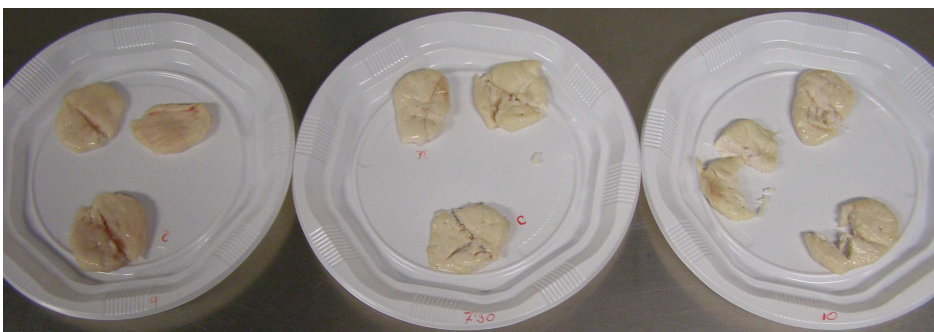


Fig.4.8. Comparación de muestras de pollo al horno a los 4', 7' 30'' y 10'

Una vez realizado el ensayo en el horno se procedió a comprobar el resultado de la elaboración a la plancha, método a priori más adecuado al producto al ser la forma en que el pollo se suele consumir habitualmente.



Fig.4.9. Aspecto de la muestra cocinada al horno

En la prueba se comenzó por probar el método de cocinado que consistía en freír en la plancha un minuto cada una de las caras del medallón, el cual resultó ser suficiente para el correcto cocinado de la carne (Tabla 4.12)

Tabla 4.12 Resultados de cocinado en plancha

Temperatura cocinado (°C)	Tiempo (min.)	Temperatura interior (°C)	Observaciones
200 °C	2' (1'cada cara)	66 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Las muestras estaban hechas - El brillo del recubrimiento era indetectable - No se detectaba el film al masticar - En una muestra se levanto el recubrimiento al cortar, parecía la piel del pollo. - Mejor aspecto que en el horno

El aspecto final del producto era mucho mejor tras su cocinado en la plancha que en el horno.



Fig.4.10. Aspecto de muestras cocinadas a la plancha

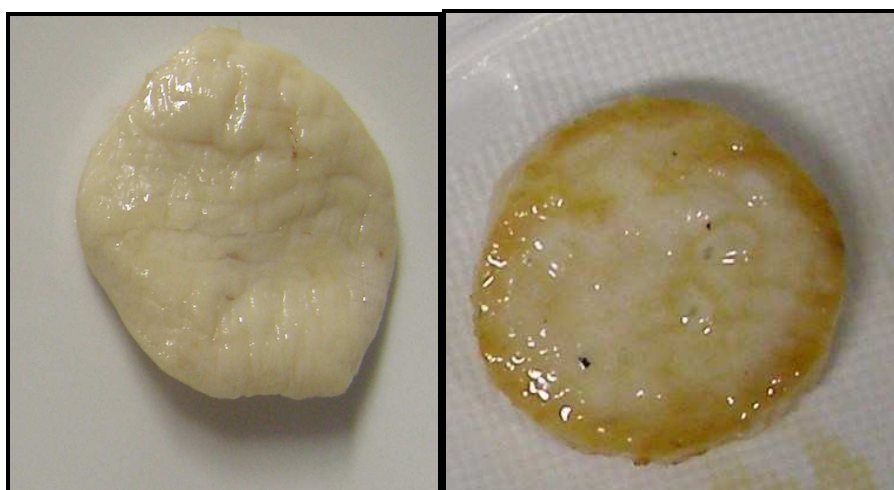


Fig.4.11. Comparación del aspecto de muestra al horno (Izq.) y a la plancha (Dcha.)

La conclusión de este ensayo preliminar es que las muestras serán preparadas mediante su cocinado a la plancha, dado que basándose en los resultados obtenidos,

tanto de aspecto, visibilidad del recubrimiento como en el hecho de que el consumo comercial de pollo es más común tras su elaboración a la plancha que al horno.

4.2.3.2. Prueba triangular en cocinado

Una vez realizadas las pruebas en crudo, se procedió a llevar a cabo el análisis sensorial de las muestras cocinadas, de esta forma se sumó el sabor y la textura como aspectos a evaluar junto al olor y aspecto, que ya se podían evaluar en las pruebas anteriores.

- **Prueba triangular 3:** Medallón sin recubrir vs. medallón recubierto de WPI sin AE cocinado

Para la última prueba triangular, los medallones se cocinaron según el procedimiento especificado en ensayos preliminares y se presentaron las tres muestras codificadas sobre un plato con una disposición adecuada (Tabla 4.15)

Tabla 4.15 3ª prueba triangular AAB

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	752	Medallón	2
	594		
Pollo Recubierto (B)	322	Medallón	1

Tabla 4.15 3ª prueba triangular BBA

Producto	Código	Concentración (g/l)	Nº de muestras
Pollo (A)	196	Medallón	1
Pollo Recubierto (B)	312	Medallón	2
	492		

En el análisis realizado sobre las muestra cocinadas, al igual que en la prueba anterior se confirma la existencia de una diferencia, dado que el número de resultados correctos fue de 15, superando el límite de 13 establecido a través de la norma ISO 4120:2004 (Anejo A7.).

En esta prueba en las que las muestras, al contrario que en las dos pruebas anteriores, eran ingeridas por parte de los catadores era posible evaluar tanto el sabor como la textura de las muestras, aspectos que anteriormente no estaban incluidos en el juicio de los jueces a la hora de diferenciar entre las muestras.

De acuerdo a los comentarios e impresiones recogidas a los jueces, al contrario que en pruebas anteriores no se mencionaron diferencias en la tonalidad o el color, principalmente debido a que al estar cocinadas a la plancha, la superficie de las muestras presentaba un color muy similar.

Algunas de las respuestas acertadas se justificaban con que las muestras eran mas o menos jugosas, tiernas y demás atributos relativos a la textura, sin embargo, no hubo unanimidad ya que en algunos casos se identificaba el recubrimiento porque la muestra, según los jueces, eran más tiernas mientras que en otros casos era al contrario.

En lo relativo al sabor, no hubo ninguna respuesta correcta en base a que se detectara una variación en el sabor entre las muestras. Mientras que de nuevo fue el brillo el que en más ocasiones sirvió a los jueces para identificar las muestras diferentes, según éstos, las muestras recubiertas presentaban un mayor brillo superficial que las muestras control.

El hecho de que la diferencia fuera distinguida de nuevo principalmente a través del brillo, significa que fue detectada antes incluso de probar las muestras. Por otro lado, el resto de las respuestas acertadas se justifican sobre todo por la textura, en cuyo caso no pueden sacarse conclusiones debido a que unas mismas muestras eran identificadas por los jueces por parámetros contrarios de textura.

4.2.4. Extrapolación de los resultados a la población

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos a través de la prueba triangular no solo permite establecer, como hemos visto anteriormente, la existencia de una diferencia sino también permite extrapolar los datos obtenidos al global de la población para de esta manera conocer el porcentaje de la población que detectaría o no la diferencia.

Para calcular este porcentaje se realizan las operaciones marcadas por norma ISO 4120:2004. Utilizando esta norma, a partir de la cual también se calcularon los coeficientes de riesgo y número de jueces necesarios para la realización de la prueba, se obtienen los porcentajes, extrapolados a la población, de las personas que detectarían las diferencias ya demostradas anteriormente.

Para la primera prueba triangular: Control / WPI sin aceites crudo en bandeja

$$z_{\beta} = 1,64 \text{ para } \alpha = 0,05$$

$$[1,5(x/n) - 0,5] + 1,5z_{\beta}\sqrt{(nx - x^2)/n^3} =$$

$[1,5(20/24) - 0,5] + 1,5 \times 1,64 \sqrt{(20 \times 24 - 20^2)/24^3} = 0,937 \times 100 = 93,7\%$ de la población detecta esa diferencia con los productos en bandejas

Se establece a través de esta operación que el 93,7% de la población detectaría la diferencia entre el control y el medallón recubierto con WPI sin necesidad de probarlo cocinado ni de olerlo, simplemente detectaría la diferencia al verlo a través del envoltorio plástico de una bandeja.

Mediante esta extrapolación se puede ver como la diferencia que se certificó que existía tras la realización de la prueba sería muy evidente

En la segunda prueba triangular: Control / WPI sin aceites crudo en bandeja

$$z_{\beta} = 1,64 \text{ para } \alpha = 0,05$$

$$\begin{aligned} & [1,5(x/n) - 0,5] + 1,5z_{\beta} \sqrt{(nx - x^2)/n^3} = \\ & [1,5(13/24) - 0,5] + 1,5 \times 1,64 \sqrt{(13 \times 24 - 13^2)/24^3} = 0,5626 \times 100 = 56,26\% \end{aligned}$$

de la población detecta esa diferencia.

El porcentaje de población que detectaría la diferencia sería del 56,26%, un porcentaje mucho menor que en caso anterior, debido a que en esta prueba el número de respuestas acertadas fue de 13 el mínimo requerido para que se certifique la existencia de una diferencia entre las muestras.

Ese 56% de la población por tanto detectaría la diferencia entre el control y la muestra recubierta con WPI si se encontraran fuera del envase, sin ningún tipo de protección exterior como en el caso anterior.

En la tercera prueba triangular: Control / WPI sin aceites cocinado:

$$z_{\beta} = 1,64 \text{ para } \alpha = 0,05$$

$$\begin{aligned} & [1,5(x/n) - 0,5] + 1,5z_{\beta} \sqrt{(nx - x^2)/n^3} = \\ & [1,5(14/24) - 0,5] + 1,5 \times 1,64 \sqrt{(14 \times 24 - 14^2)/24^3} = 0,6225 \times 100 = 62,25\% \end{aligned}$$

de la población detecta esa diferencia.

El porcentaje extrapolado a la población de las 15 respuestas acertadas en la prueba representa que el 62,25% de la población en contraria la diferencia entre el control y la muestra recubierta con WPI si las probara una vez cocinadas.

5. CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- Tras la fase de selección 14 jueces de los 22 candidatos iniciales superaron los requisitos mínimos necesarios para acceder a la etapa de entrenamiento.
- Se desarrolló un panel de catadores semientrenados capaz de realizar análisis discriminantes sobre productos cárnicos frescos tanto en crudo como en cocinado
- El panel detectó diferencias significativas basadas en la apariencia entre el control, pechuga de pollo sin recubrir, y la muestra recubierta con película comestible de proteína de suero lácteo (WPI) cruda en barqueta sellada con plástico transparente.
- El panel detectó diferencias significativas entre el medallón de pollo sin tratar y el medallón de pollo recubierto con WPI en bandeja descubierta.
- El panel detectó diferencias significativas entre el medallón de pollo sin tratar y el medallón de pollo recubierto con WPI cocinada.
- El 93,7 % de la población detectaría una diferencia entre el control, pechuga de pollo sin recubrir, y la muestra recubierta con WPI cruda en barqueta sellada con plástico transparente.
- El 56,26% de la población detectaría una diferencia entre el control, pechuga de pollo sin recubrir, y la muestra recubierta con WPI cruda en bandeja descubierta.
- El 62,25% de la población detectaría una diferencia entre el control, pechuga de pollo sin recubrir, y la muestra recubierta con WPI cocinada.

Para terminar, cabe remarcar que este trabajo no constituye sino un comienzo en el estudio sensorial de los recubrimientos de WPI, siendo de alto interés los ensayos de análisis sensorial de aquellas formaciones que contienen agentes antimicrobianos efectivos en el aumento de la vida útil.

6. BIBLIOGRAFÍA

Libros, tesis y artículos:

- A.S. Szczesniak, B.S. Loew, and E.Z Skinner. 1975. "Copnsumer texture profile technique", *Journal of Food Science*, 40:1243.
- Amerine, Pangborn, and Roessler (1965) "Principles of sensory evaluation of food" Academic Press, New york USA.
- Anker, M. "edible and biodegradable films and coatingsfor food packaging". Publicación Sik, 1996.
- Antonio Anzaldúa-Morales (1994) "La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". Editorial Acribia S.A. 1994. p.XIII. 2. IRAM 20003: 1995.
- Butler, B. L., P. J. Vergano, R. F. Testin, J. M. Bunn and J. L. Wiles. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *Journal of Food Science* 61(5): 953-955+961.
- Caner C.; Vergano, P.J.; Wiles, J.L. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer and storage. *Journal of Food Science* 1998, 63 (6), 1049-1053.
- Caner C.; Vergano, P.J.; Wiles, J.L. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer and storage. *Journal of Food Science* 1998, 63 (6), 1049-1053.
- Chouliara, E., A. Badeka, I. Savvaidis and M. G. Kontominas. 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: Microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology* 226(4): 877-888.
- Costell y Durán (1981) "El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos" Rev. Agroq. y tecnol. Alim.
- Debeaufort, F., J. A. Quezada-Gallo and A. Voilley. 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical reviews in food science and nutrition* 38(4): 299-313.
- Fernández Pan, I. 2011. Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles antimicrobianos para la mejora de la seguridad y calidad microbiológica de productos cárnicos frescos. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
- Fernández-Pan I., Armendáriz, A. y Maté J.I, (2010)"Películas y Recubrimientos Comestibles como Herramienta Emergente para la Industria Alimentaria".
- Gennadios, A., M. A. Hanna and L. B. Kurth. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *LWT - Food Science and Technology* 30(4): 337-350.
- Han, J. H. 2005. *Innovations in Food Packaging*. San Diego, El sevier Academic Press.
- Han, J. H. and A. Gennadios. 2005. Edible Films and Coatings: a Review. *Innovations in Food Packaging*. J. H. Han. San diego, Elsevier Academic Press.
- Herbert Stone y Joel L Sidel (2004) "Sensory Evaluation Practices" Elsevier Inc.
- J. Sancho, E. Bota y J.J de Castro (1999) "Introducción al análisis sensorial de los alimentos". Edicions de la Universitat de Barcelona.

- Joachim Kunert, Michael Meyners, (1999) “On the triangle test with replications” University of Dortmund.
- Julián Briz Escribano, Rafael García Faure (2004) “Análisis Sensorial De Productos Alimentarios. Metodología Y Aplicación A Casos Prácticos” Mapa 2ª Edición.
- Kester, J. J. and O. Fennema. 1986. Edible films and coatings: a review. *Food Technology* 40(2): 47-49.
- Krochta, J. M. and DeMulder-Johnston. 1997. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. *Food Technology* 51(2): 61-74.
- McHugh, T. H. and J. M. Krochta. 1994. Sorbitol- vs glycerol-plasticized whey protein edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42(4): 841-845.
- McHugh, T. H. and J. M. Krochta. 1994. Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 71(3): 307-312.
- McHugh, T. H. and J. M. Krochta. 1994. Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 71(3): 307-312.
- Morten C. Meilgaard, Gail Vance Civile y B. Thomas Carr (2007) “Sensory Evaluation Techniques, Fourth Edition. Taylor & Francis.
- Osés, J. 2006. Desarrollo, caracterización y aplicaciones alimentarias de recubrimientos comestibles basados en proteína de suero de leche, almidón y goma de mezquite. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.
- Patsias, A., A. V. Badeka, I. N. Savvaidis and M. G. Kontominas. 2008. Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets. *Food Microbiology* 25(4): 575-581.
- R.E. Bargamann, L. Wu, and J.J. Powers. 1976.”Search of the determines of food quality ratings—description of methodology with applications to blueberries,” in *Correlating Sensory Objective Measurements—New Methods of Answering Old Problems*, J.E Powers and H.R. Moskowitz, eds, West Conshohocken, PA: ASTM International, pp. 56-72.
- S. Ishihara.1925. *Tests for Colour-Blindness*. Tokyo, Handaya Company. *Ishihara Pseudoisochromatic Charts for Color Blindness*, Tokyo.
- Samelis, J. 2006. Managing Microbial Spoilage in the Meat Industry. *Food Spoilage Microorganisms* C. W. Blackburn. Boca Raton, Florida, CRC Press LLC.
- Stone,H., J. Sidel, S. Oliver, A. Woosley y R.C Singleton (1974) “Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol.

- **Normativa:**

- AENOR. 1979. UNE 87-004-79 Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata. Madrid: AENOR.
- AENOR. 1995. UNE 87 024-1:1995. Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Madrid: AENOR.

- AENOR. 1995. UNE 87-003-95. Análisis sensorial. Metodología. Métodos de investigación de la sensibilidad gustativa. Madrid: AENOR.
- AENOR. 1996. UNE 87025:1996: Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura. Madrid: AENOR.
- AENOR. 2000. UNE 87026:2000. Análisis sensorial. Guía general y método para la evaluación del color de los alimentos. Madrid: AENOR.
- AENOR. 2008. UNE-EN ISO 4120:2008. Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular. Madrid: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2005. UNE-ISO 6658:2005. Análisis sensorial. Metodología. Dirección general. Madrid: ISO.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2006. ISO 8587:2006. Análisis sensorial. Metodología. Ordenación. Madrid: ISO.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2006. UNE-ISO 5496:2006. Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores. Madrid: ISO.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2007. ISO 8589:2007. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata. Madrid: ISO.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 2008. UNE-EN ISO 5492:2008. Análisis Sensorial. Vocabulario. Madrid: ISO.

7. ANEJOS

A1. Formulario de jueces

Nombre..... Apellidos..... Fecha nacimiento.....

Teléfono..... Sexo.....

Alergias e intolerancias alimentarias:.....
.....
.....

Información alimentaria (vegetariano/a, alimentos indeseados o que resulten desagradables etc.):.....
.....
.....

Rechazo a salsas(mostaza, mayonesa....):.....
.....
.....

Fumador No fumador

Indique días y horas de la semana en que podría y que horario le interesaría más:

Días de la semana:.....

Horario preferido (Intervalo de 2 horas aproximadamente):

Mañana.....

Tarde.....

- 93 -La información recogida en el siguiente formulario será empelada únicamente para los fines académicos del presente trabajo

A2. Ficha de la prueba de emparejamiento.

Prueba de emparejamiento							
Nº Cabina.....	Fecha.....						
	Hora.....						
Apellidos.....	Nombre.....						
COLOQUE EN LA CASILLA EL CODIGO DEL SABOR CORRESPONDIENTE							
Patrón	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> </tr> </table>						
1ª Serie	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> </tr> </table>						
2ª Serie	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> <td style="width: 16.6%;"></td> </tr> </table>						
Observaciones.....							
.....							
.....							
.....							

A3. Ficha de la prueba de triangular.

Prueba triangular	
Nº Fila.....	Fecha..... Hora.....
Apellidos.....	Nombre.....
<p>Instrucciones</p> <p>Probar las muestras de izquierda a derecha: dos son iguales. Una es diferente. Escribir el número de la muestra que difiere de las otras en el espacio siguiente. Si no está seguro, haga una propuesta. Puede indicar en comentarios que se trata de una suposición.</p> <p>La muestra que difiere de las otras dos es: _____</p>	
<p>Observaciones.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

A4. Ficha de la prueba de ordenación.

Prueba de ordenación									
Nº Fila	Fecha.....								
	Hora.....								
Apellidos.....	Nombre.....								
ORDENE LA SERIES DE MENOR A MAYOR INTENSIDAD									
	Menos intenso								
Código 1ª serie	Más intenso								
Código 2ª serie									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> </table>									
Observaciones.....									
.....									
.....									
.....									

A5. Resultados de selección.

Nombre	Sesión 1				
	Pruebas	Anomalía visual	Emparejamiento Sabor (80%)	Emparejamiento Olor (80%)	Emparejamiento Color (80%)
Juez 1		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 2		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 3		ERROR	APTO	APTO	APTO
Juez 4		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 5		APTO	ERROR	APTO	APTO
Juez 6		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 7		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 8		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 9		APTO	ERROR	ERROR	APTO
Juez 10		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 11		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 12		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 13		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 14		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 15		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 16		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 17		APTO	APTO	ERROR	APTO
Juez 18		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 19		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 20		APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 21		APTO	ERROR	APTO	APTO
Juez 22		APTO	APTO	APTO	APTO

Nombre	Sesión 2					
	Pruebas	Triangular Sabor 1 (100%)	Triangular Sabor 2 (100%)	Ordenación Sabor 1	Ordenación Sabor 2	Ordenación Olor
Juez 1		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 2		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 3		APTO	APTO	APTO	ERROR	APTO
Juez 4		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 5		APTO	APTO	APTO	APTO	ERROR
Juez 6		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 7		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 8		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 9		APTO	ERROR	APTO	APTO	ERROR
Juez 10		ERROR	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 11		ERROR	APTO	APTO	APTO	ERROR
Juez 12		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 13		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 14		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 15		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 16		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 17		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 18		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 19		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 20		APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 21		APTO	ERROR	APTO	APTO	APTO
Juez 22		ERROR	APTO	ERROR	APTO	APTO

Nombre	Sesión 3				
Pruebas	Triangular Olor (100%)	Triangular Color (100%)	Ordenación Textura (dureza)	Ordenación color 1	Ordenación color 2
Juez 1	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 2	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 3	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 4	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 5	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 6	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 7	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 8	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 9	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 10	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 11	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 12	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 13	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 14	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 15	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 16	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 17	ERROR	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 18	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 19	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 20	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 21	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO
Juez 22	APTO	APTO	APTO	APTO	APTO

A7. Resultados de pruebas sensoriales.

Pruebas	Control / WPI sin aceites bandeja	
Juez 1	Acierto	Acierto
Juez 2	Acierto	Acierto
Juez 3	Acierto	Fallo
Juez 4	Acierto	Acierto
Juez 5	Acierto	Acierto
Juez 6	Fallo	Acierto
Juez 7	Acierto	Acierto
Juez 8	Acierto	Acierto
Juez 9	Acierto	Acierto
Juez 10	Fallo	Acierto
Juez 11	Acierto	Acierto
Juez 12	Acierto	Fallo

Pruebas	Control / WPI sin aceites sin bandeja	
Juez 1	Fallo	Acierto
Juez 2	Acierto	Acierto
Juez 3	Fallo	Fallo
Juez 4	Acierto	Fallo
Juez 5	Fallo	Fallo
Juez 6	Fallo	Fallo
Juez 7	Acierto	Acierto
Juez 8	Acierto	Fallo
Juez 9	Acierto	Acierto
Juez 10	Acierto	Fallo
Juez 11	Acierto	Fallo
Juez 12	Acierto	Acierto

Pruebas	Control / WPI sin aceites cocinado	
Juez 1	Acierto	Fallo
Juez 2	Fallo	Acierto
Juez 3	Fallo	Acierto
Juez 4	Fallo	Acierto
Juez 5	Acierto	Acierto
Juez 6	Fallo	Fallo
Juez 7	Fallo	Fallo
Juez 8	Fallo	Acierto
Juez 9	Acierto	Acierto
Juez 10	Acierto	Acierto
Juez 11	Acierto	Acierto
Juez 12	Acierto	Fallo