

**Universitat
de Lleida**



Trabajo de final de Grado en Ciencia y
Tecnología de los Alimentos

SELECCIÓN DE CATADORES: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO PROP Y LA NORMATIVA CONVENCIONAL

Iolanda Nicolau Lapeña

Tutora: M^a Paz Romero Fabregat
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria (ETSEA)
Universidad de Lleida (UdL)

Fecha: Junio de 2016

Agradecimientos

Doy las gracias a las 25 personas que se han presentado voluntariamente para realizar las pruebas y catas, los resultados de las cuales han permitido elaborar este trabajo y realizar el estudio propuesto. Quiero reconocer su valía a todos aquellos amigos, compañeros y familiares que han acudido a las sesiones, participando activamente en los test y de cuyas respuestas he aprendido mucho. Les agradezco las ganas y la motivación que han invertido en colaborar con este proyecto.

Agradezco a mi tutora M^a Paz su ayuda, colaboración y la confianza que me ha dado para planificar y preparar las catas. A lo largo del transcurso de la elaboración de este TFG, he podido formarme y aprender más en aquello que atrae mi interés, gracias a su gran competencia. También al profesor Ferran Gatus por el refuerzo prestado.

Por último, tener en consideración a la UdL y al Departamento de Tecnología de los Alimentos por permitirme usar sus instalaciones y materiales para el desarrollo de la parte práctica de este trabajo.

Resumen

Se ha realizado un estudio sobre un método alternativo para la selección de un panel de jueces sensoriales basado en la detección del PROP. Se ha propuesto un test que evalúa la capacidad de las personas para detectar oralmente una sustancia llamada 6-n-propiltiouracilo (PROP), puesto que, según muchos estudios, a través de las indicaciones de las sensaciones percibidas por los catadores cuando lo prueban, es posible clasificar a la población en No Catadores, Catadores Medios y súper catadores.

Mediante los resultados del test de PROP, realizado a una muestra de 25 personas voluntarias, se han podido categorizar en uno de los 3 grupos citados anteriormente con un 92% de aciertos (y nivel de confianza del 95%).

Para determinar si el método es un sustituto eficaz para el proceso de selección de jueces, se ha sometido a los candidatos a la batería de pruebas habituales en dichos procesos, para determinar sus habilidades sensoriales. Los ensayos están relacionados con los sabores elementales (salado, ácido, metálico, umami, amargo y dulce), tanto en disoluciones en agua como en alimentos, aromas, visión, textura y habilidades de ordenación y uso de escalas.

Entre grupos de catadores, se han encontrado diferencias significativas (siendo los Súper Catadores los que mejores resultados han obtenido) en los siguientes test: emparejamiento de sabores, umbral de detección de dulce, umami y metálico¹, umbral de identificación de umami y amargo, ordenación y uso de escala en muestras con distinta gomosidad, percepción del perfil graso, identificación de aromas y discriminación del sabor salado y dulce en pruebas triangulares.

El análisis de los resultados ha permitido elegir 8 catadores para formar parte del panel de cata, todos ellos Súper Catadores. A la vista de esto, se concluye que el test de PROP es un método efectivo (permite discriminar por habilidades) pero no directo para la selección de jueces. Por lo tanto, se propone como procedimiento de cribado inicial, para disminuir el número de candidatos a los que se realizarán posteriormente las pruebas, y aumentar las posibilidades de encontrar jueces hábiles entre ellos. A partir de los resultados obtenidos, los ensayos propuestos son: emparejamiento de sabores, prueba de umbrales con sustancias características del producto a analizar o discriminación del perfil graso, y capacidad de uso de escalas en atributos de textura.

¹ Los resultados de este test son los únicos que muestran que los SC tienen menos sensibilidad que el resto.

² Sus receptores están localizados en la boca, particularmente en la lengua.

³ En España en lenguaje técnico, es la sensación táctil percibida en la boca relacionada con el grado de

Índice

Índice general

Agradecimientos	2
Resumen	4
Índice	6
Índice general	6
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras	12
Listado de abreviaturas	14
Terminología	16
General.....	16
Umbrales y efectos.....	18
Atributos organolépticos	19
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	22
1.1. LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS	22
1.2. ANTECEDENTES	29
1.2.1. Procesos de selección de jueces	29
1.2.2. Test de PROP para clasificar catadores	38
Capítulo 2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	46
2.1. OBJETIVOS	46
2.1.1. Objetivos del trabajo	46
2.1.2. Objetivos personales.....	46
2.2. PLAN DE TRABAJO	47

Capítulo 3. MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. METODOLOGÍA GENERAL.....	48
3.1.1. Organización.....	48
3.1.2. Selección de candidatos.....	49
3.1.3. Obtención y preparación de las muestras.....	50
3.1.4. Desarrollo de las pruebas	51
3.1.5. Puntuación y análisis de los resultados.....	52
3.2. TEST DE PROP	53
3.2.1. Fundamento.....	53
3.2.2. Obtención y preparación de las muestras.....	54
3.2.3. Desarrollo de la prueba	54
3.2.4. Puntuación y análisis de los resultados.....	54
3.3. EMPAREJAMIENTO DE SABORES	56
3.3.1. Fundamento.....	56
3.3.2. Obtención y preparación de las muestras.....	56
3.3.3. Desarrollo de la prueba	57
3.3.4. Puntuación y análisis de los resultados.....	57
3.4. DETERMINACIÓN DE UMBRALES	58
3.4.1. Fundamento.....	58
3.4.2. Obtención y preparación de muestras.....	58
3.4.3. Desarrollo de la prueba	59
3.4.4. Puntuación y análisis de los resultados.....	59
3.5. TEST DE ISHIHARA.....	60
3.5.1. Fundamentos de la prueba.....	60
3.5.2. Obtención y preparación de las muestras.....	61
3.5.3. Desarrollo de la prueba	61
3.5.4. Análisis de los resultados.....	61
3.6. PERCEPCIÓN DE TEXTURA Y USO DE ESCALAS	62
3.6.1. Fundamento de la prueba	62
3.6.2. Obtención y preparación de las muestras.....	63

3.6.3.	Desarrollo de la prueba	64
3.6.4.	Puntuación y análisis de los resultados	65
3.7.	IDENTIFICACIÓN DE AROMA	66
3.7.1.	Fundamento de la prueba	66
3.7.2.	Obtención y preparación de las muestras.....	66
3.7.3.	Desarrollo de la prueba	67
3.7.4.	Puntuación y análisis de los resultados	67
3.8.	DISCRIMINACIÓN DE SABORES EN ALIMENTOS	67
3.8.1.	Fundamento de la prueba	67
3.8.2.	Obtención y preparación de las muestras.....	68
3.8.3.	Desarrollo de la prueba	70
3.8.4.	Puntuación y análisis de los resultados	71
3.9.	DISCRIMINACIÓN DE PERFIL GRASO	72
3.9.1.	Fundamento de la prueba	72
3.9.2.	Obtención y preparación de las muestras.....	72
3.9.3.	Desarrollo de la prueba	73
3.9.4.	Puntuación y análisis de los resultados	73
Capítulo 4.	RESULTADOS	74
4.1.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	74
4.2.	TEST PROP	74
4.2.1.	Clasificación de candidatos	74
4.2.2.	Relación entre la clasificación con los gustos alimenticios	76
4.3.	EMPAREJAMIENTO DE SABORES	76
4.3.1.	Resultados por tipo de catador.....	76
4.3.2.	Resultados por tipo de sabor	79
4.4.	DETERMINACIÓN DE UMBRALES	80
4.4.1.	Umbral de detección	80
4.4.2.	Umbral de identificación	82
4.4.3.	Umbral de diferenciación	85

4.5. TEST DE ISHIHARA.....	87
4.6. ORDENACIÓN Y TEXTURA	87
4.6.1. Ordenación	87
4.5.2. Uso de escala	88
4.7. PERCEPCIÓN DE AROMAS.....	91
4.7.1. Diferencias según tipo de catador	91
4.7.2. Aciertos según tipo de aroma.....	92
4.8. DISCRIMINACIÓN DE SABORES EN ALIMENTOS	93
4.9. PERCEPCIÓN DEL CONTENIDO GRASO	96
Capítulo 5. DISCUSIÓN	99
5.1. TEST DE PROP	99
5.1.1 Clasificación de los candidatos.....	99
5.1.2. Relación de la clasificación con los gustos alimenticios	100
5.1.3. Estudio de la eficacia del método para clasificar catadores	100
5.2. DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS	101
5.2.1. Pruebas con resultados estadísticamente significativos	101
5.2.2. Análisis por componentes principales	103
5.3. SELECCIÓN DE JUECES	105
5.3.1. Criterios de selección	105
5.3.2. Características de los candidatos seleccionados.....	109
5.3.3. Descripción de las aptitudes de los candidatos.....	111
5.4. RESOLUCIÓN DE LA HIPÓTESIS	112
5.4.1. Aceptación de la hipótesis inicial.....	112
5.4.2. Alternativa propuesta.....	113
5.4.3. Limitaciones.....	116
5.4.4. Propuestas de futuro.....	118
Capítulo 6. CONCLUSIÓN.....	119
Bibliografía	122

Anexos

Anexo I. Normas generales para realizar las pruebas	126
Anexo II. Fichas de cata	127
Anexo III. Figuras del test de Ishihara	138
Anexo IV. Resultados individuales.....	139
Anexo V. Tablas del análisis estadístico	150

Índice de tablas

Tabla 1.1. Aplicaciones de la evaluación sensorial.....	22
Tabla 1.2. Tipos de corpúsculos de la lengua de recepción de la sensación táctil.	25
Tabla 1.3. Mecanismos de recepción de los sabores.....	27
Tabla 1.4. Ventajas e inconvenientes del reclutamiento interno y externo.	30
Tabla 1.5. Resumen de las alternativas existentes para el proceso de selección de jueces.	37
Tabla 1.6. Descripción de PTC y PROP.....	39
Tabla 3.1. Clasificación de las pruebas realizadas en este estudio.	48
Tabla 3.2. Características personales de los candidatos.	49
Tabla 3.3. Concentraciones de las muestras del test de PROP.	54
Tabla 3.4. Muestras para emparejamiento de sabores.....	56
Tabla 3.5. Concentraciones y códigos de las muestras para la prueba de umbrales.	58
Tabla 3.6. Respuestas para clasificar según la capacidad de visión cromática.	62
Tabla 3.7. Dureza de las manzanas (presión ejercida con un penetrómetro).	63
Tabla 3.8. Elaboración de las muestras de gelatina.....	63
Tabla 3.9. Muestras para la prueba de viscosidad. Códigos y porcentajes de ingredientes.....	64
Tabla 3.10. Cantidades de ingredientes para preparar las muestras de puré de patata.	69
Tabla 3.11. Códigos asignados a las muestras de puré con diferentes cantidades de sal.	69
Tabla 3.12. Cantidades de ingredientes para la elaboración de bizcocho.	69
Tabla 3.13. Códigos asignados a las muestras de bizcocho con diferentes cantidades de azúcar.	70
Tabla 3.14. Orden de presentación de las muestras para cada prueba triangular.....	70
Tabla 3.15. Diferencias entre las muestras de las pruebas triangulares.	70
Tabla 3.16. Número de aciertos mínimos para la selección de jueces según D. Basker, en función del número de pruebas triangulares (N1) y el nivel de probabilidad.....	72
Tabla 3.17. Ingredientes y códigos para la elaboración de las muestras para la discriminación del perfil graso.	73
Tabla 4.1. Clasificación de los jueces según tipo de catador.....	74
Tabla 4.2. Resultados según tipo de catador.	77
Tabla 4.3. Medias y desviaciones de los SC en emparejamiento versión difícil vs fácil	78
Tabla 4.4. Detección e identificación de los distintos sabores.....	80
Tabla 4.5. Resultados del análisis para umbral de detección.....	81
Tabla 4.6. Resultados del análisis para umbral de identificación.....	82
Tabla 4.7. Resultados para el análisis de diferenciación.	86
Tabla 4.8. Resultados del análisis de la capacidad de ordenación de la gomosidad.	87
Tabla 4.9. Resultados del análisis de la capacidad de ordenación de la viscosidad.....	88

Tabla 4.10. Jueces considerados aptos según los resultados de la escala de dureza.....	89
Tabla 4.11. Resultados del análisis de la aptitud del uso de escalas para la gomosidad.	90
Tabla 4.12. Resultados del análisis de la aptitud del uso de escalas para la viscosidad.	90
Tabla 4.13. Resumen estadístico de la puntuación obtenida en identificación de aromas por tipo de catador.....	91
Tabla 4.14. Resumen de los datos estadísticos según dificultad y tipo de catador.	93
Tabla 4.15. Resumen de los datos estadísticos según dificultad y tipo de catador.	95
Tabla 4.16. Resumen de las medidas estadísticas para la prueba de perfil graso según tipo de catador y dificultad.	97
Tabla 5.1. Clasificación de los catadores según el análisis discriminante.....	101
Tabla 5.2. Criterios de aceptación de los catadores para todas las pruebas.	106
Tabla 5.3. Aptitud de los catadores según los criterios de aceptación.....	107
Tabla 5.4. Porcentajes de aptos entre los jueces seleccionados.	109
Tabla 5.5. Porcentajes de jueces clasificados como aptos en las pruebas.....	110

Índice de figuras

Figura 1.1. Esquema de las impresiones recibidas a partir del análisis sensorial.	24
Figura 1.2. Tipos de pruebas más habituales en evaluación sensorial (continuación).....	29
Figura 1.3. Muestra de una representación gráfica tipo de la prueba de Bradley.....	36
Figura 1.4. Secuencia de nucleótidos del gen TAS2R38.....	42
Figura 3.1. Gráficas modelo para clasificar a cada catador.	55
Figura 3.2. Ejemplo de distribución de las muestras para la prueba de emparejamiento.	57
Figura 3.3. Presentación de las muestras para cada sabor.....	59
Figura 3.4. Espectros de visión de los diferentes tipos de capacidades cromáticas en las personas..	61
Figura 3.5. Diseño de la prueba de atributos texturales.....	65
Figura 3.6. Ejemplo de diseño y presentación de las 6 pruebas triangulares para la diferenciación de sabor salado y dulce.	71
Figura 4.1. Gráfico de medias del % de la intensidad percibida para las muestras de NaCl y PROP según el tipo de catador.....	75
Figura 4.2. Distribución de los tipos de catadores.....	75
Figura 4.3. Alimentos que disgustan a los candidatos según grupos.	76
Figura 4.4. Gráficos de caja y bigotes de las pruebas de emparejamiento, que muestran la puntuación de sabores obtenida por los tres tipos de candidatos (NC-MC-SC).....	79

Figura 4.5. Gráficos de caja y bigotes para los umbrales (en concentración de la sustancia en g/L) de para todos los sabores estudiados: salado, ácido, metálico, umami, dulce y amargo.	85
Figura 4.6. Gráfico de caja y bigotes que representa la puntuación total obtenida por cada tipología de juez en la prueba de diferenciación de concentraciones crecientes o iguales.	86
Figura 4.7. Desviaciones en las marcas en la prueba de escala de gomosidad y viscosidad	91
Figura 4.8. Número veces que se ha identificado correctamente un aroma.	92
Figura 4.9. Gráfico de barras del número medio de aciertos para las triangulares de distinta dificultad y la totalidad para el sabor dulce.	94
Figura 4.10. Gráfico de barras del número medio de aciertos para las triangulares de distinta dificultad y la totalidad para el sabor salado.	96
Figura 4.11. Gráfico de puntuación obtenida en las pruebas de percepción de perfil graso, según dificultad y tipo de catador.	98

Figura 5.1. Proporción de Tipo de catador según sexo.	99
Figura 5.2. Gráficos de Variables (<i>Loadings</i>) y Muestras (<i>Scores</i>) del PC1 y PC2 resultantes del PCA de todas las variables para todos los candidatos.	104
Figura 5.3. Gráficos de Variables (<i>Loadings</i>) y Muestras (<i>Scores</i>) del PC1 y PC2 resultantes del PCA de todas las variables en los SC.	114
Figura 5.4. Propuesta de proceso de selección.	116

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación de Bradley para calcular los límites inferior y superior.	37
Ecuación 2. Ley psicofísica de Stevens	40
Ecuación 3. Cálculo del % de intensidad de la percepción atribuido a cada muestra.	54
Ecuación 4. Método de cálculo de la habilidad discriminativa del juez para un determinado número de pruebas triangulares.	68

Listado de abreviaturas

GMS = Glutamato Mono Sódico

ISO = International Organization for Standardization

PROP = 6-n-propiltiouracil

PTC = Feniltiocarbamida

T = Temperatura

t = tiempo

Tipos de catadores:

- NC = No Catador
- MC = Medio Catador
- SC = Súper Catador

Terminología

General

Terminología relacionada con las pruebas

- **Aceptación** (*Sustantivo*) = 1. Acto que consiste en admitir como favorable un producto por parte de un individuo o población. 2. "**Aceptabilidad**". Estado de un producto recibido favorablemente por un individuo o población en función de sus propiedades organolépticas.
- **Análisis sensorial** (*Sustantivo*) = 1. Examen de los caracteres de un producto mediante los órganos de los sentidos. 2. Ciencia relacionada con dicho examen.
- **Agudeza** (*Sustantivo*) = Capacidad para distinguir pequeñas diferencias entre los estímulos.
- **Atributo** (*Sustantivo*) = Característica perceptible.
- **Bouquet** (*Sustantivo*) = Conjunto de notas olfativas específicas de un producto que permiten caracterizarlo.
- **Cata** (*Sustantivo*) = 1. Operación consistente en percibir, analizar y juzgar los caracteres organolépticos (específicamente olfato-gustativos, texturales y quíntesésicos) de los alimentos. 2. Sinónimo es "**Degustación**".
- **Discriminación** (*Sustantivo*) = Diferenciación entre las características cualitativas o cuantitativas de dos o más estímulos.
- **Estímulo** (*Sustantivo*) = Agente físico o químico que produce específicamente la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos.
- **Evaluador sensorial** (*Sustantivo*) = Persona que toma parte de un ensayo sensorial o cata.
 - **Juez** (*Sustantivo*) = Cualquier persona que toma parte de un ensayo sensorial.
 - **Catador** (*Sustantivo*) = Evaluador elegido por su capacidad de llevar a cabo una evaluación sensorial. Persona perspicaz, sensible que estima con los órganos de los sentidos los atributos organolépticos de un producto.
 - **Experto** (*Sustantivo*) = Evaluador elegido por su capacidad comprobada de sensibilidad sensorial, con considerable entrenamiento y experiencia en ensayos sensoriales que está capacitado para realizar, en varios productos, evaluaciones sensoriales consistentes y repetibles.
- **Intensidad** (*Sustantivo*) = 1. Magnitud del estímulo que causa una sensación percibida. 2. Grado de energía con la que se percibe una sensación.
- **Limpiador del paladar** (*Sustantivo*) = Producto que retira cualquier residuo persistente en la boca. Ejemplos: agua, palito de pan.
- **Organoléptico** (*Adjetivo*) = Califica toda propiedad de un producto susceptible de ser percibida por los órganos de los sentidos.
- **Panel** (*Sustantivo*) = 1. "**Panel sensorial**" Grupo de evaluadores que participa en un ensayo sensorial. 2. "**Panel de cata**". División, compartimiento o cabina, referido a cada una de las

partes en las que se divide la sala de catas, que será ocupada por cada uno de los miembros del panel sensorial.

- **Producto** (*Sustantivo*) = Material comestible que se puede evaluar mediante el análisis sensorial.
- **Sensación** (*Sustantivo*) = Fenómeno subjetivo resultante del estímulo de un sistema sensorial. Puede ser además objetivamente definible.
- **Sensibilidad** (*Sustantivo*) = 1. Finura de los órganos sensoriales para percibir cuantitativa y cualitativamente un estímulo a baja intensidad. 2. Capacidad para percibir, identificar o diferenciar dichas diferencias.
- **Respuesta** (*Sustantivo*) = Acción con la que las células sensoriales corresponden a uno o varios estímulos relativos a la modalidad definida.

Terminología relacionada con los sentidos

- **Apariencia** (*Sustantivo*) = Totalidad de los atributos visibles de una sustancia o producto.
- **Aroma** (*Sustantivo*) = 1. Atributo sensorial perceptible por el órgano olfatorio, vía retronasal (nasal indirecta posterior) durante la degustación. 2. El adjetivo correspondiente, "**Aromático**", se refiere a la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que al ser degustados producen sensaciones calificadas como aroma.
- **Armonía** (*Sustantivo*) = 1. Calidad de un producto que produce durante su análisis sensorial una sensación de conjunto obtenida por la aportación de todos sus componentes, que actúan como estímulos olfativos y gustativos, sin destacar cuantitativamente ninguno de ellos. 2. Sinónimo de "**Equilibrio**".
- **Dejo** (*Sustantivo*) = 1. Sensación compleja percibida después de haber desaparecido el estímulo de la boca, distinta de la percibida previamente. 2. Sinónimo es "**Regusto**".
- **Disfunción organoléptica** (*Sustantivo*) = Alteración de algún órgano sensorial que impide su correcta o completa función.
 - **Ageusia** (*Sustantivo*) = Disminución o anulación de la sensibilidad para percibir estímulos gustativos.
 - **Anosmia** (*Sustantivo*) = Disminución o pérdida del olfato.
 - **Ceguera al color** (*Sustantivo*) = Incapacidad total o parcial para diferenciar ciertos tonos.
 - **Discromatopsia** (*Sustantivo*) = Visión defectuosa del color.
- **Flavor** (*Sustantivo*) = Conjunto de percepciones de estímulos olfato-gustativos, táctiles y quinestésicos que permite al sujeto identificar el alimento y establecer un criterio.
- **Fragancia** (*Sustantivo*) = Olor caracterizado como suave.
- **Gusto** (*Sustantivo*) = 1. Sensación percibida por el órgano del gusto² cuando es estimulado por ciertas sustancias solubles. 2. El adjetivo correspondiente es "**Gustativo**".

² Sus receptores están localizados en la boca, particularmente en la lengua.

- **Muestra** (*Sustantivo*) = Espécimen o alícuota del producto destinado para el ensayo. Muestra control = Aquella que sirve como referencia y no es evaluada.
- **Olor** (*Sustantivo*) = 1. Atributo sensorial perceptible por el órgano olfatorio. 2. "Olfativo" se refiere a algo perteneciente al sentido del olfato. 3. El verbo es "Oler".
- **Quinestesia** (*Sustantivo*) = Sensación percibida a través de los nervios y los órganos, en los músculos, tendones y articulaciones, debida a la posición, movimiento y tensión de las partes del cuerpo.
- **Receptor** (*Sustantivo*) = Estructura especializada de un órgano excitable (llamado sensorial) capaz de recibir un estímulo y convertirlo en un flujo nervioso.
- **Sabor** (*Sustantivo*) = 1. Conjunto de sensaciones percibidas como consecuencia del estímulo de las papilas gustativas por algunas sustancias solubles.
- **Sensorial** (*Sustantivo*) = Relativo al uso de los sentidos
- **Textura** (*Sustantivo*) = Características del estado sólido o reológico de un producto cuyo conjunto es capaz de estimular los receptores mecánicos en la degustación, particularmente situados en la boca.

Umbrales y efectos

- **Adaptación** (*Sustantivo*) = 1. Pérdida o disminución temporal de la sensibilidad para percibir estímulos sensoriales como resultado de una continua y repetida exposición al estímulo. 2. Sinónimo "Fatiga sensorial".
- **Antagonismo** (*Sustantivo*) = 1. Acción conjugada de dos o más estímulos cuya sensación produce un nivel de sensación menor que el esperado de la simple adición de cada uno de los estímulos por separado. 2. El antónimo es "Sinergia".
- **Efecto de contraste** (*Sustantivo*) = Aumento de la respuesta a las diferencias entre los estímulos simultáneos o consecutivos.
- **Efecto de convergencia** (*Sustantivo*) = Disminución de la respuesta a las diferencias entre los estímulos simultáneos o consecutivos.
- **Enmascaramiento** (*Sustantivo*) = Fenómeno donde una cualidad dentro de una mezcla encubre una o varias otras cualidades presentes.
- **Excitación** (*Sustantivo*) = 1. Irritación de un órgano sensorial o de una parte del mismo por la acción del estímulo adecuado. 2. Antónimo es "Inhibición".
- **Sinergia** (*Sustantivo*) = Acción conjunta de dos o más estímulos cuya asociación produce un nivel de sensación mayor que el esperado de la simple adición de cada uno de los estímulos por separado.
- **Umbral** (*Sustantivo*) = Valor mínimo de una concentración necesario para dar una respuesta determinada.
 - **Umbral de detección** (*Sustantivo*) = Valor mínimo del estímulo sensorial que permite dar lugar a una sensación, que no necesita ser identificada.

- **Umbral de reconocimiento o identificación** (*Sustantivo*) = Intensidad mínima de un estímulo para la cual el evaluador asignará el mismo descriptor cada vez que le sea presentado.
- **Umbral de diferencia** (*Sustantivo*) = Valor de la mínima diferencia perceptible en la intensidad física del estímulo.
- **Umbral de saturación** (*Sustantivo*) = Valor mínimo de un estímulo sensorial a partir del cual no se percibe ninguna diferencia de intensidad.
- **Subumbral** (*Sustantivo*) = Califica la intensidad de un estímulo por debajo del umbral en consideración.
- **Supraumbral** (*Sustantivo*) = Califica la intensidad del estímulo por encima del tipo de umbral en consideración.

Atributos organolépticos

Terminología para sabor y olor

- **Sabor básico** (*Sustantivo*) = Cada uno de los diferentes sabores considerados primarios:
 - **Ácido** (*Adjetivo*) = 1. Califica el gusto producido por las soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos. 2. Califica la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que al ser degustados producen este sabor. 3. Sustantivo correspondiente es "**Acidez**".
 - **Amargo** (*Adjetivo*) = 1. Califica el sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de varias sustancias consideradas amargas. Ejemplo: quinina, cafeína. 2. Califica la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que al ser degustados producen este sabor. 3. Sustantivo correspondiente es "**Amargor**".
 - **Dulce** (*Adjetivo*) = 1. Califica el sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o sintéticas. Ejemplo: sacarosa o aspartamo. 2. Sustantivo correspondiente es "**Dulzor**".
 - **Umami** (*Sustantivo*) = Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de ciertos tipos de aminoácidos o nucleótidos como el glutamato monosódico o el inosinatodisódico.
 - **Salado** (*Adjetivo*) = 1. Califica el sabor básico producido por soluciones acuosas de diversas sustancias. Ejemplo: sales minerales – cloruro sódico. 2. Califica la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que producen este sabor durante la degustación. 2. Sustantivo correspondiente es "**Salinidad**".
- **Acidulante** (*Adjetivo*) = Califica el agente capaz de dar gusto ácido a otra sustancia o aumentar el sabor ácido que ésta producía. Ejemplo: Ácido cítrico.
- **Acre** (*Adjetivo*) = Olor y sabor picante, irritante y áspero. Ejemplo: ajo, fósforo, soluciones ácido fórmico a 90% (p/v).
- **Agrio** (*Adjetivo*) = 1. Califica la sensación gustativa con predominio ácido. Algunos factores que contribuyen a esta sensación están relacionados con el proceso de fermentación (láctica o acética) del producto alimenticio. 2. Sustantivo correspondiente es "**Agriado**".

- **Alcalino** (*Adjetivo*) = 1. Califica la sensación compleja por soluciones acuosas con sustancias químicas alcalinas. 2. Califica la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que al ser degustados producen este sabor. Ejemplo: bicarbonato sódico. 3. Sustantivo correspondiente es "Alcalinidad".
- **Astringente** (*Adjetivo*) = Sensación compleja producida en la boca en la que se percibe contracción, tirantez y fruncimiento de la piel o mucosa bucal producida por sustancias diversas. Ejemplo: taninos, polifenoles. Califica la propiedad de los cuerpos (puros o mezclas) que al ser degustados producen este sabor.
- **Astringencia** (*Sustantivo*) = Efecto producido por una sustancia al reaccionar con la saliva, consistente en una constricción fibrilar de la mucosa bucal, originando una sensación de crispación.

Terminología para textura

- **Adherencia** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza requerida para despegar el producto o la sustancia del paladar o un sustrato.
- **Carácter graso** (*Sustantivo*) = Atributo de textura relacionado con la percepción de la cantidad o calidad de grasa en la superficie o el cuerpo de un producto.
- **Cuerpo** (*Sustantivo*) = Consistencia, compactación de la textura, plenitud, riqueza, flavor o sustancia de un producto.³
- **Cohesividad** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico relacionado con el grado de deformación antes de su ruptura. Incluye:
 - **Fragilidad** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico de textura relacionado con la fuerza necesaria para romper un producto en migas o pedazos.
 - **Gomosidad** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico referido al esfuerzo requerido para desintegrar el producto en un estado listo para su deglución.
 - **Masticabilidad** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico relacionado con el esfuerzo requerido para masticar un producto sólido hasta un estado listo para su deglución.
- **Dureza** (*Sustantivo*) = Atributo mecánico relacionado con la fuerza requerida para lograr una determinada deformación, penetración o rotura de un producto.
- **Elasticidad** (*Sustantivo*) = 1. Atributo mecánico de textura relacionado con: (a) Rapidez con la que se recupera después de la aplicación de una fuerza de deformación, y (b) grado en que un material deformado recupera su condición inicial después de retirar la fuerza de deformación. 2. Sinónimos son "Resiliencia", "Flexibilidad".
- **Viscosidad** (*Sustantivo*) = Atributo relacionado con la resistencia a fluir, correspondiente a la fuerza requerida para pasar un líquido de la cuchara a la lengua, o para untar el producto sobre un sustrato.

³ En España en lenguaje técnico, es la sensación táctil percibida en la boca relacionada con el grado de densidad, viscosidad, consistencia o compacidad de un producto.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1. LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

Análisis sensorial de alimentos

Definición

El análisis o evaluación sensorial de los alimentos es una disciplina científica que se ocupa de la caracterización y medición de las características del producto que son percibidas por los sentidos humanos. Permite medir, analizar e interpretar las características de un alimento percibidas por la vista, olfato, tacto, gusto y oído.

Esta definición ha sido acuñada y citada por varios autores como Pedrero y Pangborn (1997), Stone y Sidel (2004), y varias entidades internacionales, como *Institute of Food Technologists* o *American Society for Testing and Material*.

La evaluación sensorial implica el uso de varios principios y metodologías, desarrolladas para medir las respuestas humanas ante una gran variedad de alimentos y sus ingredientes, de modo que se puedan describir sus características y establecer conclusiones respecto a sus particularidades sensoriales. Implican una serie de test de discriminación y descripción, tanto cuantitativa como cualitativa de los productos alimenticios(1).

Aplicaciones

El análisis sensorial de los alimentos es una técnica que se encuentra en auge en los últimos años, y que continuará haciéndolo en los próximos años, ya que es una técnica flexible, útil y que proporciona mucha información. Y es que tiene muchas aplicaciones, tanto a nivel científico (adquisición de conocimientos sobre perfiles sensoriales), como a nivel empresarial (conocimiento que se puede aplicar a los productos de una empresa).

A continuación (Tabla 1.1) se presenta, un resumen de las aplicaciones de más interés en este ámbito(1), (2):

Tabla 1.1. Aplicaciones de la evaluación sensorial.

Área	Funciones
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de las materias primas que entrarán en el proceso de fabricación. Los métodos fisicoquímicos o microbiológicos determinan la seguridad y el cumplimiento de la normativa, pero para conocer las propiedades organolépticas de dichas materias y su efecto en el producto acabado, se usará la evaluación sensorial. ▪ Clasificar alimentos según la calidad establecida (aceite).
Competencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descubrir la relación existente entre productos. ▪ Comparar prototipos para un producto. Comparación de lotes de un producto. Comparación de lotes de materias primas para un producto.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer qué consecuencias tienen, sobre el perfil organoléptico, los cambios de ingredientes o de las condiciones de procesado, también para poder adaptar dichos cambios al perfil final deseado.
Seguimiento de las propiedades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer un seguimiento de las características del producto a lo largo del tiempo. Esto puede servir para ver si alguna cualidad organoléptica pierde intensidad o bien observar si aparecen defectos en el gusto o aroma para poder identificar su causa y evitar su aparición. ▪ Estudiar la vida útil del producto, en lo que se refiere a su perfil organoléptico (no de seguridad). ▪ Investigar qué efectos sensoriales puede tener el envasado sobre los alimentos.
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entender las relaciones entre los atributos de los productos y los gustos del consumidor, o la influencia de los atributos y la calidad global, para conocer cuáles tienen más influencia en ella. ▪ Comprender las percepciones de los consumidores frente a los productos. Realizar estudios de mercado en base a la aceptación de productos, preferencias entre productos propios y la competencia... ▪ Realizar estudios sobre grupos sociales o étnicos, sus predilecciones y su apreciación de los distintos atributos.

Funcionamiento de los sentidos

La evaluación sensorial usa los sentidos como herramienta para el análisis de los alimentos. Los sentidos se definen como las facultades que tienen los hombres para percibir el entorno a través de la información captada por los órganos sensoriales. Es un proceso fisiológico de recepción y reconocimiento de estímulos externos, producido mediante la vista, el olfato, el gusto, el oído y el tacto.

La Figura 1.1 muestra un esquema de los sentidos y la principal información del alimento que recogen. Posteriormente veremos, sentido a sentido, una breve explicación fisiológica y el mecanismo de recepción del estímulo. El sonido se percibe con el oído (puede ser el sonido de la cocción del alimento o el que hace al ser masticado). Las propiedades físicas visuales son recibidas a través de los ojos, el órgano de la vista (tales como el color o el brillo del alimento, su tamaño y forma). La vista es un sentido muy importante en el análisis de alimentos ya que puede influir en las otras percepciones. El olor del alimento, originado por las sustancias aromáticas desprendidas del alimento debido a su volatilidad, se percibe con el sentido del olfato, en la nariz. Los distintos sabores (ácido, amargo, salado, dulce y umami), se perciben en la lengua, en las papilas gustativas. Finalmente el tacto, que puede ser percibido por la piel (al tocar el alimento) y por el conjunto de la cavidad bucal (evaluando la textura y la temperatura del producto, por ejemplo).

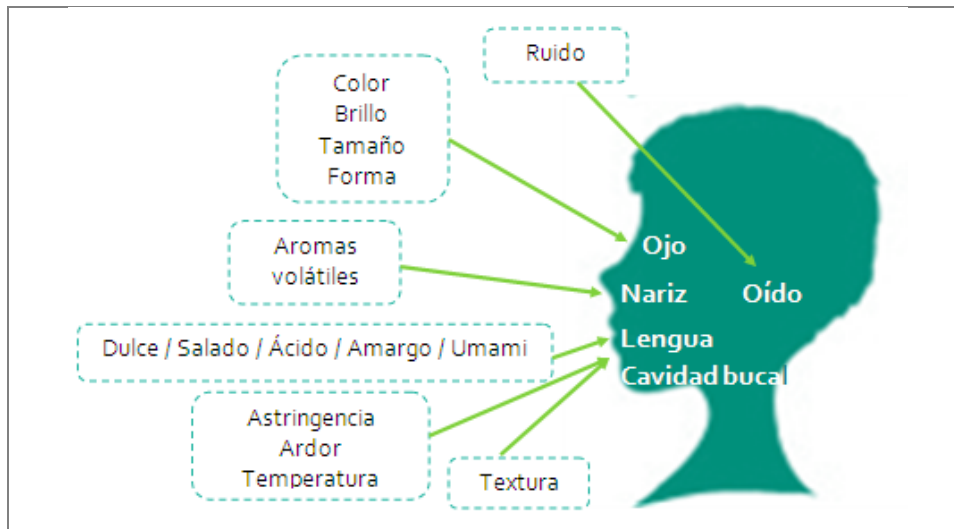


Figura 1.1. Esquema de las impresiones recibidas a partir del análisis sensorial.

Vista

Los ojos son los órganos sensoriales del sentido de la vista. La percepción del color y la luminosidad de un alimento se debe a una reacción química que ha sido provocada por la incidencia de la radiación de la luz en los pigmentos que hay en los conos (opsina) y bastones (rodopsina) (células sensibles a las radiaciones situadas en la retina). La luz activa componentes fotosensibles situados en los discos de la membrana de conos y bastones, y las moléculas, ahora excitadas fotoquímicamente, transfieren la energía a la membrana plasmática, que se transforma en impulsos que van a la célula nerviosa. El espectro de luz visible para el ser humano va desde 380 nm (violeta) a 760 nm (rojo). La adaptación a la señal lumínica se hace gracias a la pupila (orificio central del iris), cuyo diámetro puede ampliarse o reducirse.

Los problemas asociados a la vista que puedan afectar a la selección de catadores serán explicados más adelante en el apartado 3.5.1 (Fundamentos del Test Ishihara).

Oído

El sistema de recepción del sonido empieza en la oreja, que actúa para llevar las ondas de sonido hacia el canal interno, que pasa a través del tímpano, una pequeña membrana que vibra al impacto de dichas ondas. Unos huesos muy pequeños (yunque, martillo y estribo) que se encuentran a continuación amplían la vibración, que llega hasta el fluido de la cóclea. En este punto, miles de células ciliadas son estimuladas, transmitiendo esta información como un impulso nervioso hacia el cerebro.

Tacto

El sentido del tacto se encuentra repartido a lo largo de todos los receptores situados en la piel, pero teniendo en cuenta que el objeto de estudio es la evaluación sensorial de los alimentos, será referido a la parte que se encuentra en la cavidad bucal.

Como células receptoras de las sensaciones táctiles existen varios tipos de corpúsculos, cada uno específico para una sensación determinada. En la (Tabla 1.2) se resume brevemente la función de cada uno.

Tabla 1.2. Tipos de corpúsculos de la lengua de recepción de la sensación táctil.

Corpúsculo	Recepción de sensaciones	Ubicación	Actuación
Meissner	Tacto ligero. Presión suave.	Superficial	Fásica. Adaptación rápida.
Merkel	Presión (alta sensibilidad). Textura.	Superficial	Respuesta sostenida. Lenta adaptación
Pacini	Vibraciones. Presión mecánica.	Tejido conectivo subcutáneo.	
Ruffini	Cambios de temperatura relacionados con el calor.	Dermis profunda. Tejido conjuntivo.	Perciben la deformación continua de la piel
Krause	Cambios de temperatura relacionados con el frío.	Nivel profundo de la hipodermis.	

También se encuentran en la lengua las papilas filiformes, estructuras cónicas ubicadas en las dos zonas delanteras del lateral de la lengua, que reciben los estímulos químicos, táctiles, astringente, calórico o pseudocalórico, doloroso y eléctrico.

Asimismo, existe el nervio trigémino, que responde a sensaciones de calor provocadas por especies picantes (producido por una irritación químicamente inducida). Otra característica de este nervio responde frente al calor, frío y presión.

Olfato

El sentido del olfato se encuentra situado en la nariz, abierta al exterior por las ventanas nasales, concretamente en la parte superior de la pituitaria (una superficie de unos 10 cm²). Una vez las sustancias odoríferas han entrado por la nariz, se solubilizan en la secreción acuosa que está situada en las terminaciones ciliadas de las células de la pituitaria (que actúan a la vez de receptores y de terminaciones nerviosas).

La capacidad de oler depende del estado de los conductos nasales (que se pueden obstruir por un resfriado o por fumar), y la capacidad de discriminar olores se asocia a las distintas regiones del bulbo olfativo, que muestran una actividad diferencial según las categorías o cualidades de los olores. Existe el fenómeno de adaptación, rápida en el caso de este sentido, por el que la percepción de un olor no es constante, sino que desciende con rapidez (se trata de una acción reguladora del cerebro sobre el bulbo olfativo).

El mecanismo de recepción del olor se sigue discutiendo, existiendo varias teorías bioquímicas que lo explican. Una de las más aceptadas se basa en la forma de los receptores de los poros olfativos, que encajan con el tamaño y la forma de la molécula aromática, además de una interacción según las características eléctricas de la molécula. Actualmente se han establecido 9 tipologías de moléculas distintas, correspondientes a lo que se ha llamado "olores primarios" (dulce, naftalino, almizclado, jazmíneo, anisado, graso, floral y leñoso).

En el análisis de los alimentos hay que hablar también de la vía retronasal, en la que los aromas desprendidos tras el calentamiento del producto en la boca y la masticación pasan a través de la faringe hacia la pituitaria, creando una percepción muy importante que complementa la capacidad gustativa de la persona.

Gusto

La cavidad bucal es el sitio donde se emplaza el sentido del gusto, principalmente en la lengua, recubierta por una membrana con células gustativas, agrupadas en papilas, y los corpúsculos anteriormente explicados (con mayor abundancia de Krause).

Existen distintas clases de papilas, que en función de su forma pueden ser:

- Foliadas: No tienen prácticamente actividad frente a estímulo gustativo.
- Filiformes: Como se ha explicado en el apartado "Tacto" anteriormente, reciben sensaciones táctiles, químicas y de temperatura.
- Fungiformes: Son las principales receptoras del gusto, son sensibles a los gustos específicos. Existen unas 1.000, ubicadas en la punta y laterales de la lengua.
- Calciformes: Sensibles también a los sabores específicos, se encuentran en unos pliegues al final de la lengua.

Y atendiendo a su función, se distinguen tres tipos:

- Tipo I: Funcionan como una glía⁴ en las papilas, aunque también pueden implicarse con los corrientes iónicos implicados en la percepción del salado.
- Tipo II: Son las células receptoras encargadas de la transducción de los sabores dulce, amargo y umami. Están unidas a receptores acoplados a proteína G, cada uno de los cuales se expresa según un tipo distinto de célula, específica para cada sabor.
- Tipo III: Células presinápticas, porque forman uniones sinápticas con los terminales de los nervios gustativos. Responden directamente al ácido, al carbonato (CO₂) y al salado, y también integran las señales originadas en las células tipo II.

⁴ Las células gliales pertenecen al sistema nervioso y se ocupan de dar soporte a las neuronas y participan en el proceso de la información del organismo. Controlan el microambiente celular (composición iónica, niveles de transmisores, suministro de citoquinas y otros factores).

La lengua actúa como órgano receptor y además, con su movimiento durante la masticación, se encarga de distribuir las sustancias por toda su superficie. En la Tabla 1.3 se muestra una breve explicación de qué mecanismos originan las percepciones del gusto para cada sabor:

Tabla 1.3. Mecanismos de recepción de los sabores.

Sabor	Mecanismo de recepción
Salado	<p>Las sales inorgánicas de bajo peso molecular (sal común o NaCl, cloruro potásico o KCl, bromuro sódico o NaBr, yoduro sódico o NaI), provocan el sabor salado, siendo el NaCl la sal de referencia.</p> <p>El carácter iónico de la sal es el que activa el receptor, mientras que será la parte aniónica la que dará las notas del sabor salado. Estos iones consiguen despolarizar la membrana, y se inicia una liberación de un neurotransmisor, provocada por el aumento de la concentración de calcio (Ca^{2+}). Este transmisor hace la señal con el circuito neuronal.</p>
Ácido	<p>Generado por los iones hidronio (H_3O^+) de los ácidos (sobretudo orgánicos: cítrico, tartárico, láctico, acético, y el fosfórico como inorgánico), que al aumentar de concentración hace despolarizar la membrana, que abre unos canales de calcio provocando así la liberación de neurotransmisores para el estímulo.</p> <p>Debido a que en cada receptor sólo un estímulo provoca la despolarización, el cerebro lo interpreta como un sabor diferente al salado, aunque el mecanismo sea el mismo.</p>
Dulce	<p>Es provocado por el azúcar, sorbitol, manitol, sacarina, aspartamo, algunos aminoácidos... moléculas que tienen una estructura determinada que coincide con la forma de los receptores:</p> <p>AH / B / X donde: A y B son átomos electronegativos (Oxígeno, Nitrógeno, Cloro). H corresponde a un átomo de Hidrógeno. X es una estructura apolar.</p> <p>El receptor para el dulce tiene una forma tal que puede formar puentes de Hidrógeno entre las partes AH y B, y el grupo X se inserirá en una cavidad adyacente.</p> <p>La interacción entre el receptor acoplado a proteína G y la molécula activa la reacción de la AMPc, que inicia la despolarización a través de la abertura de los canales de calcio, para transmitir el impulso nervioso.</p>
Amargo	<p>El mecanismo para la recepción del sabor amargo es muy similar, provocado por muchos compuestos químicos, en especial los alcaloides (cafeína y quinina por ejemplo). La diferencia radica en que se trata de un grupo AH / B, y en que la separación entre A y B es menor que en sustancias de sabor dulce.⁵</p>
Umami	<p>Este sabor lo generan las sales de ácido glutámico (glutamato monosódico) y las sales disódicas de los purin-5'-monofosfatos (inosin, guanosin y adenosin). Estos se caracterizan por tener dos cargas negativas separadas por 3 a 9 átomos (carbono normalmente, u otro elemento).</p> <p>Este tipo de moléculas activa el receptor acoplado a proteína G, que a su vez, activa el proceso para la transducción de la señal.</p>

⁵ Para dulce la distancia es de mínimo 2,5 Angström, y para el amargo va des de 1,0 a 1,5 Angström.

La percepción del sabor también depende de la saliva, sobretodo de la secretada por las glándulas submaxilares, que es la encargada de solubilizar las sustancias alimenticias para poder ponerlas en contacto con las papilas, y facilita la masticación, ya que lubrica la mucosa y humecta los productos secos. También influye en la dilución de las sustancias ingeridas, y éstas (sobre todo las de los sabores ácidos y amargo), aumentan la producción de saliva.

Es importante conocer que el gusto se percibe en distintas fases:

- 1) Ataque: fase relativamente corta, producida cuando el alimento entra en la boca.
- 2) Evolución: disminuye la intensidad del primer sabor percibido, dulce, y aumenta la del ácido y frescor.
- 3) Permanencia: se desarrollan el resto de sabores.
- 4) Retrogusto: aparición de sabores que no estaban presentes durante la deglución.

La importancia de comprender bien los mecanismos de percepción de los sentidos es importante en el momento de evaluar a los jueces por sus capacidades, otorgando diferente grado de jerarquía según el producto y las interacciones y complementaciones en los distintos sentidos, además de conocer qué factores pueden afectar a dicha percepción.

Tipos de pruebas básicas de evaluación sensorial

Las pruebas de evaluación sensorial, cuando se aplican en industrias alimentarias y empresas, tienen tres objetivos básicos, que clasifican los test en:

- a) Aceptación: pretenden conocer las opiniones del consumidor respecto a las percepciones sensoriales que tienen de los productos. Se llevan a cabo con paneles formados por compradores o interesados en el producto a estudiar.
- b) Discriminación: tienen como objetivo encontrar diferencias significativas entre varias muestras o con un patrón, o comprobar la similitud entre dos productos. Se pueden hacer refiriéndose al conjunto de atributos sensoriales del producto o a uno sólo.
- c) Descripción: permiten describir, comparar y valorar las características organolépticas del producto estudiado, identificando atributos que las caracterizan y cuantificando su intensidad.

En la Figura 1.2 se presentan los test más habituales que existen de cada tipo de prueba, con una breve descripción de cada uno de ellos.

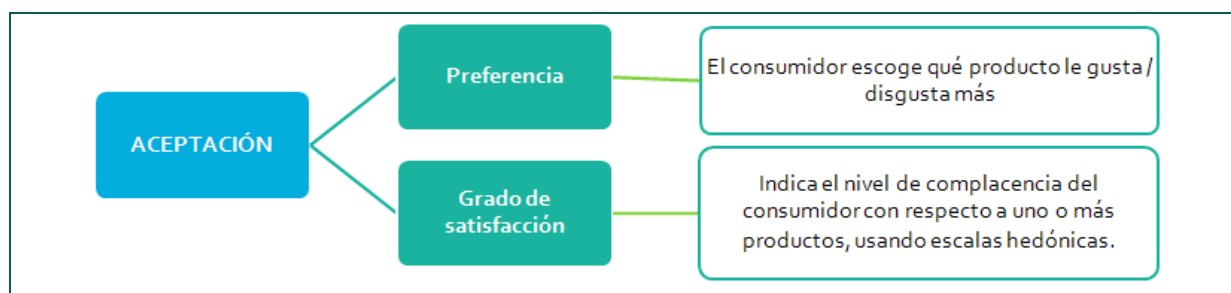


Figura 1.2. Tipos de pruebas más habituales en evaluación sensorial

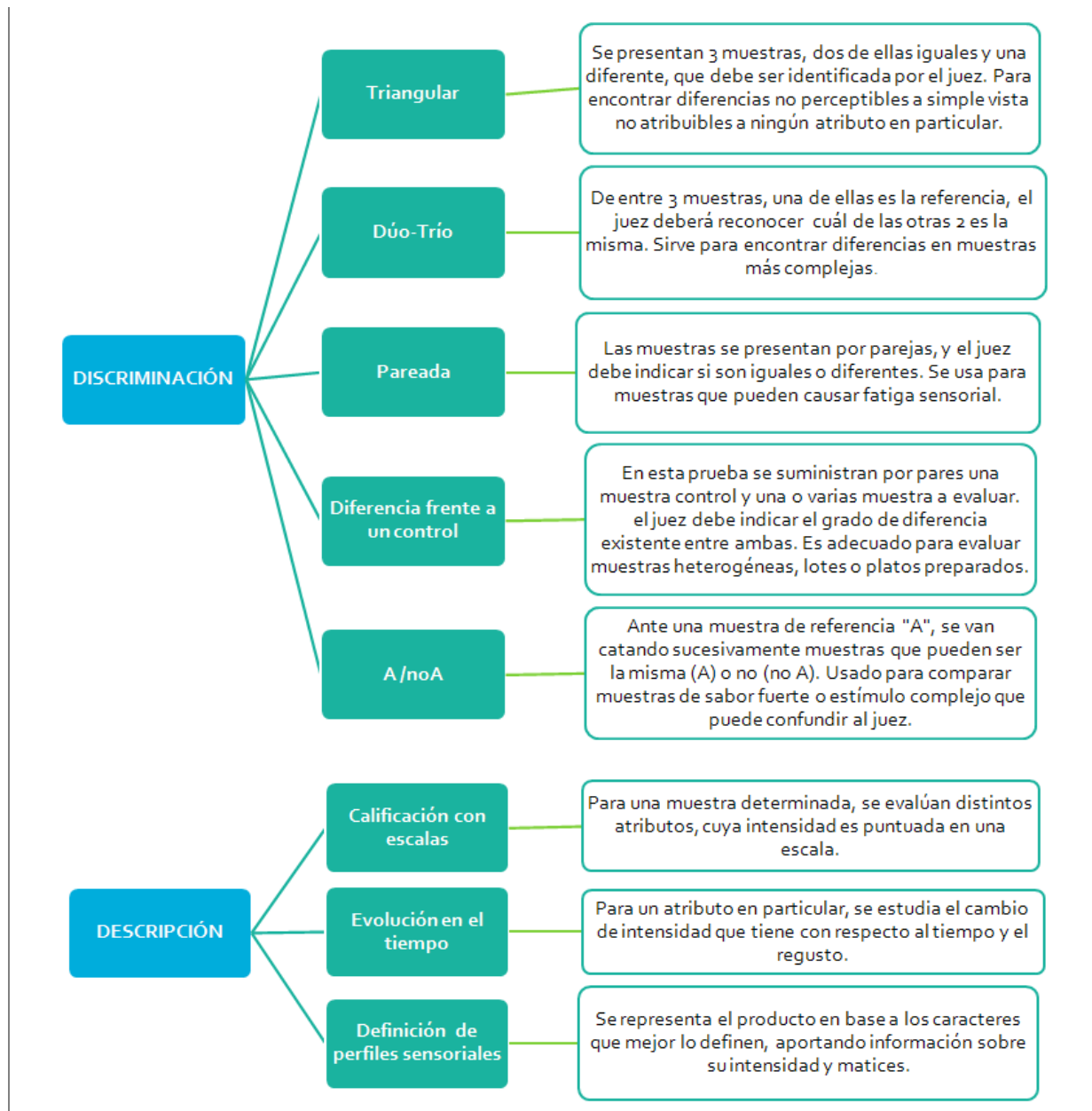


Figura 1.2. Tipos de pruebas más habituales en evaluación sensorial (continuación)

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Procesos de selección de jueces

Las empresas de alimentación y las organizaciones de evaluación de la calidad de ciertos productos (especialmente vinos y aceites), tienen sus propios paneles sensoriales, que les permiten tener acceso al análisis de unos jueces que han seleccionado previamente, cerciorándose de su capacidad de percepción, cuantificación, discriminación y/ o descripción de los diferentes atributos sensoriales. Esto garantiza una cierta fiabilidad en los resultados obtenidos, ya que las pruebas han permitido escoger, de entre todos los candidatos, aquellos que mejores resultados y mayor repetitividad obtenían. Las empresas deberían, periódicamente, realizar controles a su panel para tener un seguimiento de las aptitudes y la cohesión del mismo.

Las instituciones pueden optar por distintos tipos de panelistas, pudiendo ser éstos consumidores habituales, externos a la empresa, que o bien actúan como jueces sin entrenamiento previo (por ejemplo para hacer estudios afectivos), o bien se han presentado voluntariamente al proceso de selección. Los panelistas también pueden ser escogidos dentro de los miembros de la empresa, hecho que garantizaría una mayor seguridad para acceder a ellos, pero que se deben compaginar con su trabajo dentro de la misma.

Proceso habitual de selección

El procedimiento que siguen las empresas e instituciones que desean formar un panel de cata está estandarizado y recogido en la Norma ISO 8586:2012 (3). A continuación, están enumerados y detallados los pasos a seguir para la selección de los jueces:

1) Reclutamiento

Para la formación de un panel de n jueces, es necesario reclutar, al menos, 3·n candidatos, ya que algunos no continuarán el proceso por voluntad propia, por problemas ajenos que les impidan hacerlo, o serán rechazados por obtener resultados en las pruebas que los clasifiquen como no aptos.

El origen de estos jueces puede ser:

- a) Externo: Personal ajeno a la entidad, ya sea a consumidores habituales del producto, voluntarios que han atendido algún anuncio en la prensa o en folletos distribuidos gratuitamente, recomendados por institutos de sondeos de opinión...
- b) Interno: Personal que forma parte de los departamentos de la entidad, ya sea de la fábrica, oficinas, laboratorios...

Cada tipología tiene sus ventajas y sus inconvenientes, resumidos en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Ventajas e inconvenientes del reclutamiento interno y externo.

Origen	Ventajas	Inconvenientes
Externo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amplia variedad de selección. ✓ Nuevas personas se incorporan a la estructura de la empresa. ✓ Publicidad oral. ✓ Ausencia de problemas jerárquicos. ✓ Ausencia de riesgo de ofensa a personal no adecuado. ✓ Fácil disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Necesarios incentivos para mantener al individuo. Remuneraciones económicas, muestras de productos... ✗ Necesario un número mínimo de habitantes en la población. ✗ Necesaria proximidad de la empresa a los jueces. ✗ La disponibilidad de los jueces implica un gran número de jubilados, desempleados y estudiantes en el panel. ✗ Riesgo de abandono repentino.

Interno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Personal disponible: ya está en el lugar de la cata. ✓ No necesitan incentivos económicos (forma parte de su trabajo, pero es necesario mantenerlos motivados). ✓ Garantía de confidencialidad. ✓ Garantía de puntualidad y asistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Problemas con la jerarquía. ✗ El conocimiento de los productos puede influir en las respuestas. ✗ Dificultad de sustitución de los candidatos / posibilidad de ofensa si es rechazado. ✗ Conflictos de prioridades.
----------------	--	--

Viendo los pros y contras que conlleva cada grupo, se puede hacer un panel mixto (interno y externo), que combine las ventajas de ambos tipos y que permita solventar algunos de los inconvenientes.

Antes de empezar con la selección, se debe explicar de forma clara y detallada los objetivos y métodos que van a dirigir el procedimiento, así como las funciones específicas que desarrollará cada persona una vez aceptado y formado el panel.

2) Preselección

Mediante una entrevista o cuestionario, se realiza una selección inicial para descartar aquellos candidatos que no cumplen con los requisitos mínimos para formar parte de un panel, atendiendo a los siguientes criterios:

- Fisiológicos: Los candidatos no deberán sufrir ninguna discapacidad, enfermedad permanente de los sentidos o alergia alimenticia que pudiera impedir el desarrollo normal de las pruebas.
- Capacidades básicas: Los voluntarios deben disponer de aptitudes para la comunicación (memoria de atributos, verbalización descriptiva de los productos), tener ciertos conocimientos sobre los productos, capacidad de concentración.
- Actitud hacia los alimentos: gustos amplios, sin muchas limitaciones, atrevimiento a probar nuevos productos.
- Psicológicos: interés por los ensayos, motivación y voluntad de cooperación, honestidad y mantenimiento de opiniones propias, puntualidad.

3) Determinación de la incapacidad

Para pasar a la siguiente fase, los candidatos deben superar una serie de pruebas indicadoras de que no tienen ninguna incapacidad olfativa, visual o gustativa, para ello, se les realizan test básicos:

- Sobre percepción de aromas: presentación de aromas fuertes para identificar si el individuo padece anosmia o hiposmia.
- Sobre percepción de sabores: presentación de diluciones con sabores intensos y pruebas de dificultad baja, en las cuales, en condiciones fisiológicas estándar el individuo tiene una gran probabilidad de acertar, de modo que si no supera un elevado porcentaje, se considerará no apto.

- Sobre visión de colores: test de Ishihara (explicado en el apartado 3.5.1 (Fundamentos de la prueba)) o prueba Farnsworth-Munsell (4)⁶, que no se suele aplicar por su complejidad. También se pueden preparar disoluciones con agua destilada y ciertos colorantes (amarillo quinoleína, azul patente V, rojo carmoisina y grafito).

4) Determinación de la capacidad

En esta fase la complejidad de las pruebas es superior, y permite estudiar las diferentes capacidades de los candidatos, para ver su aptitud en todas ellas. A veces, no será necesario realizarlas todas, sino que dependerá del objetivo del panel, de los tipos de productos con los que se trabajará y los atributos o aspectos que se resaltarán de los mismos. En la Norma ISO 8586:2012 se proveen algunos ejemplos sobre los tipos de pruebas a llevar a cabo, así como de las sustancias y concentraciones que se pueden preparar para hacerlo.

- Habilidad sensitiva: Conocer el umbral (de detección o identificación) para una o varias sustancias determinadas; se escogerán aquellos que tengan umbrales más bajos, es decir, una mayor sensibilidad.

Para ello, se pueden realizar pruebas tipo 3-AFC⁷ o presentar una secuencia de diluciones cada vez más concentradas (véase apartado 3.4 (Determinación de umbrales))

- Habilidad discriminatoria: Ver si el candidato puede reconocer qué muestras son iguales entre si y cuáles presentan una diferencia. En este tipo de test, lo habitual es seleccionar aquellos que superen un 80% de las pruebas.

La tipología de pruebas empleadas aquí son la triangular o la prueba A-no A, emparejamiento o dúo-trío.

- Habilidad en el uso de escalas: Comprobar que el candidato tiene una idea clara sobre el uso de las diferentes escalas existentes y la estimación y comparación de la intensidad percibida de un atributo, en función de los requisitos que se necesitarán en un futuro(5).

Se pueden usar escalas de varios tipos:

- Ordinal: el orden de los valores asignados se corresponde con el orden de intensidades percibido para la propiedad que se está evaluando.
- De intervalos: además de poseer los atributos de una escala ordinal, se distingue por el hecho de que iguales diferencias entre valores numéricos se corresponden a iguales diferencias entre las intensidades percibidas.
- De proporción: como la escala de intervalo pero la proporción entre los valores asignados a dos estímulos es equivalente a la proporción entre las intensidades percibidas para estos estímulos.

⁶ Un test que muestra 100 colores distintos, en grupos para que el individuo los ordene. Las respuestas se puntúan en base a unos baremos y este procedimiento permitirá identificar la capacidad visual del sujeto.

⁷Ascending Forced Choice (con 3 muestras).

- De categorías: solamente se permiten ciertas respuestas predefinidas y son escalas discretas.
 - o Verbal: se usan palabras o expresiones que se identifican con la intensidad de la percepción del atributo estudiado. LAM es un tipo de escala verbal en la que los grados no están separados de manera equidistante, sino que han sido adaptados para que el tratamiento de datos se ajuste mejor a una distribución normal.
 - o Hedónica: las palabras expresan los diferentes grados de aceptación de un atributo o producto. Gráfica es un tipo de escala hedónica cuyos grados están representados con iconos de diferentes emociones.
 - o Numérica: en las que se asocia el número más bajo a una intensidad y el más alto a otra intensidad considerada extrema a la otra. Los extremos pueden etiquetarse o no. Puede ser unipolar (el punto neutro se localiza en un extremo) o bipolar (el punto neutro se localiza en el centro)
- No estructurada: se trata de una línea continua cuyos extremos están delimitados pero el catador realiza un trazo en el sitio donde piensa que se sitúa su respuesta.
 - o Con valores límite: las etiquetas de los extremos expresan una idea de limitación de la intensidad, por arriba o por debajo ("Poco [atributo]" o "Muy [atributo]").
 - o LMS: escala que en sus extremos tiene etiquetas más abiertas ("El más alto o bajo imaginable")
- Habilidad para el reconocimiento y diferencias en textura: Permitirá discernir qué jueces tienen una idea más clara sobre los diferentes atributos texturales y tienen mejor disposición para discernir entre tipos y magnitudes de textura diferentes.

Para ello, se emplean diversos alimentos que tienen una característica textural destacable (6), los cuales deben ser ordenados por los candidatos, teniendo un mínimo de aciertos establecido.

Teniendo todas estas pruebas y métodos para determinar la capacidad de una persona, y en base a su respuestas, se realiza un análisis de los datos para conocer qué jueces tienen mejores niveles de sensibilidad sensorial en más aspectos, o se seleccionan aquellos que hayan tenido un porcentaje mínimo de aciertos en todas las pruebas, establecido por la empresa, dependiendo de a qué test le dé mayor importancia.

Coste de dichos procesos

Los procesos de selección acarrear costes, tanto económicos (materiales para la preparación de las muestras –sustancias puras de sabores, aromas, productos representativos de textura–, instrumentos para la presentación de las muestras –recipientes, platos o vasos, limpiadores de paladar, servilletas, hojas de cata–, la preparación de un espacio de análisis adecuado– una sala de cata según recomienda la normativa ISO (7)–), como temporales (las pruebas requieren una inversión considerable de tiempo, ya sea en la preparación de las muestras y el estudio del procedimiento más adecuado, el período que se deja a los candidatos para realizarlas, que deberá

ser multiplicado por el número de grupos que asistan a la sala –de dimensiones limitadas a unos pocos jueces, y que en el proceso las pruebas se hacen a un número mayor de personas–, la limpieza de las instalaciones y los utensilios, ...).

Hay pocos artículos sobre estudios para determinar el número adecuado de jueces para un panel, siendo un mínimo de 8 catadores (8), aunque 15 integrantes es un número suficiente, y es más adecuado 20 (según la Norma ISO 8586 (3)). Según el tipo de evaluación, pueden ser necesarias más personas, llegando a 30-40. Además, dentro de este grupo de catadores inicial, podrán seleccionarse aquellos más hábiles y ser entrenados para realizar un análisis descriptivo, para el que se necesitarán entre 8 y 12 catadores (según método usado).

Una vez determinado el número de integrantes que formarán el panel, se deben reclutar al menos 2 a 3 veces ese número (3), (9), por varias razones: personas a las que finalmente no interesará el proyecto, por el tiempo invertido o el esfuerzo requerido, no estarán suficientemente motivadas, no tendrán la disponibilidad horaria establecida... o bien serán rechazados en el proceso de selección, por ser considerados no aptos por sus carencias sensoriales.

De manera habitual, para la selección de jueces sensoriales para una aplicación determinada se requieren entre 10 y 120 horas, dependiendo de los objetivos del test y la complejidad del producto (10). Es por eso que se han buscado muchas alternativas a este proceso para reducir el tiempo (Véase apartado “Alternativas a los procesos”, más adelante), y actualmente se estudian métodos para poder disminuir los costes que acarrea el proceso de selección a la empresa, sin mermar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Alternativas a los procesos

Actualmente, se han estudiado alternativas, tanto para evitar o disminuir el proceso de selección de jueces, como para prescindir de la etapa de entrenamiento para la descripción sensorial de un alimento. A continuación se listan algunos de ellos, con una breve descripción:

a) Método de Wittes y Turk (1968) (11).

Comparación de la actividad discriminatoria gracias a la realización de únicamente 3 pruebas distintas, que permitirán diferenciar a los candidatos entre los jueces que son aptos y los que no. Este procedimiento se basa en que dichas pruebas sean lo suficientemente complicadas para poder sacar conclusiones de manera eficaz, sin necesidad de un gran set de test. Las capacidades evaluadas de los candidatos son: discriminar entre atributos con intensidades bajas y moderadas y centrar su atención en más de un atributo del alimento.

Para cada prueba, presentan las instrucciones que debe seguir cada juez (se trata de pruebas triangulares y de ordenación), así como el modo de puntuar las respuestas y de relacionarlas con la aceptación o rechazo (basando los resultados en las diferencias de la puntuación de un juez con la del juez que ha obtenido más puntos, es decir, calculando su capacidad relativa frente a los otros jueces).

Proponen usar un error tipo I del 25 al 35%, para que de este modo se rechacen un gran número de candidatos, aumentando el número de candidatos rechazados (asegurándose que son no aptos, aun cuando se aumenta la probabilidad de haber rechazado alguno apto).

A parte de estos test, el persona que prepara las pruebas y que selecciona el panel, debe atender a otros aspectos observados en los candidatos, como la velocidad, la independencia, la capacidad de obediencia / liderazgo cuando toca y la honestidad.

b) Optimized Descriptive Profile QDA[®] (2012) (12).

El objetivo de este método es doble: reducir el tiempo de selección de jueces así como obtener un panel que sepa cómo funciona el procedimiento de evaluación, para aplicarlo posteriormente a la industria y poder evaluar los productos con un mínimo de entrenamiento, obteniendo resultados cuantitativos sobre su perfil.

El método consiste en evaluar un atributo (de gusto, textura...) diferente cada vez, para el cual se dan dos muestras representativas con las intensidades extremas (mínima y máxima) como referencia. Los candidatos deberán colocar todas las muestras en una escala, comparándolas con las referencias. La actuación de cada juez se evaluará y aquellos que tengan mejores resultados, formarán parte del panel.

Sin embargo, este método tiene dos desventajas: la primera es que si la empresa quiere que sus jueces evalúen muchos atributos en sus productos, deberán hacer muchas sesiones, y la segunda es que según el número de muestras evaluadas en cada sesión, puede ocasionar cierta fatiga sensorial.

c) Clasificación en categorías (8).

Llamado *sorting* en inglés, el método consiste en colocar las muestras (presentadas de manera conjunta), en categorías que agrupen ítems con propiedades similares, y que el grupo (debe haber más de una muestra en cada uno), tenga una característica distintiva de los demás. Posteriormente se pide a los jueces que seleccionen etiquetas que atribuyen a cada grupo de muestras.

Esta técnica tiene varias ventajas: existe la posibilidad de reducir el número de jueces entrenados para realizarlo (mínimo 9), por lo tanto, en el proceso de selección no serán necesarios tantos candidatos a evaluar, pues sólo deberán resultar 9 aptos. También se pueden usar consumidores no entrenados (aunque de este tipo son necesarios unos 20 a 50, según varios estudios (13), por lo tanto, este método permite saltarse todo el proceso de selección de jueces, ya que el análisis de los datos (aunque algo más elaborado y complejo que el resto), permite obtener los resultados deseados.

Similar a esta técnica, existe el *mapping* o *Napping*[®](14), (8), que consiste en agrupar las muestras por similitudes en grupos, distribuyéndolas encima de una tabla DIN A3 según sus relaciones. Para poder evaluar el desempeño de los catadores, aparte de comparar sus resultados con las referencias

establecidas para cada muestra, se colocan dos muestras control de iguales características, para ver la repetitibilidad del catador.

Este método, además de seleccionar aquellos jueces que lo hagan mejor (ya que en las pruebas sensoriales de la empresa siempre llevarán a cabo el mismo procedimiento), se puede usar con jueces no entrenados o con consumidores. Para ello, se necesitarán de 15 (menos que en *sorting*) a 50 jueces (15).

d) Método de Bradley

Es un método con diseños secuenciales basados en pruebas discriminativas triangulares y dúo-trío. Permite establecer los límites inferior y superior para un número determinado de pruebas, que se hacen sucesivamente al candidato (en los cuales se especifica el número de aciertos necesarios para ser aceptado o entrenado) en la misma sesión o en distintas para evitar la fatiga.

El número de aciertos en la secuencia de test es representado gráficamente (Figura 1.3), observando el comportamiento de dicho candidato con respecto a las rectas trazadas de los límites superior e inferior, viendo en qué zona se mantiene: por debajo del límite inferior se rechaza, por encima del límite superior se acepta y si cae en la zona de incertidumbre, se deben seguir haciendo pruebas.

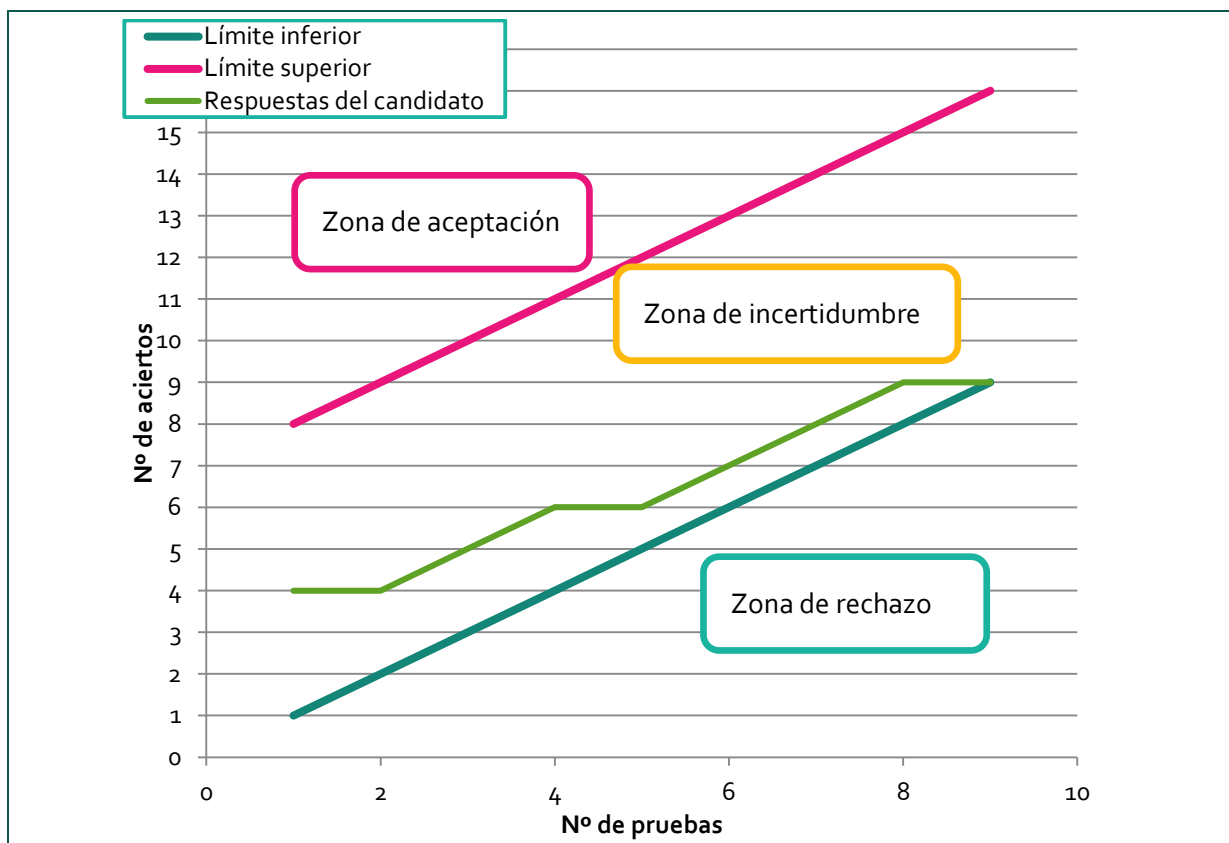


Figura 1.3. Muestra de una representación gráfica tipo de la prueba de Bradley

Las líneas que delimitan las zonas de aceptación y rechazo se hacen mediante la Ecuación 1:

$$\text{Límite inferior: } D_i = \frac{\log\beta - \log(1-\alpha) - n \cdot \log(1-P_1) + n \cdot \log(1-P_o)}{\log P_1 - \log P_o - \log(1-P_1) + \log(1-P_o)}$$

$$\text{Límite superior: } D_s = \frac{\log(1-\beta) - \log\alpha - n \cdot \log(1-P_1) + n \cdot \log(1-P_o)}{\log P_1 - \log P_o - \log(1-P_1) + \log(1-P_o)}$$

donde: α = Probabilidad de aceptar un panelista no apto.
 β = Probabilidad de rechazar un panelista apto.
 P_o = Máximo de respuestas incorrectas aceptables para un panelista.
 P_1 = Mínimo de respuestas correctas aceptables para un panelista.

Ecuación 1. Ecuación de Bradley para calcular los límites inferior y superior.

e) Prueba para eliminar catadores poco eficaces (2)

Este test se trata de una prueba de puntuación con ayuda de una escala, en la que se presentan al candidato las muestras que deberá puntuar, comparándolas con unas muestras de referencia. La prueba debe repetirse 3 veces para mejorar la significación estadística de los resultados. Para eliminar aquellos catadores poco eficaces, se suman las puntuaciones asignadas por cada catador a cada muestra, buscando el intervalo asignado a cada una de ellas. Luego se suman los intervalos y se hace el tratamiento estadístico, multiplicando dichos valores por un factor encontrado en las tablas de Tukey⁸. Se descartarán los catadores cuando:

- La diferencia entre las valoraciones sea mayor al Factor.
- Tras calcular la mayor diferencia entre las distintas sumas de puntuaciones, esta sea igual o menor que tras aplicar el factor de corrección.

f) Otros

Existen muchos más métodos novedosos para disminuir tanto el tiempo como el coste de los análisis sensoriales en las empresas, tanto para la selección de jueces como para evitar este procedimiento, aplicando los ensayos a consumidores no entrenados. En la Tabla 1.5 se presenta una selección de los que se emplean actualmente.

Tabla 1.5. Resumen de algunas de las alternativas existentes para el proceso de selección de jueces.

Método	Evaluación	Análisis estadístico	Limitaciones
<i>Flash profiling</i>	Ordenar las muestras según un set de atributos.	GPA (Análisis Procrusteano Generalizado)	- Se necesitan dos sesiones - Las muestras se presentan simultáneamente
<i>Check – all – that – apply (CATA)</i>	Seleccionar qué términos de una lista son adecuados para describir la muestra	MFA (Análisis de Factor Múltiple)	- El diseño de la lista de atributos puede afectar a las respuestas.

⁸ Una para cada nivel de confianza, donde n= nº muestras y m= nº repeticiones.

Preguntas de respuesta abierta	Se describe verbalmente la muestra	Chi ² , MCA (Análisis de Clasificación Múltiple), GPA	- Dificultad de expresar verbalmente si no ha sido entrenado.
Comparación pareada	Hacer una comparación entre muestras para un set de atributos	LSLR (Técnica de los Mínimos Cuadrados)	- Diseño experimental complicado

1.2.2. Test de PROP para clasificar catadores

El test de PROP es la alternativa propuesta en este trabajo al proceso de selección de jueces tradicional. A continuación se realiza una breve descripción de los estudios científicos que a este método se han dedicado, los resultados de los cuales dan fundamento a esta propuesta y en los que se establecen las bases para este método.

A partir de los orígenes de este procedimiento, serán explicados los avances realizados en las pruebas y los descubrimientos que amplían el conocimiento de diversos aspectos relacionados con el PROP, tanto a nivel de características sensoriales de los catadores (y su impacto sobre sus gustos y formas de vida) como el origen genético de las mismas.

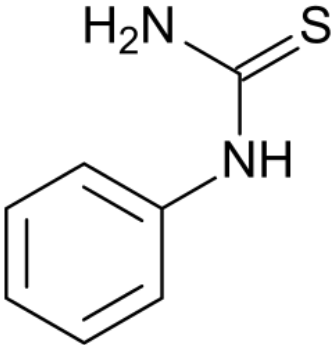
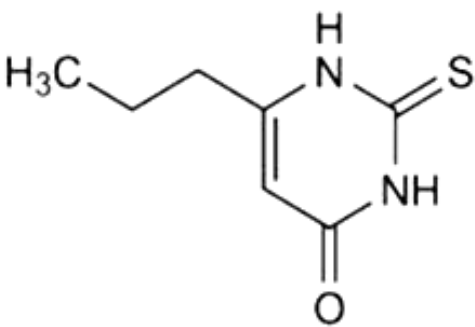
Sustancias

Las sustancias empleadas para el test y para la realización de los diversos estudios genéticos se caracterizan por la presencia del grupo químico N-C=S⁹. Se cree que ésta es la parte que les da sus propiedades y hace que algunas personas puedan detectarla y otras no.

Dichas sustancias son la feniltiocarbamida (PTC por sus siglas en inglés, *Phenyl Thio Carbamate*) y el 6-n-propiltiouracil (abreviado PROP). Puede verse su estructura, características y diferencias en la Tabla 1.6. Como se puede ver, (16), las dos moléculas tienen el grupo N-C=S, el PTC en una cadena y el PROP en el anillo. Ambos tienen sabor amargo, pero mientras que el PTC huele a sulfuroso, el PROP no, con lo que es más útil para comprobar su percepción oral, ya que la prueba no se ve sesgada por la expectativa debido a su olor. Así como el PTC no existe de manera natural en los alimentos, pues está elaborado sintéticamente, el PROP sí. Además, tiene una toxicidad menor, con lo que se prefiere para el test.

⁹ Aunque algunos estudios generan dudas sobre el comportamiento e importancia de este grupo, ya que otras sustancias, como anetoltritiona, no contienen el nitrógeno, y sin embargo, dan respuestas muy similares (58)

Tabla 1.6. Descripción de PTC y PROP

	PTC	PROP
Estructura molecular		
Nombre IUPAC	Feniltiourea	6-propil-2-sulfanilprimidin-4-ona
Sabor	Amargo	Amargo
Olor	Si (como sulfuroso)	No
Presencia en alimentos	No (sintético)	Si
Toxicidad	Mayor	Menor

Orígenes y descubrimiento

En 1931, Arthur L. Fox, farmacéutico, descubrió un fenómeno que llamó "ceguera al sabor", es decir, insensibilidad a un sabor determinado (amargo en este caso). Sucedió durante un ensayo en el laboratorio, mientras estaba rellenando una botella con PTC. Al ser una sustancia que como se ha dicho anteriormente tiene un olor bastante notable, un compañero suyo lo olió y comentó lo amargo que era. No obstante, Fox la probó y no le sabía a nada. A partir de esa experiencia, Blakeslee, un genetista de la época, y Fox, hicieron un estudio en la población, realizando la prueba a 2.500 personas (17). Tras su presentación en la *American Association for the Advancement of Science* y la publicación del estudio en *The Journal of Heredity* en 1932, se llegó a la conclusión de que la característica de percibir dicha sustancia estaba determinada por el genoma, siendo de tendencia recesiva. Posteriormente, en investigaciones realizadas por Kalmus y Harris, científicos que no estaban del todo de acuerdo con los ensayos realizados, se especuló con la idea de que fuera un gen dominante incompleto(18). Se hablará de esto en la sección 'Estudios genéticos y características físicas' más adelante en este punto.

Avances en el test

Tras varios años de aplicación del test con el primer método que apareció (escalar la intensidad percibida de la sustancia en una escala JND –*Just Noticeable Difference*– o cantidad de estímulo necesaria para percibir un cambio en una sensación), Stevens, psicólogo de Harvard, realizó una clasificación de las escalas existentes(19), y estableció la famosa ley psicofísica:

$\varphi = \theta^\beta$ donde: <ul style="list-style-type: none"> φ = intensidad percibida θ = Estímulo β = valor que depende de la modalidad sensorial

Ecuación 2. Ley psicofísica de Stevens

Esta Ecuación 2 permite encontrar, gracias a su transformación logarítmica ($\log \varphi = \beta \cdot \log \theta$) la modalidad sensorial (la pendiente de la recta), que depende del tipo de estímulos recibidos. Este método, combinado con una escala de ratios, permitía no sólo conocer el umbral, sino también la relación de intensidades que establecía cada individuo. No era posible, no obstante, realizar una comparación entre individuos, ya que éstos tienen una escala interna diferente.

Por esta razón, se tuvo que normalizar sistema, aplicando nuevos métodos que permitían relacionar las respuestas de todos los sujetos. Se establecieron dos métodos diferentes de trabajo para ello:

- a) **Factor de conversión:** el método consiste en encontrar un factor individual que permita eliminar la variabilidad de respuestas entre sujetos, para poder comparar sus respuestas. Se pide a todos los catadores que puntúen las muestras con cualquier número, con un único requisito: que si la intensidad percibida es el doble que la anterior, la puntuación también debe verse multiplicada por dos. Posteriormente, se establece una constante de referencia y se divide por la puntuación máxima de cada juez. De este modo, se encuentra el factor personal, que sólo tiene que ser multiplicado por cada respuesta para poderlas comparar.

Veamos un ejemplo:

Se presentan a 3 jueces dos muestras: sacarosa 1M y glucosa 1M, y deben puntuar su dulzor.

Las respuestas proporcionadas son:

	Sacarosa 1M	Glucosa 1M
J1	4	8
J2	35	100
J3	0,4	0,6

A priori se podría pensar que el juez 2 ha percibido más intensamente las dos muestras, ya que los números son mayores, y que el juez 3 lo ha hecho en menor intensidad y que las encuentra muy parecidas, ya que la diferencia es mínima, mientras que en los otros es mucho mayor. Pero se toma como valor de referencia el nº 25 para poder comparar las muestras:

	25 / Punt máx	F
J1	25 / 8	3,12
J2	25 / 100	0,25
J3	25 / 0,6	41,67

Conociendo ahora el factor, se pasa a multiplicar cada respuesta por dicho factor, para obtenerlas normalizadas.

	Sacarosa 1M	Glucosa 1M
J1	$4 \cdot 3,12 = 12,5$	$8 \cdot 3,12 = 25$
J2	$35 \cdot 0,25 = 8,75$	$100 \cdot 0,25 = 25$
J3	$0,4 \cdot 41,67 = 16,67$	$0,6 \cdot 41,67 = 25$

Ahora se puede comprobar que ha sido el juez 3 el que ha percibido con mucha más intensidad la muestra de sacarosa, aunque su puntuación inicial era muchísimo menor a la del juez 2, que ahora vemos que es inferior.

No obstante este método tiene un fallo y es que sólo permite comparar respuestas, pero que no da información sobre la percepción absoluta de un estímulo.

- b) Comparación con un estándar: en este método, explicado con más detalle en el apartado 3.2.1, se usa el NaCl como sustancia de referencia o estándar, puntuado en la misma escala que el PROP, para poder comparar las respuestas con un valor de referencia común en todos los jueces. A pesar que el NaCl no es percibido por todos ellos con la misma intensidad, es un estándar mucho mejor que otras sustancias, como la cafeína, sacarina o sacarosa, que también son más intensas para aquellos que perciben el PROP (20), (21).

También pasó a usarse definitivamente el PROP en lugar del PTC, debido a que es mucho menos tóxico e inodoro, ya que el PTC huele a sulfuroso.

Clasificación de catadores

El test permitió:

- Conocer qué individuos eran sensibles a esta sustancia y otras similares que contienen el mismo grupo químico N-C=S.
- Clasificar a las personas según tres categorías de catadores:
 - a) No Catadores (NC): Aquellas personas que no perciben la sustancia, únicamente notan un sabor ligeramente distinto del agua. Como se verá más adelante en el apartado 'Estudios genéticos y características físicas', los No Catadores tienen menor sensibilidad a muchos sabores.
 - b) Catadores Medios (MC): Aquellos individuos que perciben el PROP como un sabor amargo, pero sin embargo no son excesivamente sensibles a él.
 - c) Súper Catadores (SC): Aquellos sujetos que perciben el PROP como un estímulo de gran intensidad, aún a concentraciones bajas. Además de ser sensibles a este sabor, presentan una mayor gran capacidad para distinguir diferentes estímulos.

Estudios genéticos y características físicas

A raíz de las observaciones de los resultados y clasificación de los jueces, se llevaron a cabo estudios genéticos para poder ampliar el conocimiento sobre el origen de dicha condición, y sus implicaciones a nivel fenotípico.

Inicialmente, en investigaciones familiares realizadas por Blakeslee y Salmon, en 1931, se estimó que el gen que determinaba dicha característica (no sensibilidad al PROP), era recesivo, es decir, en un genotipo combinado, formado por un alelo dominante y uno recesivo, la característica no se expresaría, debido a que el dominante enmascara su expresión. Sólo lo haría cuando ambos alelos recesivos se dieran en dicha persona. En esta primera teoría, los Súper Catadores tendrían los dos dominantes (TT), o uno dominante y uno recesivo (Tt o tT), siendo los No Catadores los que tienen los dos recesivos (tt).

Sin embargo, en adelantos posteriores, se indicaría que el gen dominante (T) para la percepción del PROP era incompleto, con lo que en los test de supraumbral (a concentraciones de $1 \cdot 10^{-4}$) no se podía determinar tal característica (22).

Los datos actuales (23) y (24), informan que dicha característica es un factor hereditario asociado a los haplotipos PAV (Prolina – Alanina – Valina) y AVI (Alanina – Valina – Isoleucina), que determinan dicha secuencia de aminoácidos en la proteína que produce el gen TAS2R38, localizado en el brazo largo del cromosoma 7, donde hay 3 SNP (Polimorfismos de un Solo Nucleótido, 3 regiones que sólo difieren en una base del genoma) que no son sinónimos, con lo que expresan esos aminoácidos diferentes. En la Figura 1.4 se representa la secuencia de ADN donde se encuentra dicho gen, y a la derecha se detallan los 3 SNP, que difieren en las bases señaladas.

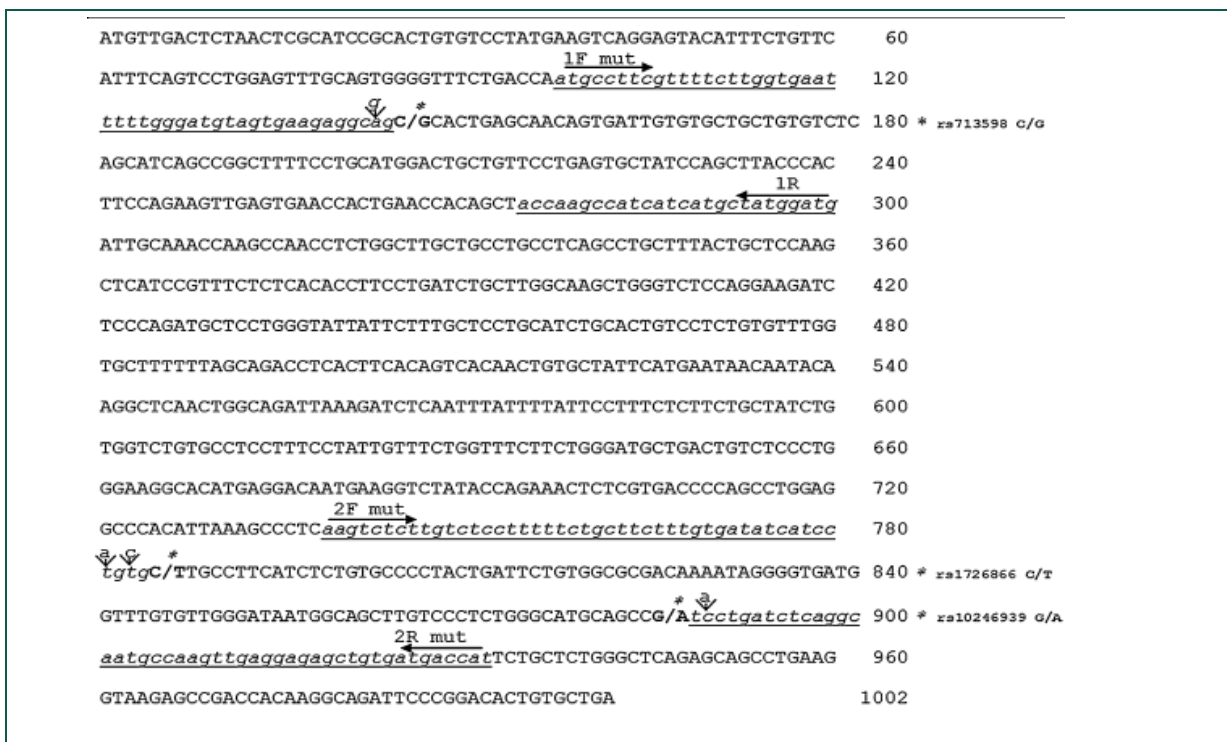


Figura 1.4. Secuencia de nucleótidos del gen TAS2R38

Por lo tanto, según el estudio de este gen y un método rápido de identificación de los tres tipos de polimorfismo, relacionándolo con la categoría de catadores (25), se establece que:

- a) No Catadores (NC): Tienen los dos genes recesivos (tt), por lo tanto, las secuencias que determinan los aminoácidos son: AVI - AVI.
- b) Catadores Medios (MC): Tienen una secuencia que determina para AVI y otra para PAV, con lo que tienen un gen dominante y otro recesivo (Tt o tT). A partir de esto se comprueba que el gen que determina sensibilidad al PTC o PROP es dominante.
- c) Súper Catadores (SC): Tienen los dos alelos dominantes (TT), marcando para las secuencias PAV-PAV.

Las diferencias en la sensibilidad gustativa se deben, por lo tanto, a factores genéticos que se expresan en un fenotipo que se caracteriza por los receptores en la lengua que se unen a N-C=S, el grupo responsable de tal sabor amargo. Los SC tienen una gran densidad de papilas fungiformes en la lengua, localizadas en los dos tercios anteriores. Pero no sólo esto es lo que influye en la mayor sensibilidad de los SC. Veamos en la siguiente lista aquellas características expresadas debido al genotipo del individuo(26):

- Variaciones en el polimorfismo de TAS2R38: produce la presencia del receptor del amargo del compuesto N-C=S.
- Expresión de mRNA del alelo PAV-TAS2R38: influye en la mayor o menor producción de dicha proteína.
- Otros receptores del amargo (27): relacionados con la respuesta al PROP, específicos para altas concentraciones.
- Composición química de la saliva (28): el estímulo, en la boca, se difunde gracias a la saliva, que forma una capa fluida que permite a la sustancia penetrar en el poro de la papila. Este proceso incluye la solubilización de dichas sustancias en la saliva y su interacción con los componentes que la forman. Por eso, afecta tanto a la sensibilidad gustativa como al estado e integridad de las papilas gustativas.

Este factor es muy importante y también viene determinado genéticamente, por el polimorfismo de rs227433 (A/G), localizado en el gen CA6¹⁰ que controla la gustina, un factor trófico salivar. Dicho polimorfismo se refiere a la sustitución del aminoácido en la posición Ser90Gly de la secuencia de la proteína gustina. Si se encuentra el alelo A, el enzima está en una iso-forma más activa y funcional que si tiene el G, lo cual implica no solamente diferentes características salivares sino también de las papilas gustativas, pues la gustina contribuye a su mantenimiento (29).

- Papilas más funcionales (30): las papilas están rodeadas de fibras trigeminales, un nervio (5-C) que transporta información sobre la irritación oral, incluyendo el calor y el frío químicos. Esto

¹⁰Anhidrasa Carbónica 6

explica por qué los SC son más sensibles a los sabores fuertes y especiados. Este nervio también está relacionado con la percepción del contenido graso, un atributo gustativo y textural.

Otros aspectos relacionados con los súper catadores

La característica principal y distintiva de los distintos tipos de catadores es su sensibilidad al PROP. No obstante, muchos estudios han ido más allá y han permitido determinar otros aspectos, tanto sensoriales, de personalidad y de estilo de vida, que se pueden asociar a esta diferencia genética(30), (31).

- **Percepción sensorial:** Los SC son más sensibles a otras sustancias también de sabor amargo, como la cafeína, isohumulona o la quinina (32), (33), o sustancias que producen un regusto amargo, incluyendo el benzoato sódico (conservante alimentario) y sal sustitutiva del NaCl (34), al contenido graso de los alimentos, pudiendo distinguir entre un 10 y un 40% de contenido de aceite (35). También perciben mayor intensidad para el mismo estímulo de sacarina y neohesperidina dihidrocalcona (36). Actualmente se está estudiando si la respuesta al picante de sustancias como la capsaicina, piperina y zinguerona, que comparten una parte de la estructura, también son percibidas de modo distinto. Se conoce que la duración del sabor es más larga en los SC, y se prevé que la intensidad del sabor tiene relación con la sensibilidad al PROP y con otros aspectos, como la adaptación a estos sabores (37). Además, tienen una mayor capacidad de distinción de las diversas texturas, ya que está relacionada con las sensaciones bucales características que se producen con la humedad, las pequeñas partículas o las propiedades mecánicas de resistencia a la fuerza, y la presencia de fibras trigeminales en la lengua provoca que los SC tengan una mayor percepción de estos estímulos.
- **Preferencias alimenticias:** Los SC tienen unas preferencias alimenticias características. A continuación, un listado de todos aquellos alimentos por los que sienten algún tipo de disgusto, ya sea de sabor o de textura, o a los cuales son más sensibles y por lo tanto limitan su consumo:
 - Crucíferas: coles, brócoli, coles de Bruselas, nabos (38)
 - Chocolate negro (por su sabor amargo)(26).
 - Café fuerte o soluciones de cafeína (por su sabor amargo)(39).
 - Productos a base de soja: tofu, miso, bebida se soja (40)...
 - Té verde (40).
 - Productos con textura grasientas: aderezos de ensalada, salsas, distintos tipos de leche o queso.
 - Alimentos o condimentos picantes: chile, guindilla, jengibre (por la capsaicina, piperina o zinguerona) (30).

- **Estilo de vida:** La capacidad de percibir el PROP y el PTC tienen su razón de existir en los orígenes de la humanidad: las teorías clásicas postulan que la habilidad de percibir dichas sustancias aporta una ventaja selectiva, para poder evitar todos aquellos compuestos dañinos o tóxicos de la naturaleza, que normalmente tienen un gusto amargo, agrio. Actualmente, tales facultades no son especialmente selectivas, puesto que ya es de saber común qué tipo de alimentos pueden consumirse.

Aun así, y como ya se ha dicho antes, algunos de los alimentos que se evitan son las crucíferas y otro tipo de vegetales que tienen unos grupos químicos similares a los de isotiocianato y la goitrina, que también tienen este sabor característico. Cuando se toman en grandes cantidades, afectan a la tiroides, ya que interfieren en el metabolismo del yodo. Por lo tanto, en poblaciones aisladas o que no toman sal yodada o productos marinos, esta capacidad les permite evitar tales sustancias, teniendo una incidencia menor de problemas tiroideos en dicha población (31).

Por otra parte, podría impactar negativamente en la salud de la población sensible al PROP el hecho de no comer ciertos vegetales y/o frutas, que contienen fitoquímicos que podrían ir bien para su salud, en especial para disminuir la oxidación celular y el riesgo de cáncer, sobre todo en la zona occidental donde la dieta es baja en alimentos de origen vegetal. Aun así, estos aspectos deben ser investigados con mayor profundidad, ya que algunos estudios apoyan esta teoría, en la que los SC tienen mayor incidencia de cáncer (41), mientras que otros no son tan concluyentes.

La sensibilidad al PROP también afecta al Índice de Masa Corporal. Se trata de una relación inversa entre la sensibilidad y el IMC, ya que los SC, debido a sus gustos alimentarios (detallados anteriormente), tienen un menor consumo de calorías con su dieta (26). Otros aspectos podrían tener también incidencia en este hecho: el sexo (los estrógenos y la fluctuación hormonal en el ciclo influye en la percepción oral), la edad (los niños PAV/AVI son más sensibles que los adultos), el control racional de la dieta (llevado a cabo por los médicos o a voluntad individual, que restringe ciertos alimentos independientemente de las preferencias), o el sistema de endocannabinoides¹¹ (los SC tienen, en su plasma sanguíneo, mayores niveles de endocannabinoides, que regulan la ingesta, con un consumo moderado de alimentos y disminuyendo la desinhibición, es decir, la ausencia de control en las comidas, normalizando la dieta) (42).

Por último, algunos estudios sugieren la posibilidad que los SC fumen y beban menos alcohol que el resto, ya que la mayor intensidad de la irritación y picor bucal podría provocar que dichas experiencias fuesen menos deseadas, rechazando el consumo de tabaco y alcohol, debido a lo poco placentero del acto, con sus consiguientes consecuencias en la salud (43).

¹¹ Son unos lípidos neuromoduladores con funciones reguladoras del apetito, la sensación de dolor, el estado de ánimo y la memoria.

Capítulo 2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivos del trabajo

- ▶ Proponer una alternativa, basada en estudios científicos, al proceso habitual de selección de jueces.
- ▶ Realizar una investigación de la evaluación sensorial, así como de las pruebas existentes para la discriminación de candidatos para jueces según su aptitud.
- ▶ Realizar una investigación sobre los conocimientos actuales que relacionan la sensibilidad al PROP con las aptitudes de percepción sensorial de cada persona.
- ▶ Llevar a cabo dos tipos de pruebas:
 - Proceso tradicional de selección de un panel sensorial.
 - Alternativa basada en el test de PROP.
- ▶ A partir de ello, **comprobar la hipótesis planteada:**

“Las personas que en el test de PROP son clasificadas como Súper Catadores, tienen una mayor capacidad para la percepción sensorial, por lo tanto, serían aceptados en un proceso estándar de selección de jueces, mientras que aquellos categorizados como Catadores Medios o No Catadores, serían rechazados en dicho proceso”.

- ▶ Encontrar diferentes métodos de análisis de los datos y el mejor modo de adquirir resultados.
- ▶ Proponer soluciones a los problemas encontrados y discutir los resultados obtenidos, contrastando siempre con información de la literatura.
- ▶ Si la hipótesis no se acepta, identificar las posibles causas que lo hayan ocasionado así como buscar otras opciones para mejorar la alternativa propuesta, para dotarla de aplicabilidad al proceso en empresas.

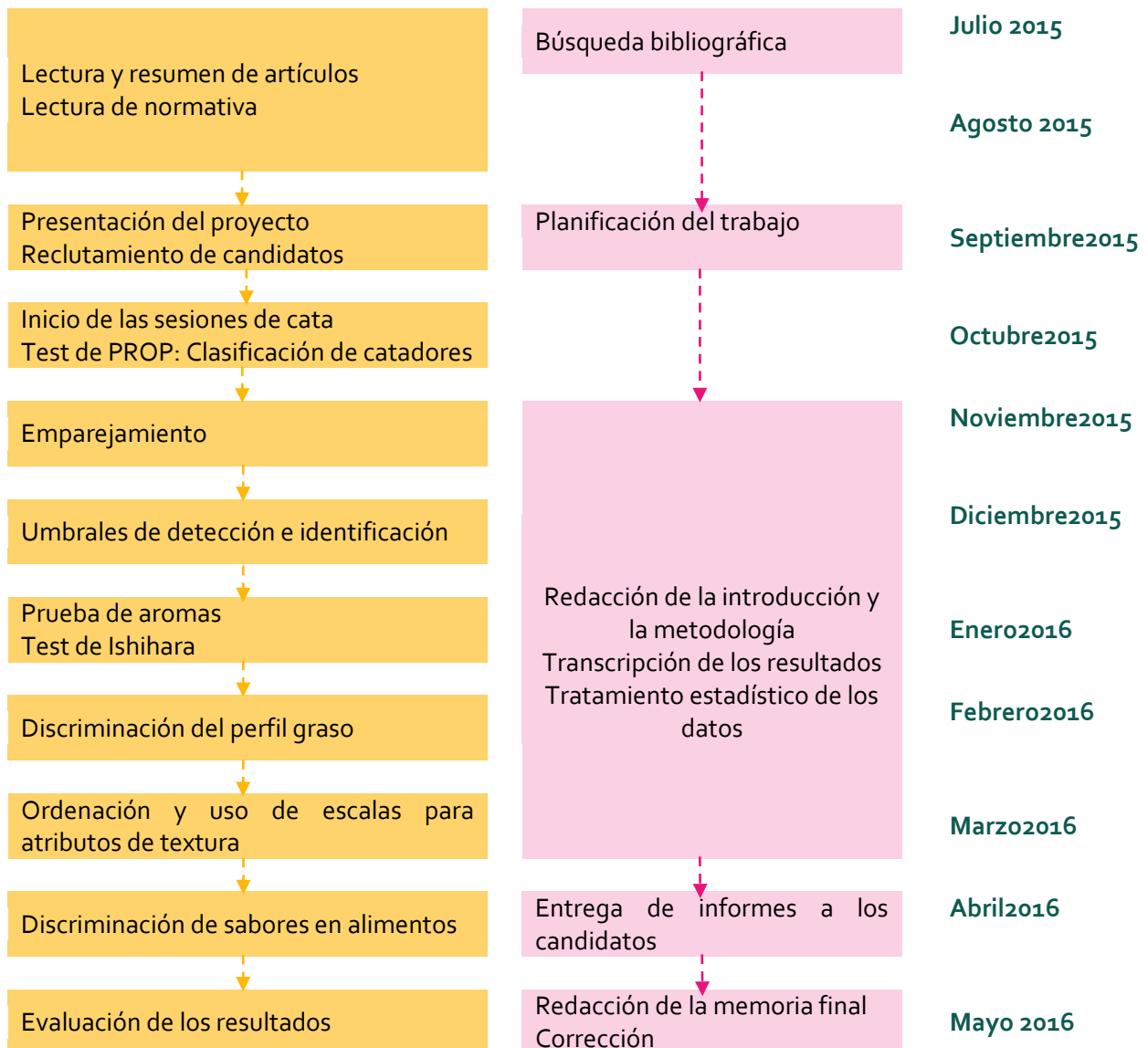
2.1.2. Objetivos personales

- ▶ Profundizar en los fundamentos del análisis sensorial y conocer las diversas técnicas aplicadas para la selección de jueces sensoriales.
- ▶ Familiarizarse con las normativas UNE, ISO que tratan sobre las pruebas necesarias para formar un panel, las instalaciones, muestras, requisitos...
- ▶ Aprender a organizar un proceso de selección: preparar las muestras y pruebas, coordinar candidatos, realizar informes...
- ▶ Practicar las diferentes técnicas de análisis estadístico de los datos obtenidos en los tests y ser capaz de interpretar los resultados.

2.2. PLAN DE TRABAJO

Para desarrollar este trabajo, se han seguido tres líneas de actuación:

- 1) La búsqueda y redacción de la información recogida en artículos y bibliografía, relacionada con aspectos de análisis sensorial, percepción de PROP y selección de jueces sensoriales.
- 2) Realización, en la sala de cata de ETSEA, de los test necesarios para poder obtener las conclusiones.
 - a. El test PROP, para clasificarlos en No Catadores (NC) y Súper Catadores (SC), según sensibilidad.
 - b. Batería de test de selección a todos los candidatos (14 sesiones).
Para ello, se convoca a los candidatos voluntarios a la sala de cata, en horario convenido, a la realización de 1 sesión por semana, siendo de 2 a 3 al mes.
- 3) El análisis de los resultados, con programas estadísticos, obtener conclusiones y poder establecer si los candidatos categorizados como SC han conseguido superar el proceso de selección, y aquellos como NC han fallado en las pruebas, de modo que se prescindiría de ellos.



Capítulo 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA GENERAL

3.1.1. Organización

Con la finalidad de verificar la hipótesis inicial, el estudio debe ponerse en práctica con un grupo de candidatos que participen en todas las pruebas (tanto las habituales en el proceso de selección de jueces como la alternativa propuesta o test de PROP). Se tienen que convocar personas voluntarias que deben aceptar el colaborar con el estudio.

Una vez reunido el grupo (véase el apartado 3.1.2 (Selección de candidatos))3.1.2. Selección de candidatos, éstos acuden a una reunión de presentación, en la que se introduce el estudio realizado y sus objetivos, se detallan las tareas a realizar y se pactan horarios.

La parte práctica del trabajo consta de 15 sesiones repartidas a lo largo del curso académico, realizando 2 o 3 de ellas cada mes. Los horarios de cada sesión se tratan con los candidatos, proponiendo varias posibilidades a la semana para una misma sesión, haciendo así que cada persona pueda decidir a cuál de ellas acudir. De este modo, no teniendo tan sólo un horario de sesión, se amplía la asistencia, ya que es muy complicado coordinar un grupo grande para un trabajo voluntario.

Las pruebas se clasifican en 3 tipos (Tabla 3.1):

Tabla 3.1. Clasificación de las pruebas realizadas en este estudio.

Tipología	Pruebas	Comentarios
a) Alternativa propuesta	- Test de PROP	Se pretende clasificar a los candidatos en 3 categorías, según su sensibilidad gustativa.
b) Proceso tradicional de selección de jueces	- Detección, identificación, umbral de sabores. - Detección e identificación de aromas. - Test visual. - Ordenación y escala de texturas.	Realización de las pruebas habituales, para obtener resultados que se puedan comparar con la adjudicación de las categorías en (a)
c) Catas de alimentos	- Detección de diferencias entre concentraciones de sabores en muestras alimenticias.	Permiten comprobar la habilidad del juez para reconocer sabores en matrices complejas.

Tras hacer cada sesión, se recogen los resultados de las hojas de cata, para posteriormente hacer su estudio incluyendo análisis estadístico y poder sacar conclusiones.

Una vez hecha la prueba (a) y clasificados los candidatos en 3 grupos (véase 3.2.4), se agruparán los resultados de las siguientes pruebas (b) y (c) según la clasificación de los catadores, y se comprobará si hay una concordancia entre el tipo de catador y el éxito esperado en el resto de ensayos.

3.1.2. Selección de candidatos

Los candidatos han sido seleccionados por su motivación y voluntariedad para asistir al proyecto. Tras hacer una difusión de la propuesta de participación a más de 400 personas, 26 personas se han ofrecido como voluntarias para asistir al proceso.

No se ha hecho una selección más estricta debido al bajo número de participantes, que hace inviable la exclusión de alguno de ellos por motivos varios (fumador, capacidades sensoriales reducidas...).

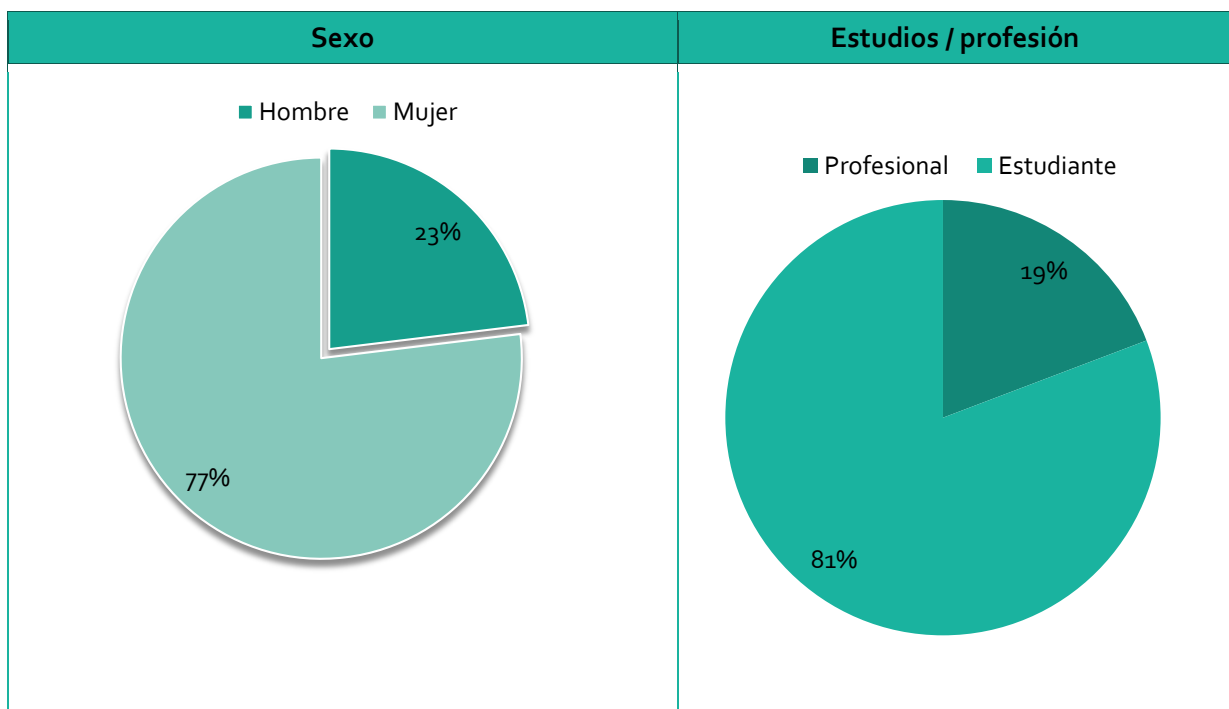
Cada uno de ellos, una vez aceptado, rellena una encuesta (véase el Anexo II) con sus datos personales e información necesaria para el desarrollo de las pruebas: alergias e intolerancias alimenticias, gustos y preferencias, hábitos (fumador, consumidor de café, etc.).

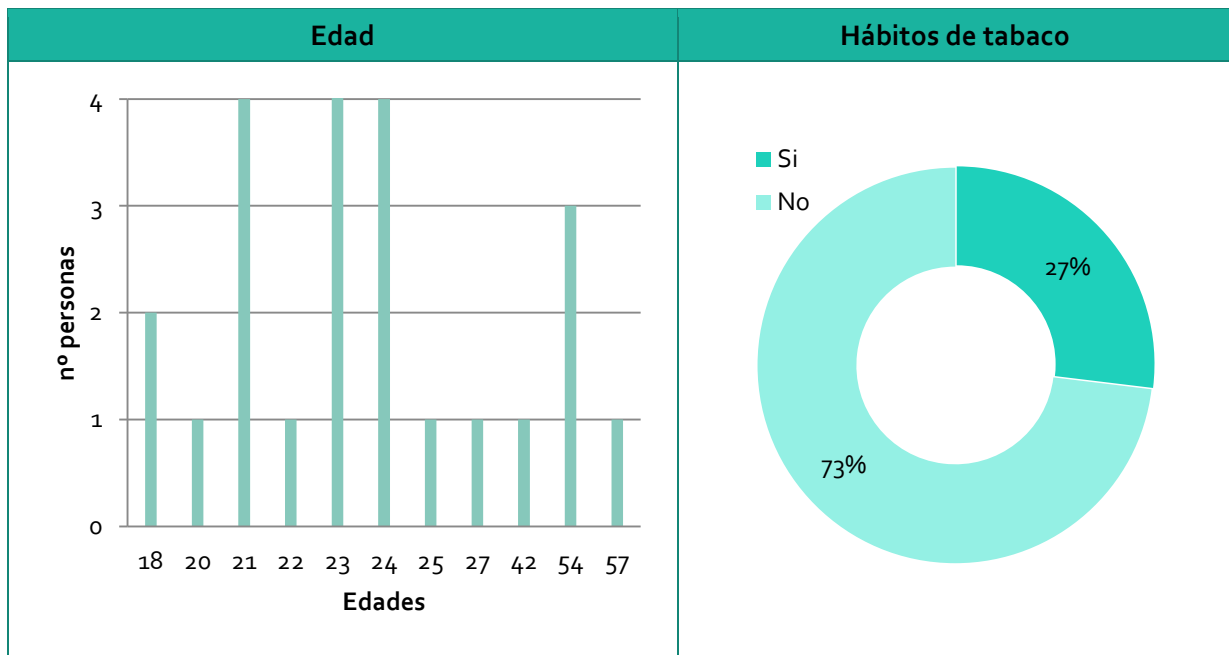
En cuanto a sus gustos alimentarios, se realiza una breve encuesta en la que se marcan los alimentos, de entre la siguiente lista, que disgustan a los candidatos. De este modo, se podrá relacionar los gustos con el tipo de catador (véase el apartado 4.2.2 (Relación entre la clasificación t los gustos alimenticios))

- Brócoli
- Coles de Bruselas
- Nabos
- Comida muy condimentada
- Café
- Té
- Sabor picante

A continuación (Tabla 3.2) se muestra un resumen de sus características:

Tabla 3.2. Características personales de los candidatos.





De entre los candidatos, 20 son mujeres (77%) y el resto hombres. Debido a que se trata de una actividad realizada en el ámbito universitario, el 81% son estudiantes del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, mientras que el 19% restante están en el mundo laboral, siendo 4 de los 5 de profesión administrativo. De todos los candidatos, 7 son fumadores habituales, y se comprometen a no fumar 1 hora antes de asistir a las catas.

3.1.3. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras para las pruebas estándar para un proceso de selección de jueces sensoriales han sido financiadas por el Departamento de Tecnología de Alimentos de ETSEA. Las sustancias a disolver son reactivo calidad análisis. Se ha utilizado sulfato de hierro pentahidratado, cafeína, ácido cítrico, glutamato monosódico (GMS) de la empresa Panreac, sacarosa y quinina de Scharlab y PROP de Sigma. El agua es filtrada con una jarra de 1 L (Brita®), para reducir las sustancias que pueden aportar sabor u olor al agua, como el cloro, la cal y ciertos metales (plomo y cobre).

Las muestras alimenticias han sido financiadas con capital propio, y adquiridas en los supermercados Mercadona, BonÀrea y PlusFresc.

La preparación de las disoluciones se realiza en el laboratorio anexo a la sala de cata, que tiene instrumental adecuado para la medida de la masa (balanzas analíticas) y del volumen (matraces aforados, probetas...), además de otros equipos necesarios como baños de agua, para mantener la temperatura de las muestras constante, ultrasonidos para disolver algunas sustancias, etc.

Las muestras se presentan siguiendo la Norma ISO 6658:2005(44) en lo que se refiere a:

- Cantidad: para muestras líquidas, un volumen inicial de 25 mL aproximadamente (los candidatos pueden repetir la cata tantas veces como deseen). Para muestras sólidas, cubos de 1,5 cm de lado.

- Recipiente: no afecta a la prueba ni al producto. Vasitos reciclables de plástico transparente, aptos para entrar en contacto con el alimento, libres de olor y contaminación.
- Temperatura: todas las muestras se presentan a temperatura ambiente.
- Soportes: para las muestras en las que necesitan un portador, tales como salsas o vinagretas, se usan tostadas de pan.
- Limpiadores del paladar: se usan entre muestras para eliminar la sensación de la muestra anterior y que ésta no influya en la siguiente. Se trata de palitos de pan duro sin sal.

Teniendo en cuenta que hay un total de 25 candidatos a juez, se preparan 1.000 mL de cada disolución o mezcla de ingredientes, de modo que haya suficiente para todas las sesiones y evitar repetir la preparación (que puede comportar una diferencia entre lotes de muestras, afectando al análisis de los resultados) en caso de errores, jueces que deseen más volumen de muestra para cerciorarse de sus percepciones, etc. Hasta el momento de su uso, las disoluciones son almacenadas en frascos tipo ISO y, si es necesario, en refrigeración.

3.1.4. Desarrollo de las pruebas

Las pruebas tienen lugar en la sala de catas de ETSEA, un local habilitado para ello, que da al candidato un entorno adecuado con las mínimas distracciones y las instalaciones adecuadas para la concentración y desarrollo de la prueba, intentando ajustarse a la Norma ISO 8589:2007 (7).

Las condiciones básicas de la sala de catas son:

- Situada cerca del área de preparación de muestras (laboratorio), de modo que se evitan transportes innecesarios, pero lo suficientemente separada para reducir interferencias de olores y ruidos.
- Las condiciones de humedad y temperatura son confortables para los catadores. La iluminación es uniforme.
- El color de las paredes, cabinas y mobiliario es gris claro, un color neutro que evita distracciones.
- Dispone de cabinas separadas para mantener la individualidad de las respuestas de los jueces, con espacio suficiente para la presentación de las muestras y la ficha de catas, una luz adicional y una pila utilizada como escupidera.

Los candidatos asisten a la sala a las horas convenidas, ubicándose en sendas cabinas e iniciando la prueba. Previamente han recibido un documento con las indicaciones básicas para la realización de todas las sesiones (véase Anexo I. Normas generales para realizar las pruebas), con recomendaciones tales como la puntualidad o la implicación, sugerencias sobre el método de probar las muestras, qué actitudes se pueden tener, etc.

Las muestras están sobre la mesa, agrupadas y listas para la prueba. Se etiquetan con un código de 3 cifras, que es el mismo para todas las muestras del mismo tipo. Los jueces tienen a su disposición la ficha de cata, que incluye los siguientes apartados para cada prueba:

- 1) Datos. Nombre del juez (identifica al catador, ya que los resultados deben ser individualizados y personalizados), día y hora en la que se realiza la sesión (para identificar posibles sesgos).
- 2) Fundamento. Explicación de la prueba, breve descripción de la disposición de las muestras presentadas y detalle de los objetivos.
- 3) Instrucciones. Enumeración de los pasos que se deben seguir para el desarrollo de la cata.
- 4) Respuestas. Tabla o ficha en la que el candidato anotará sus percepciones.
- 5) Comentarios. Espacio dedicado a las aportaciones que pueda hacer el catador en lo que al desarrollo de la prueba se refiere, a sus sensaciones o problemas que haya tenido.
- 6) Agradecimiento. Ya que participan de modo voluntario en el proyecto.

Posteriormente a la recogida de las fichas de cata, se realiza la limpieza de los recipientes y recogida del material.

3.1.5. Puntuación y análisis de los resultados

Con el objetivo de obtener unos datos apropiados para el análisis estadístico y la comparación entre grupos, todos los resultados de las pruebas se puntúan según la información que se necesita evaluar.

El análisis de los resultados se realiza con herramientas estadísticas usando:

- a) Hojas de cálculo: Microsoft Office Excel 2010.
 - Paquete complemento de Excel Multibase 2015 → Análisis de Componentes Principales (PCA)
- b) Software estadístico:
 - Statgraphics CenturionXVI → Análisis de Varianza Simple (ANOVA Simple)
→ Análisis discriminante.

El nivel de confianza con el que se realizan los análisis estadísticos es del 90,0%. Se ha escogido un error Tipo I de 0,10 porque se trata de un grupo de personas en las que es muy difícil eliminar totalmente una componente subjetiva o factores psicológicos difícilmente controlables, esperándose una variabilidad algo mayor que en otro tipo de estudio. Además, se trata de estudios de selección, los voluntarios no han recibido un entrenamiento previo en evaluación sensorial de los alimentos. Por lo tanto, será lógico que sus resultados sean menos homogéneos. Una vez seleccionados para formar el panel, recibirían una formación y entrenamiento, para poder aumentar el nivel de confianza de sus resultados a un 95,0%.

En el Anexo V se pueden ver todas las tablas de los análisis estadísticos realizados.

3.2. TEST DE PROP

3.2.1. Fundamento

El test de PROP utilizado se basa en la cata de NaCl y PROP en 3 concentraciones crecientes. Los candidatos cuantifican la intensidad de la percepción de su sabor en una escala lineal no estructurada conocida como escala LMS (*Labelled Magnitude Scale*) etiquetada en sus extremos (45). Se utilizan tres concentraciones para analizar las respuestas relativas tanto dentro de un sabor como entre ellos.

Existen otros test de PROP, pero los estudios actuales (45) respaldan más la opción escogida en este trabajo ante ellos, como:

- a) **Método Lawless** (46): Método en el que se prueba una única solución (por encima del umbral de percepción) de PROP. No permite conocer la diferencia entre MC y SC.
- b) **Método con 1 estándar**: Similar al actual, usando NaCl como estándar, disolución que se toma 1 única vez, para compararla con 5 soluciones de PROP de concentración creciente, usando bien escalas de 9 puntos o líneas de 15 cm.
Este método tiene un inconveniente, y es que la percepción del NaCl depende del grado de sensibilidad al PROP de la persona. Por esa razón, no es un estándar muy adecuado usado de esta manera, puesto que varía también según el tipo de catador.
- c) **Tiras de papel** (34): La disolución de PROP se impregna en tiras de papel de filtro. Es un método muy simple y rápido, pero que tiene varios inconvenientes. El primero de ellos es que algunos NC dieron MC, debido al picante que notaban en el papel. El segundo es que no tiene una referencia para comparar el valor de la percepción de la intensidad, con lo que puede conducir a diversos errores.

Uso de NaCl como estándar

El NaCl es usado como estándar para tener una referencia del método para puntuar cada catador, de modo que se puedan comparar los datos. Esto es debido a que, a pesar de que hay diferencias significativas en cuanto a la percepción del NaCl entre tipologías de catadores (34), si se hace un análisis completo de los resultados, teniéndolo en cuenta y analizando los gráficos y las relaciones entre NaCl-PROP a diversas concentraciones, puede usarse como referencia para la percepción del PROP(47).

Uso de escala LMS

La escala LMS es una línea horizontal de 15 cm con dos extremos (Imperceptible – El más alto imaginable) o *Green's Scale*, en la que el juez debe marcar su apreciación del estímulo. El uso de esta escala está respaldado por varios estudios, que demuestran que para el test PROP se puede usar y es igual de efectiva que otras (48),(49), y mejor que el uso de otras escalas en las que hay una etiqueta

de percepción (por ejemplo: "Muy intenso"), en las que aparece un efecto "tope", induciendo a error en los resultados del grupo SC, ya que lo colocan en dicho extremo pero reduciendo la puntuación de las otras disoluciones menos concentradas (47).

3.2.2. Obtención y preparación de las muestras

Se preparan las disoluciones de PROP y NaCl diluyendo estas sustancias en agua, a diferentes concentraciones, y se codifican con una cifra de 3 dígitos (Tabla 3.3)

Tabla 3.3. Concentraciones de las muestras del test de PROP.

Sustancia	Muestra	Código	Concentración	Concentración (g/L)
NaCl	3N	049	1 mol /L	58,440 g/L
	2N	758	0,01 mol/L	5,844 g/L
	1N	609	0,001 mol/L	0,584 g/L
PROP	3P	781	3,2 mmol/L	0,545 g/L
	2P	820	0,32 mmol/L	0,054 g/L
	1P	936	0,032 mmol/L	0,005 g/L

3.2.3. Desarrollo de la prueba

Las sustancias se presentan al candidato en orden creciente de intensidad, ya que ésta no afecta a los resultados (45). Las primeras muestras presentadas son la serie N (NaCl) (1N, 2N, 3N), para no producir una sensación demasiado desagradable al candidato. Además, esto permite evitar los efectos de contexto (si se prueba primero el PROP y se trata de un SC, el catador habrá percibido un estímulo tan fuerte que cualquier otro se verá afectado y percibido como no tan fuerte (47).

El juez debe rellenar la ficha de cata en su mesa (véase Anexo II), puntuando sus percepciones. Posteriormente, cata las muestras de la serie P (1P, 2P, 3P), descansando unos 45 segundos entre una y otra.

3.2.4. Puntuación y análisis de los resultados

Los resultados se obtienen a partir de 3 tipologías de gráficos que la intensidad de la percepción de ambas sustancias en las 3 concentraciones consecutivas.

Los valores que han marcado los jueces en la escala se recalculan para expresarlos en porcentaje (Ecuación 3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

$$\% = \frac{\text{Distancia entre marca al inicio de la escala}}{15 \text{ cm}} \cdot 100$$

Ecuación 3. Cálculo del % de intensidad de la percepción atribuido a cada muestra.

Clasificación de los candidatos según los resultados

Todos los candidatos serán clasificados en una de estas 3 categorías, dependiendo de las asignaciones de la intensidad de la percepción para cada disolución:

- a) No Catadores (NC): La asignación de la intensidad de la percepción en las disoluciones de NaCl aumenta con la concentración, mientras que las asignaciones de la intensidad para las disoluciones de PROP, a pesar de mostrar un ligero aumento, son menores que para las de NaCl.
- b) Catadores Medios (MC): la tendencia en la asignación de la intensidad percibida en las disoluciones de NaCl y PROP es similar, aumentando en ambas con la concentración.
- c) Súper Catadores (SC): Los valores de la intensidad de la percepción asignada al PROP son superiores a los asignados a las disoluciones de NaCl.

Según el tipo de gráfico, que se obtiene representando dichas asignaciones, al catador se le clasifica en una de las tres categorías. A continuación (Figura 3.1) se muestran los tres modelos de gráficos, con los que se comparan los que se obtienen de cada catador.

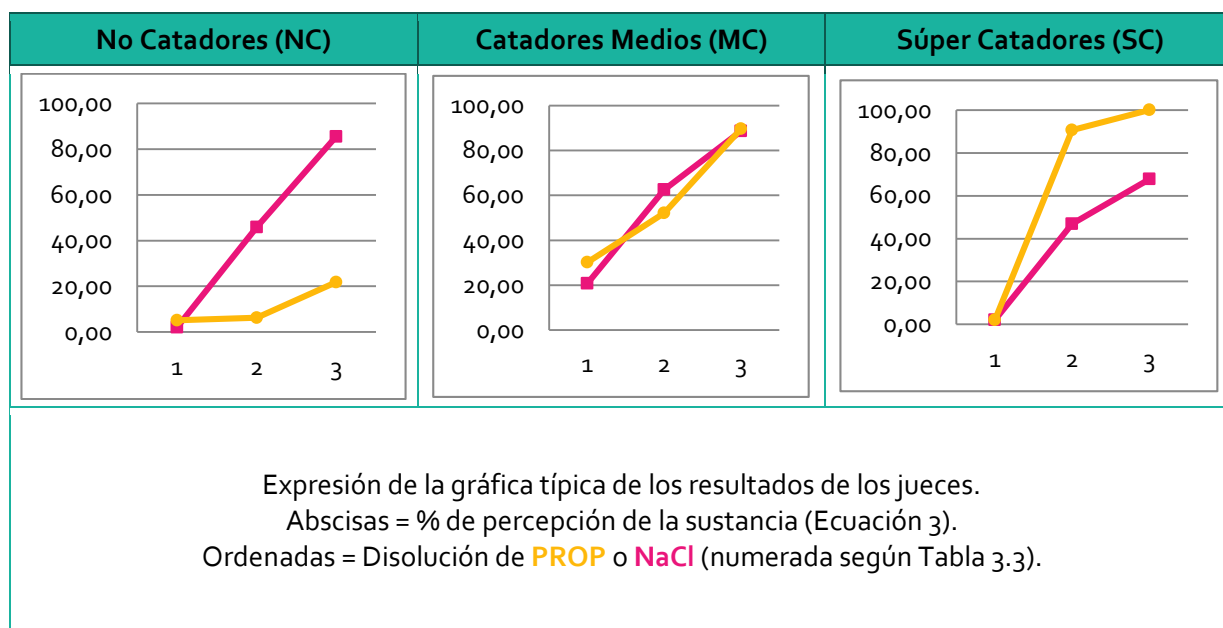


Figura 3.1. Gráficas modelo para clasificar a cada catador.

Una vez divididos en tres grupos, se realiza una comprobación mediante un test ANOVA multifactorial, para comprobar que existen diferencias significativas entre ellos, con tres factores Sustancia (NaCl/PROP) x Concentración (1/2/3) x Tipo catador (NC/MC/SC), con un nivel de confianza del 90%.

Los resultados que obtengan los candidatos en las pruebas posteriores serán analizados y comparados según estas 3 categorías.

3.3. EMPAREJAMIENTO DE SABORES

3.3.1. Fundamento

La prueba consiste en emparejar una serie de muestras según el sabor identificado por el juez. Los sabores que se analizan en este estudio son el salado, dulce, umami, ácido, amargo y metálico. Esta metodología, descrita en la Norma UNE-EN-ISO3972:2011 (44), (50), es una de las pruebas típicas que se realizan a los candidatos a jueces sensoriales en un proceso de selección estándar, permitiendo analizar la:

- Detección y discriminación de sabores: mediante el emparejamiento de las distintas soluciones entre ellas, relacionando sabores iguales.
- Identificación de sabores: el candidato debe indicar de qué sabor se trata.

En este estudio, se realiza la prueba de emparejamiento dos veces, una versión fácil (F), en la que las concentraciones de las sustancias son altas, y una más difícil (D), con concentraciones menores, para aquellos que consigan buena puntuación en la fase F.

3.3.2. Obtención y preparación de las muestras

Las 8 muestras necesarias (por duplicado, a diferentes concentraciones) se preparan con sustancias puras de dicho componente mezcladas con agua. En la siguiente tabla (Tabla 3.4), se recogen las concentraciones para cada sabor, así como los códigos empleados para realizar el test.

Tabla 3.4. Muestras para emparejamiento de sabores.

Sabor	Sustancia	Muestra	Concentración F (g/L)	Códigos		Muestra	Concentración D (g/L)	Códigos	
Salado	Cloruro sódico	F1	2,00	621	816	D1	1,00	168	421
Ácido	Ácido cítrico	F2	0,30	712	325	D2	0,15	329	217
Amargo	Cafeína	F3	0,3	832	063	D3	0,15	083	436
Umami	Glutamato monosódico	F4	0,6	147	914	D4	0,3	417	534
Dulce	Sacarosa ¹²	F5	10	650	425	D5	4	658	520
Astringente / Amargo	Sulfato de quinina	F6	0,25	156	961	D6	0,10	316	967
Metálico	Sulfato de Hierro pentahidratado	F7	0,01	687	274	D7	0,006	744	627
Neutro	Agua	F8	-	813	987	D8	-	189	853

¹² La muestra de sacarosa se debe de conservar en refrigeración para evitar posibles crecimientos microbianos.

3.3.3. Desarrollo de la prueba

La prueba es realizada en 2 sesiones, una para la fácil y otra para la difícil.

En ambas, se colocan las muestras en 2 filas paralelas de 8 muestras cada una (Figura 3.2), en órdenes diferentes y aleatorios cada una de ellas. El candidato deberá probar todas ellas, pudiendo volver a probarlas para asegurar su decisión. Entre muestras, se tomará un palito de pan o se enjuagará la boca con agua.

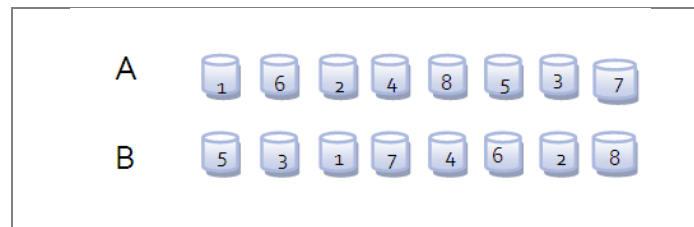


Figura 3.2. Ejemplo de distribución de las muestras para la prueba de emparejamiento.

Una vez hecho el emparejamiento, se anota en la ficha de cata, indicando, si es posible, el sabor identificado para cada par.

3.3.4. Puntuación y análisis de los resultados

Las respuestas de los jueces reciben dos puntuaciones (de 0 a 8):

- a) Discriminación de sabores:
 - 1 punto = 1 pareja bien relacionada
- b) Identificación:
 - 1 punto = sabor identificado correctamente
 - 0,5 puntos = sabor identificado de modo aproximado.
 - 0 puntos = respuesta en blanco o sabor identificado erróneamente.

Aquellas personas que obtienen una puntuación ≥ 6 en la prueba de detección, repiten la prueba en versión D, y se les aplican los mismos criterios de puntuación.

Una vez clasificados los resultados según sean de NC – MC – SC se realiza un análisis Multifactorial (ANOVA) en el que se pretende encontrar diferencias significativas con $\alpha=0,10$ entre los grupos, con los factores Tipo catador y Muestra.

Selección de jueces

Superan la prueba aquellos candidatos que hayan obtenido una puntuación igual o superior a 6 (de 8), es decir, que hayan tenido un 75% de aciertos en la detección de los sabores. Si fuera necesario, en caso de que muchos de ellos acierten dicho porcentaje, para ajustar más el número de catadores, de entre éstos se escogerá los que hayan obtenido una calificación de 4 o más puntos en la identificación de los sabores, un 50% de aciertos en esta categoría.

3.4. DETERMINACIÓN DE UMBRALES

3.4.1. Fundamento

La prueba de determinación de umbrales tiene como objetivo conocer qué concentración mínima de sustancia necesita el juez para tener una reacción, ya sea de detección, identificación o reconocimiento, diferencia y saturación (Consúltense en el apartado de Terminología).

Para realizar esta prueba, se presenta al catador una serie de 10 muestras (de concentraciones iguales o crecientes respecto a la anterior) de una sustancia determinada. Las respuestas del catador para cada una indican:

- La concentración a la que el catador detecta la sustancia.
- La concentración a la cual el catador sabe identificar de qué se trata de manera correcta.
- La capacidad del catador de distinguir entre concentraciones iguales o crecientes entre muestras.

3.4.2. Obtención y preparación de muestras

Las muestras se preparan mediante la dilución de las sustancias que aportan sabor en agua, a diferentes concentraciones, siguiendo la norma ISO 87003:1995 (50).

En la Tabla 3.5 vienen indicadas las secuencias empleadas para cada sabor, así como los códigos asignados para mostrar a los catadores.

Tabla 3.5. Concentraciones y códigos de las muestras para la prueba de umbrales.

Nº	A. Salado NaCl		B. Ácido Ácido cítrico		C. Umami GMS		D. Amargo Cafeína		E. Dulce Fructosa		F. Metálico Sulfato de hierro	
	g/L	Código	g/L	Código	g/L	Código	g/L	Código	g/L	Código	g/L	Código
10	2,00	164	0,60	281	1,00	461	0,22	182	12,00	571	0,06	182
9	1,40	725	0,48	239	0,70	527	0,22	932	7,20	122	0,042	932
8	1,40	346	0,38	436	0,49	643	0,17	634	4,32	037	0,029	634
7	0,98	194	0,38	174	0,49	491	0,14	471	4,32	284	0,029	471
6	0,69	258	0,31	256	0,34	852	0,14	651	2,59	655	0,020	651
5	0,48	639	0,25	619	0,24	936	0,11	916	1,56	736	0,014	916
4	0,34	027	0,25	027	0,24	720	0,09	720	0,94	987	0,010	720
3	0,24	183	0,20	819	0,17	381	0,09	918	0,94	308	0,008	912
2	0,24	928	0,16	294	0,12	829	0,07	492	0,55	179	0,008	492
1	0,16	110	0,13	103	0,09	011	0,06	301	0,34	390	0,005	301

Nótese que para cada serie hay dos concentraciones duplicadas, y el resto son crecientes respecto a la anterior.

3.4.3. Desarrollo de la prueba

La prueba es realizada en sesiones distintas, de modo que no haya una fatiga sensorial por el exceso de muestras. Por lo tanto, se catan 1 o 2 sabores cada vez, descansando un rato entre cada uno de ellos y enjuagando bien la boca con agua.

Para cada sustancia se realiza el mismo procedimiento. Se presentan las muestras en orden (de 1 a 10) de izquierda a derecha, de modo que la concentración aumenta. El juez debe probar cada muestra e indicar (según instrucciones de ficha de cata, Anexo II), para cada una:

- a) Percepción:
 - a. 0 = Si no detecta ningún sabor
 - b. 1 = Si detecta alguna cosa diferente al agua pero no sabe de qué se trata.
 - c. 2 = Si puede identificar el sabor. En ese caso, debe escribir qué sustancia o sabor percibe.
- b) Intensidad:
 - a. = = Si percibe la misma intensidad de sabor respecto a la anterior.
 - b. + = Si percibe un incremento en intensidad respecto a la anterior.



Figura 3.3. Presentación de las muestras para cada sabor.

El candidato entre cada una de las muestras debe enjuagarse la boca con agua o tomar un palito de pan, que elimina la percepción de la muestra anterior.

3.4.4. Puntuación y análisis de los resultados

Las respuestas de los jueces son analizadas de dos maneras distintas:

- a) Para la percepción, se estudia cuál ha sido la concentración a la cual el juez ha marcado:
 - 1= Umbral de detección
 - 2= Umbral de cuantificación.

Posteriormente, estas concentraciones se analizan con un análisis de la varianza (ANOVA) con $\alpha=0,10$, para poder determinar si existen diferencias entre grupos de catadores NC – MC – SC. De este modo se pretende conocer si aquellos con la categoría SC tienen umbrales menores que el resto.

b) Para la discriminación de intensidades, se puntúa según si el catador ha acertado al indicar cómo es la concentración respecto a la anterior de la siguiente manera:

- 2 puntos = Acierta las 2 concentraciones que son iguales.
- 1 punto = Acierta una de las concentraciones iguales.
- 0 puntos = Falla las 2.

Para cada catador, se sumarán los puntos y se realizará un análisis de varianzas (ANOVA) para comprobar si los SC tienen de manera significativa un número mayor de aciertos.

Selección de jueces

Los jueces pueden ser seleccionados en base a un sabor (para el cual son muy sensibles, y por lo tanto, adecuados para determinados alimentos, según la empresa) o en base al conjunto de sabores:

Para un sabor: superan la prueba aquellos que tengan un umbral de detección inferior o igual a la concentración de la muestra 3 (véase Tabla 3.5), un umbral de identificación inferior o igual al de la muestra 6, y acierten los 2 pares de muestras iguales.

3.5. TEST DE ISHIHARA

3.5.1. Fundamentos de la prueba

El test de Ishihara (51) es una de las pruebas más usadas para detectar anomalías en la visión del color. El test consta de 38 imágenes, cada una de ellas está elaborada a partir de un conjunto de círculos coloreados con tonos distintos y de diferentes diámetros, que están distribuidos de modo que:

- En 25 de las imágenes, se pueden reconocer caracteres numéricos sobre un fondo coloreado.
- En 13 imágenes (destinadas a analfabetos), se pueden ver trazos sinuosos para el reconocimiento.

Estos símbolos a reconocer están coloreados con colores que pueden ser confundidos con los del fondo, de modo que el sujeto puede:

- a) Reconocer el símbolo.
- b) No distinguir todo o una parte del símbolo.
- c) Detectar algún objeto no distinguible para aquellos con normovisión.

Esto es debido a que hay 4 tipos de diseños diferentes:

- a) Desvanecimiento = Sólo los sujetos con una buena visión del color podrán ver el símbolo.
- b) Transformación = Las personas que no distinguen los colores (daltónicos) verán un signo diferente que aquellas que no tienen ninguna dificultad ocular.
- c) Dígito escondido = Sólo los sujetos daltónicos verán un símbolo. Si se tiene una buena percepción del color, no se verá nada.
- d) De clasificación = Sirve para distinguir entre daltónicos de verde y rojo.

3.5.2. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras en este caso son cartulinas en las que están impresas las figuras que el juez deberá identificar.

Se han descargado las imágenes de una página web de difusión de información sobre personas daltónicas, y se han impreso en copistería con tintas CMYK (Cian, Magenta, Amarillo y Negro). También se ha pasado el test por Internet para aquellos que lo desean hacer de este modo.

3.5.3. Desarrollo de la prueba

Para la prueba se presentan al candidato las 25 figuras de las que consta el test (Anexo III) y con la luz adecuada de la sala de catas éstos pasan a observarlas y anotar los resultados en una ficha.

3.5.4. Análisis de los resultados.

Los números que han visto los candidatos, y que escriben en la hoja de respuestas son los que servirán para clasificarlos en una de las siguientes categorías (en la Figura 3.4 se puede ver un ejemplo de lo que vería una persona con cada tipo de problema):

- Normovisión = Capacidad de ver y distinguir todos los colores. Ningún problema para la visión cromática.
- Discromatopsia = Cualquier alteración en la visión de los colores (congénita o adquirida).
- Dicromatopía = Deficiencia de las personas que sólo tienen dos tipos de conos (de longitud de onda corta o media), comparados con las personas que tienen normovisión, que poseen los tres tipos de conos.
 - Protanopia = Deficiencia visual del color rojo, incapaz de distinguirlo del verde. Tiene además una pérdida de la percepción de la luminancia y cambios de tonalidad en las longitudes cortas.
 - Deuteranopia = Deficiencia en la visión del color verde, que es incapaz de distinguir del rojo, pero en este caso ni tiene pérdida de la luminancia ni cambios tonales.
- Tritanopia = Deficiencia asociada a la percepción del azul y amarillo. Algunos también tienen carencias en otros aspectos con la percepción de la luminancia y cambios de las tonalidades en longitudes de onda largas.

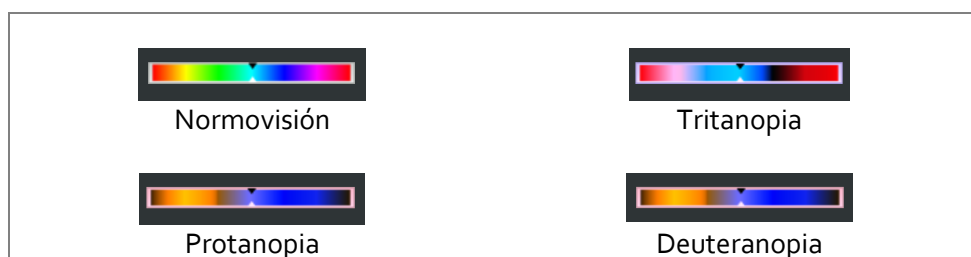


Figura 3.4. Espectros de visión de los diferentes tipos de capacidades cromáticas en las personas

En la Tabla 3.6, podemos ver cómo se clasifican los candidatos según sus respuestas:

Tabla 3.6. Respuestas para clasificar según la capacidad de visión cromática.

Nº lámina	Normovisión	Dicromatopia	Nº lámina	Normovisión	Dicromatopia	
1	12	12	14	5	X	
2	8	3	15	7	X	
3	6	5	16	16	X	
4	29	70	17	73	X	
5	57	35	18	X	X	
6	45	2	19	X	x	
7	5	5	20	X	45	
8	3	17	21	X	73	
9	15	21			Protan	Deutan
10	74	X	22	26	6	2
11	2	X	23	42	2	4
12	6	X	24	35	5	3
13	97	X	25	96	6	9

Selección de jueces

Superan la prueba aquellos candidatos que tengan normovisión.

3.6. PERCEPCIÓN DE TEXTURA Y USO DE ESCALAS

3.6.1. Fundamento de la prueba

En esta prueba se estudiarán dos capacidades diferentes:

a) Percepción de la textura: A partir de las indicaciones de la Norma ISO 87025 (6), se pretende determinar si los candidatos son capaces de identificar tres atributos texturales en alimentos diferentes, a partir de unas descripciones e indicaciones previas, para poder determinar si los candidatos pueden identificar incrementos en dichos atributos ordenándolos en orden creciente.

Los atributos que se estudian son: dureza, viscosidad y gomosidad (para su definición, consúltese el apartado Atributos organolépticos en la Terminología)

b) Uso de escalas: La ordenación de las muestras se realiza en una línea de 10 cm en la que los candidatos deben hacer un trazo en el punto donde consideran que se encuentra cada muestra, en relación a las otras, teniendo en cuenta en la ordenación que el candidato habrá colocado en los extremos inferior y superior las muestras extremas. La capacidad para usar escalas únicamente se estudia en las dos muestras centrales.

3.6.2. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras se han preparado siguiendo algunas de las indicaciones y ejemplos de la Norma UNE 8706 (6).

Dureza

La percepción de la dureza es evaluada con manzanas de dos variedades distintas. Para conocer su dureza analíticamente, se ha medido con un penetrómetro la fuerza necesaria para penetrarlo con una punta. En la siguiente Tabla 3.7 se muestra la fuerza usada para cada variedad (relacionada con la dureza):

Tabla 3.7. Dureza de las manzanas (presión ejercida con un penetrómetro).

Variedad de manzana	Presión (kg/cm ²)
Reineta	3,5
Gala	7-8

Para presentar las muestras, se han pelado las manzanas y se han cortado en piezas de 2 cm³ aproximadamente.

Gomosidad

Para estudiar el atributo de gomosidad, se emplea como muestra la gelatina, ya que en la Norma hay un ejemplo elaborado con agua y harina. En este caso se ha usado gelatina (Hacendado, Mercadona) para sustituir la harina, de modo que proporciona al producto un sabor más agradable al paladar de los catadores. Como hay 4 muestras de distinta gomosidad, se hacen 4 preparaciones con cantidades diferentes (Tabla 3.8)

La elaboración consiste en:

- 1) Calentar A mL de agua, hasta que arranque a hervir.
- 2) Añadir B g de gelatina y remover hasta su completa disolución.
- 3) Incorporar C mL de agua fría, homogeneizando bien.
- 4) Dejar reposar en los vasitos que se sirven a los jueces, en refrigeración durante al menos 3h.

Tabla 3.8. Elaboración de las muestras de gelatina.

Orden creciente	Código	% de gelatina	A (mL de agua)	B (g de gelatina)	C (mL agua fría)
1	147	14	10·X	2,8·X	10·X
2	719	17	10·X	3,4·X	10·X
3	204	20	10·X	4,0·X	10·X
4	923	23	10·X	4,6·X	10·X

En la Tabla, el (·x) significa que se debe multiplicar por el número de muestras deseadas, dependiendo del número de personas que atiendan a hacer cada sesión. Por ejemplo, si se trata de 10 personas, se necesitan entre 200 y 250 g de gelatina (cada persona tendrá una muestra de 20 a 25g). Por lo tanto, se deberán multiplicar los números de la tabla por 10.

Viscosidad

La habilidad para identificar distintos grados de viscosidad se ha estudiado en los catadores mediante muestras de una masa de chocolate. La masa se ha elaborado con cacao (Valor, PlusFresc), leche de avena (Yosoy, PlusFresc) y cereales en polvo instantáneos (Nestlé, PlusFresc).

La elaboración consiste en:

- 1) Mezclar 250 mL de leche con 450 mL de agua.
- 2) Añadir 30 g de cacao en polvo.
- 3) Añadir una cantidad de X g cereales en polvo (véase Tabla 3.9), para darle diferentes grados de viscosidad a la masa.
- 4) Triturar bien con una batidora.

Tabla 3.9. Muestras para la prueba de viscosidad. Códigos y porcentajes de ingredientes.

Muestra	Código	% de papilla	X Cantidad de papilla añadida (g)
1V	416	12,0	100
2V	291	13,2	11
3V	741	14,6	125
4V	573	17,0	150

Una vez elaborada, se colocan unos 20 o 25 g de muestra en vasos de plástico codificados.

3.6.3. Desarrollo de la prueba

La prueba se realiza en una sesión diferente para cada atributo de textura. En cada sesión, se presentan al candidato las 4 o 2 muestras desordenadas aleatoriamente, con sus correspondientes códigos.

El candidato deberá probar las muestras tal y como se le indica en la ficha cata (Anexo II), para poder percibir el atributo de textura correspondiente. Además, se le proporciona una definición de dicho atributo, para facilitarle su identificación.

Se pide al candidato que coloque la muestra a la que atribuye menos intensidad del atributo estudiado en el extremo izquierdo de la línea, y la de mayor intensidad en el derecho (Véase Figura 3.5 para mayor comprensión).

Posteriormente, habiendo identificado el orden creciente de las muestras, deberá trazar una línea para las muestras que ocupen los lugares 2 y 3, que se encuentran entre los extremos ya identificados anteriormente. Esta línea debe representar la proximidad del atributo respecto uno u otro extremo, es decir, la línea es una escala de intensidad. Deberá escribir el código de cada muestra debajo del trazo para comprobar que el orden sea correcto.

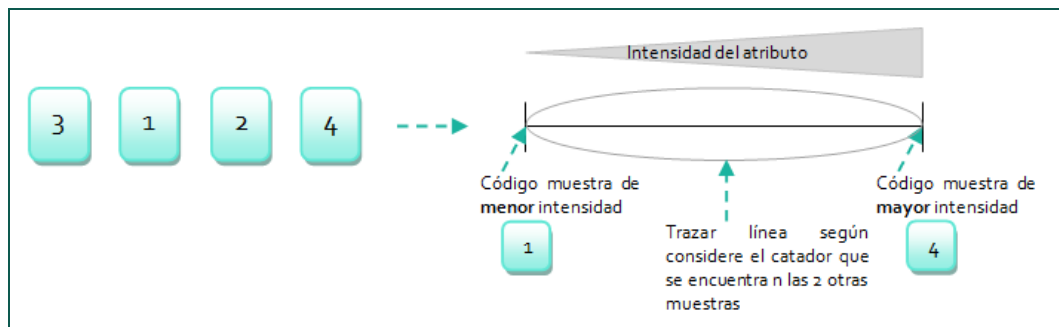


Figura 3.5. Diseño de la prueba de atributos texturales.

Siempre, entre muestra y muestra, el candidato deberá tomar agua para limpiar el paladar.

3.6.4. Puntuación y análisis de los resultados

Percepción de textura

Para puntuar la capacidad que tiene el candidato para percibir un atributo textural, de identificarlo a partir de unas indicaciones y de poder comparar distintas muestras, se estudia el orden en el que coloca dichas muestras, ya que si acierta en el orden, implica que ha reconocido el atributo que se le pide y que ha podido establecer diferencias de intensidad del mismo.

Para eso, se otorgan un nº determinado de puntos según el número de veces que altere el orden de las muestras:

- 3 puntos = Acierta el orden de todas las muestras.
- 2 puntos = Acierta los extremos pero sin embargo altera el orden de las muestras centrales.
- 1 punto = Falla en la colocación de 1 extremo.
- 0 puntos = Falla en la colocación de los 2 extremos.

Para analizar estos datos, se realiza un ANOVA multifactorial, en el que la variable es la puntuación y el factor es el tipo de catador (NC/MC/SC), para conocer si hay diferencias significativas (con un nivel de confianza del 90,0%, $\alpha=0,10$) entre los grupos.

Selección de jueces

Superarán la prueba de ordenación aquellos jueces que hayan obtenido 3 puntos, es decir, que acierten el orden o únicamente alteran el orden de las muestras centrales.

Uso de escalas

Para estudiar la capacidad en el uso de escalas, se mide la distancia (mm) que hay entre el emplazamiento teórico (ya que se puede conocer, según las relaciones que hay entre los distintos porcentajes de ingredientes o en la escala de la dureza, donde se emplaza la muestra dentro de la escala) de la línea para dicha muestra, con el trazo que ha realizado el catador para la misma muestra.

Para la prueba de dureza en manzanas, se tiene en cuenta el modo en el que el catador ha dispuesto las manzanas en la línea: el espacio que ha dejado entre ellas, correspondiente a la diferencia que percibe entre ellas, y el espacio hasta los límites superior e inferior, que es en el que considera posible encontrar manzanas con una dureza menor o mayor a las catadas. La capacidad de percepción de la dureza se estudia de manera cualitativa, ya que no se han encontrado 4 manzanas de dureza creciente, con lo que no se pueden establecer los extremos de la escala. Por esta razón, se evalúa: la separación entre muestras, la distancia a los extremos de la escala y la proporción de dureza relativa asignada según el juez (cuántas veces es más dura una manzana respecto a la otra).

Para el análisis de los datos, se realiza un ANOVA multifactorial, en el que la variable es la distancia entre los dos trazos (teórico – anotado por catador), y el factor es el tipo de catador (NC/MC/SC), para comprobar si el grupo NC tiene mayor error que el de SC o MC, es decir, si la diferencia es significativa entre ellos (se estudia con un 90,0% de confianza, $\alpha=0,10$).

Selección de jueces

Superarán la prueba los jueces que más se ajusten al punto exacto, es decir, los que tengan una menor desviación respecto al trazo teórico para las muestras. Serán aquellos que tengan una desviación total (suma de las 4 desviaciones posibles) inferior a 45 mm, equivalente a una media de unos 12,5 mm de diferencia respecto a la original en cada una de ellas.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE AROMA

3.7.1. Fundamento de la prueba

Esta prueba tiene como objetivo estudiar la capacidad de identificación de aromas de cada aspirante a juez. Se presentan al candidato unos tarros pequeños que contienen una sustancia olorosa que recuerda a un alimento (fruta, especia), planta (aromática o para infundir) u otro (ahumado, desagradables...).

La habilidad de los jueces no sólo es la de detectar dicho aroma (según su sensibilidad nasal, podrá oler la sustancia o no), sino que también debe identificar de qué se trata, debe tener memoria sensorial, recordando en qué momento ha percibido el aroma y con qué alimento o compuesto lo relaciona.

3.7.2. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras se han seleccionado de un Kit de Aromas para el entrenamiento de catadores expertos de vino (*Le nez du vin*) entre 52 sustancias diferentes (contenidas en un tarro pequeño de vidrio con doble tapón (hermético de plástico y de rosca), se han escogido 10, atendiendo a diferentes criterios: relación con los 9 aromas básicos, probabilidad de que estén presentes en alimentos, probabilidad de ser identificada, importancia que pueda tener al evaluar muestras.

Las muestras no necesitan ningún tipo de preparación previa, únicamente destapar el frasco.

3.7.3. Desarrollo de la prueba

Para realizar la prueba se indican las instrucciones al catador (Anexo II): Destapar el tarro que contiene la sustancia aromática e inspirar fuerte, manteniendo durante unos segundos. También se puede hacer pantalla con la mano, de modo que queden concentrados los aromas en la zona de delante de la nariz. La técnica recomendada es la de hacer rápidas y breves inspiraciones para conseguir la entrada de las sustancias odoríferas y asegurar el contacto de las moléculas con las células sensoriales.

Los tarros se van pasando de un catador a otro secuencialmente, hasta que todos los candidatos han experimentado con cada uno, siempre descansando entre muestras para no saturar el sentido del olfato.

3.7.4. Puntuación y análisis de los resultados

Según las respuestas escritas en la ficha de cata, se otorga una puntuación para cada aroma, siendo:

- 1 punto = Es capaz de identificar el aroma.
- 0,5 puntos = El candidato tiene una ligera idea del origen del aroma: indica un alimento o compuesto relacionado con él, o bien señala un momento o situación que le recuerda a la percepción de tal sustancia.
- 0 puntos = El candidato es incapaz de identificar el aroma.

El análisis se hará: por separado para cada aroma (para ver si hay diferencias entre catadores para cada aroma, con un ANOVA simple), y para el conjunto de aromas (para ello se sumarán todos los puntos de cada catador y se hará un análisis de la puntuación total según tipo de catador, con un ANOVA con el factor "Tipo de catador"), con un nivel de significación del 90,0%.

Selección de jueces

Se consideran "Aptos" aquellos jueces que obtengan una puntuación total igual o superior a 6.

3.8. DISCRIMINACIÓN DE SABORES EN ALIMENTOS

3.8.1. Fundamento de la prueba

En este conjunto de pruebas se pretende investigar la destreza de los jueces para evaluar alimentos, centrándose únicamente en un atributo de gusto.

Se diferencia de los ensayos anteriores¹³ en que en este caso, no se usan sustancias aisladas disueltas en agua o etanol, sino que se preparan matrices alimentarias base (mismos ingrediente y tipo de preparación), añadiendo el componente que da el sabor que se desea estudiar en diferentes proporciones.

¹³ Excepto el de perfil textural, pero en este caso, se trataba de una prueba en la que se podía escoger entre una masa tipo o un alimento, y se ha seleccionado esta última por ser más atractiva.

Lo que se quiere determinar es si la capacidad del juez no sólo se centra en detectar o identificar un sabor en disoluciones, sino que también es capaz de hacerlo en alimentos, habilidad que realmente interesa a las empresas de productos alimenticios.

Para ello se realizan 6 pruebas triangulares (3 muestras de las cuales 2 son iguales y 1 diferente, y hay que indicar esta última), y para la evaluación se emplea el método propuesto por Wittes y Turk (1968), en el cual se acepta o rechaza un catador según el número de aciertos para cada número de triangulares, calculando la habilidad discriminatoria de cada catador y relacionándola con el que la tiene más alta (véase Ecuación 4):

$$N_4 = N_3 - N_2$$

- N_2 = Mayor número de aciertos obtenidos
- N_3 = Aciertos del catador evaluado
- N_4 = Habilidad discriminatoria del juez

Ecuación 4. Método de cálculo de la habilidad discriminatoria del juez para un determinado número de pruebas triangulares.

Más adelante veremos una tabla en la que se facilitan estos cálculos. Con este método, se pueden reducir el número de pruebas triangulares necesarias (9).

3.8.2. Obtención y preparación de las muestras

Salado

Para evaluar la capacidad de discriminación para el sabor salado se realiza la prueba con puré de patatas (Nomen, Mercadona). La elaboración se realiza siguiendo las instrucciones de la caja del envase, pero sin la adición de sal. Ésta será posterior, en diferentes proporciones, para poder tener las muestras con distintos contenidos de sal que los jueces puedan discriminar en las pruebas.

El procedimiento es el siguiente:

- 1) Verter en un cazo A mL de agua y B mL de leche (Yosoy, Plusfresc).
- 2) Retirar el cazo del fuego.
- 3) Verter suavemente y de una sola vez, C g de puré instantáneo deshidratado.
- 4) Dejar reposar unos segundos y remover hasta conseguir un puré fino.

Las cantidades de cada ingrediente, así como los códigos de las muestras y las distintas cantidades de sal, se presentan en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Cantidades de ingredientes para preparar las muestras de puré de patata.

Muestra	g de sal / 100 g puré	A (mL de agua)	B (mL de leche)	C (g de puré deshidratado)
A	4	15·x	8·x	3·x
B	6	15·x	8·x	3·x
C	9	15·x	8·x	3·x

En la Tabla, el (·x) significa que se debe multiplicar el número por la cantidad de muestras deseadas, dependiendo del número de personas que atiendan a hacer cada sesión. Por ejemplo, si se trata de 10 personas, se necesitan entre 200 y 250 g de puré (cada persona tendrá una muestra de 20 a 25g). Por lo tanto, se deberán multiplicar los números de la tabla por 10. La sal se añade en la masa de puré resultante, para tener la cantidad correspondiente por 100 gramos de puré.

En la Tabla 3.11, se muestran los códigos asignados a cada muestra, así como el orden de presentación al candidato que hace la prueba.

Tabla 3.11. Códigos asignados a las muestras de puré con diferentes cantidades de sal.

Muestra	Códigos
A	165 – 199 – 401 – 234 – 281 – 512
B	138 – 439 – 418 – 380 – 379 – 695
C	231 – 561 – 593 – 321 – 600 – 669

Dulce

Para investigar la sensibilidad al dulce en muestras alimentarias se emplea un bizcocho, elaborado con la misma base (tipo y cantidad de ingredientes), pero con diferentes proporciones de azúcar.

La preparación se hace de la siguiente manera:

- 1) Incorporar en un bol todos los ingredientes (excepto el azúcar). Se añade la harina, la levadura, la leche, el aceite y los huevos (Las cantidades vienen recogidas en la Tabla 3.12)
- 2) Batir con una amasadora automática hasta que adquiere una textura viscosa y sin grumos.
- 3) Separar la masa a partes iguales en 3 recipientes.
- 4) Incorporar a cada uno de ellos la cantidad de azúcar correspondiente para conseguir el % deseado.
- 5) Mezclar hasta que quede una masa homogénea.
- 6) Introducir en un horno precalentado a 180°C durante 35 minutos.

Tabla 3.12. Cantidades de ingredientes para la elaboración de bizcocho.

Muestra	Harina (g)	Levadura (g)	Leche (mL)	Aceite (mL)	Huevos (unidades)	Azúcar (g)	Azúcar (g/100g)
A	300	10	200	80	4	250	23
B	300	10	200	80	4	280	25
C	300	10	200	80	4	320	28

En la Tabla 3.13, se muestran los códigos asignados a cada muestra, así como el orden de presentación al candidato que hace la prueba.

Tabla 3.13. Códigos asignados a las muestras de bizcocho con diferentes cantidades de azúcar.

Muestra	Códigos
A	165 – 199 – 401 – 234 – 281 – 512
B	138 – 439 – 418 – 380 – 379 – 695
C	231 – 561 – 593 – 321 – 600 – 669

3.8.3. Desarrollo de la prueba

Se trata de una prueba triangular, por lo tanto, tal y como se ve en la Tabla 3.14 se presentan al candidato 6 grupos de 3 muestras cada uno. En cada uno de ellos, hay 2 muestras iguales y 1 diferente.

Tabla 3.14. Orden de presentación de las muestras para cada prueba triangular

Salado				Dulce			
Triangular	Muestra	Muestra	Muestra	Triangular	Muestra	Muestra	Muestra
1	A	B	A	1	A	A	B
2	A	A	C	2	C	A	A
3	B	C	B	3	C	B	B
4	A	B	B	4	B	A	B
5	C	C	A	5	A	C	C
6	B	C	C	6	C	B	C

Las diferencias entre las muestras varían según el grupo, de tal forma que puede haber diversas magnitudes de diferencias (pequeñas, medianas y grandes). En la Tabla 3.15 se hace un resumen de las muestras entregadas, exponiendo qué diferencias existen entre ellas en cada grupo.

Tabla 3.15. Diferencias entre las muestras de las pruebas triangulares.

Triangular	Secuencia	Tipo de diferencia	Valor de la diferencia entre muestras	
			Salado	Dulce
1 y 4	AAB – ABB	Pequeña	2g sal /100 g	2 g azúcar /100 g
2 y 5	AAC – ACC	Grande	5 g sal /100 g	5 g azúcar /100 g
3 y 6	BBC – BCC	Mediana	3 g sal/100 g	3 g azúcar /100 g

Se le presentan al candidato los 6 grupos de triangulares (en la Figura 3.6 se muestra un ejemplo de distribución y presentación), y se le da la ficha de cata (Anexo II) con las instrucciones. Consiste en ir probando, por grupos, muestra a muestra, para identificar cuál de las dos es diferente (mayor o menor contenido de un determinado ingrediente, con respecto a las otras dos, que son iguales).

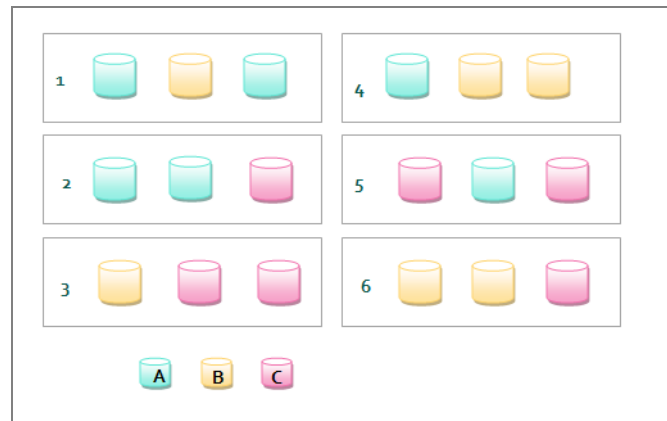


Figura 3.6. Ejemplo de diseño y presentación de las 6 pruebas triangulares para la diferenciación de sabor salado y dulce.

El candidato debe indicar el código de la muestra que percibe distinta, y si lo desea, puede indicar el motivo de dicha decisión (mayor o menor intensidad del sabor dulce o salado).

3.8.4. Puntuación y análisis de los resultados

Una vez realizada la prueba, se comprueba si el candidato acierta en la elección de la muestra diferente. Se asigna una puntuación a cada triangular, y con un máximo de 6 aciertos para cada sabor:

- 1 punto = Acierta la prueba triangular. El candidato indica correctamente la muestra distinta.
- 0 puntos = Falla la prueba triangular. El candidato indica erróneamente la muestra distinta.

Tras el recuento, se procede a la suma de los aciertos. Para el análisis de datos, se considerarán diferentes parámetros:

- a) Puntuación según tipo de diferencia (pequeña, mediana o grande).
- b) Puntuación total conseguida para cada sabor (dulce o salado).
- c) Puntuación total en ambas pruebas (dulce y salado).

Se realiza un ANOVA para cada parámetro (a, b, c), teniendo como factor el "Tipo de catador" y con un nivel de significación del 90,0%.

Selección de jueces

Para la selección de jueces se tiene en cuenta el método elaborado y descrito por D. Basker (9). Para ello, se usa la Tabla 3.16 que tiene en cuenta el número de pruebas triangulares realizadas y el nivel de significación deseado.

Tabla 3.16. Número de aciertos mínimos para la selección de jueces según D. Basker, en función del número de pruebas triangulares (N₁) y el nivel de probabilidad.

N ₁	Niveles de probabilidad						
	25	20	10	5	1	0'5	0'1
1	—	—	—	—	—	—	—
2	2	2	2	—	—	—	—
3	2	2	3	3	—	—	—
4	3	3	3	4	4	4	—
5	3	3	3	4	5	5	5
6	3	3	4	4	5	5	6
7	3	3	4	4	5	6	7
8	3	3	4	5	6	6	7
9	3	4	4	5	6	6	7
10	3	4	4	5	6	7	7
11	4	4	5	5	7	7	8
12	4	4	5	5	7	7	8
13	4	4	5	6	7	8	8
14	4	4	5	6	7	8	9
15	4	4	5	6	7	8	9
16	4	4	5	6	8	8	9
17	4	4	5	6	8	8	10
18	4	5	6	6	8	9	10
19	4	5	6	7	8	9	10
20	4	5	6	7	9	9	10

Para 6 pruebas triangulares y un nivel de probabilidad del 10%, vemos que se necesitan al menos 4 aciertos para superar la prueba. Por lo tanto, se seleccionarán aquellos jueces que tengan un mínimo de 4 puntos obtenidos (para cada sabor, dulce y salado).

3.9. DISCRIMINACIÓN DE PERFIL GRASO

3.9.1. Fundamento de la prueba

Esta prueba pretende estudiar la capacidad de los candidatos para distinguir entre perfiles grasos o concentraciones de grasa o aceite diferentes entre las muestras.

Como se ha visto en artículos citados anteriormente (en el apartado 1.4.2 (Test de PROP)), los SC tienen tendencia a discriminar entre productos con diferencias en el contenido de aceite de entre 40-10%. En esta prueba de ordenación de diferentes muestras con % de aceite diferentes, hay dos versiones, la fácil, en la que las diferencias en las muestras son grandes, basadas en los estudios anteriores, y la versión difícil, en la que las diferencias son menores, para comprobar que dicha capacidad puede aplicarse a variaciones menores en 1 producto, más útil en el análisis sensorial.

3.9.2. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras se basan en una receta de salsa para fajitas, se elaboran a partir de una salsa base hecha de pimiento rojo y cebolla asados en horno, a la cual se le añaden distintas cantidades de aceite (Borges Oliva Virgen Extra, Mercadona), para tener los porcentajes crecientes de contenido graso.

La Tabla 3.17 muestra las cantidades de cada ingrediente necesarias para elaborar todas las salsas, tanto en la versión fácil como difícil.

Tabla 3.17. Ingredientes y códigos para la elaboración de las muestras para la discriminación del perfil graso.

Nº muestra	Código	% Aceite	g salsa base	g aceite	Nº muestra	Código	% Aceite	g salsa base	g aceite
1F	721	0	500	0	1D	901	5	480	20
2F	852	10	460	40	2D	357	10	460	40
3F	168	25	400	100	3D	913	15	440	60
4F	349	40	340	160	4D	758	20	420	80

Versión fácil (F), Versión difícil (D)

Una vez preparadas, las muestras se guardan en refrigeración hasta el momento de su utilización.

3.9.3. Desarrollo de la prueba

La prueba consiste en la presentación de las 4 muestras de manera desordenada (aleatoriamente).

Los candidatos, según las indicaciones de la ficha de cata, deberán probar cada una de las muestras (gracias a una cuchara que se les proporciona), tomando un limpiador del paladar (agua o palito), entre cada toma.

Tras probarlas, deberán escribir los códigos de cada muestra ordenándolas según una concentración creciente de contenido en aceite.

3.9.4. Puntuación y análisis de los resultados

Para puntuar las respuestas de los catadores, se otorgan un nº determinado de puntos según el número de veces que altere el orden de las muestras:

- 3 puntos = Acierta el orden de todas las muestras.
- 2 puntos = Acierta los extremos pero sin embargo altera el orden de las muestras centrales.
- 1 punto = Falla en la colocación de 1 extremo.
- 0 puntos = Falla en la colocación de los 2 extremos.

Para analizar estos datos, se realiza un ANOVA multifactorial, en el que la variable es la puntuación y el factor es el tipo de catador (NC/MC/SC), para conocer si hay diferencias significativas (con un nivel de confianza del 90,0%, $\alpha=0,10$) entre los grupos.

Selección de jueces

La prueba la superan aquellos jueces que hayan obtenido un mínimo de 4 puntos en las dos pruebas (versión fácil y versión difícil), con un mínimo de 2 aciertos en cada una de ellas (por ejemplo si hubieren obtenido 3-1).

Capítulo 4. RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en todas las sesiones de cata. Para todos ellos se presentan los valores obtenidos (puntuación asignada) por los catadores en todas las pruebas de manera individual (para consultarlo, véase Anexo IV), así como tablas y gráficos en los que se muestran los resultados según el tipo de catador (No Catador – Medio Catador – Súper Catador), tras el análisis estadístico correspondiente (cuyas tablas pueden verse en el Anexo V).

4.2. TEST PROP

4.2.1. Clasificación de candidatos

Después de analizar las respuestas de los candidatos (Anexo IV Tabla 1), mediante los tipos de gráficos resultantes, contrastándolos con los gráficos tipo para cada catador y el posterior test ANOVA multifactorial, los jueces se han asignados a una categoría de catador (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Clasificación de los jueces según tipo de catador.

NC		MC		SC			
Nº juez	Identificación	Nº juez	Identificación	Nº juez	Identificación	Nº juez	Identificación
7	SGH	4	ALP	1	JSC	13	GQC
8	EPR	12	ANL	2	RIB	17	AMD
9	IEC	14	AGF	3	LFH	19	RTR
18	JNI	15	OMB	5	MML	21	XGS
20	AMC	16	REE	6	RCM	22	AFE
24	LBP	25	JGM	10	GPN	23	ONI
				11	SPC	26	XR

El ANOVA multifactorial indica que hay interacciones entre Catador x Muestra/Concentración y Catador x Sustancia, por lo que se ha hecho un estudio separado, en el que se ve el comportamiento de cada categoría/tipo de catador respecto a las concentraciones en las muestras y a las sustancias presentadas.

En la Figura 4.1 se representan de manera gráfica las medias, con sus errores o desviación estándar de los porcentajes de intensidad percibida, por categorías de catador, de las muestras 1 (menor concentración) de NaCl y PROP, de las muestras 2 y las muestras 3 (mayor concentración).

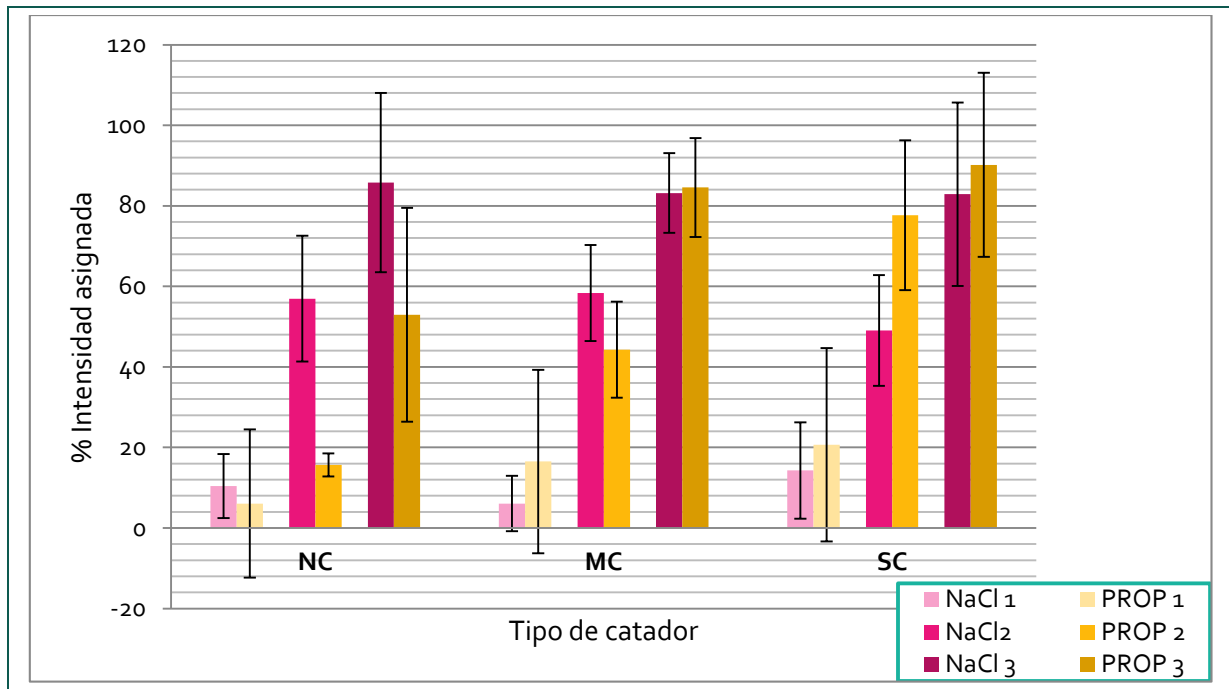


Figura 4.1. Gráfico de medias del % de la intensidad percibida para las muestras de NaCl y PROP según el tipo de catador

Según esto, podemos confirmar lo indicado en el punto 3.2.4 (Puntuación y análisis de los resultados), vemos que los NC asignan al PROP intensidades menores que al NaCl, que los MC indican intensidades percibidas similares a ambas sustancias, y los SC en todos los casos la asignación de la intensidad de la percepción del PROP supera a la del NaCl.

Además, también se puede observar que las asignaciones al estándar no varían entre los grupos, siempre ascendente ($1 < 2 < 3$), más o menos con el mismo porcentaje de intensidad. Sin embargo, es distinta la percepción de la intensidad de las disoluciones de PROP. Como vemos en los SC, las puntuaciones son más elevadas que en los MC y los NC, en todas las disoluciones.

Según estos resultados, en el grupo hay 6 personas consideradas No Catadores, otras 6 son Medio Catadores y 14 se han clasificado como Súper Catadores, quedando una proporción como la que se muestra en la Figura 4.2.

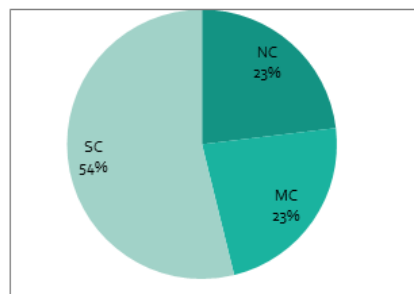


Figura 4.2. Distribución de los tipos de catadores.

4.2.2. Relación entre la clasificación con los gustos alimenticios

Tal como se describe en muchos artículos y se ha visto previamente en este documento, los SC son mucho más sensibles a los sabores, sobre todo se citan las coles, brócoli, nabos, sabor picante, chocolate, café y té. Para comprobar la actitud de nuestros candidatos hacia estos productos se les presentó un cuestionario en la primera sesión. A continuación (Figura 4.3) se muestra qué alimentos disgustan según cada tipo de catador.

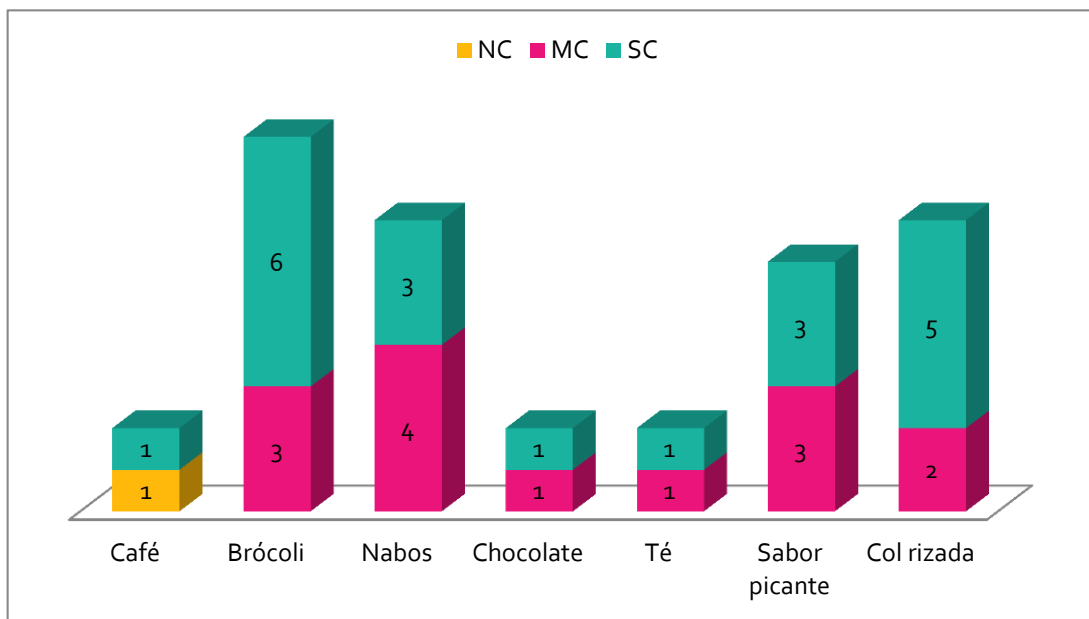


Figura 4.3. Alimentos que disgustan a los candidatos según grupos.

Tal y como se puede observar en el gráfico, únicamente 1 NC tiene un rechazo hacia 1 alimento, el café. Todos los otros rechazos son por parte de los MC y los SC, siendo estos últimos los que más repulsiones tienen. Predomina entre los alimentos que generan disgusto el brócoli (9 personas, 6 de ellas SC) y la col rizada (7 personas, 5 de ellas SC). Los nabos y el sabor picante están a continuación, seguidos por el chocolate, café y té (que sólo disgustan a 2 personas cada uno, 1 de ellas SC).

4.3. EMPAREJAMIENTO DE SABORES

4.3.1. Resultados por tipo de catador

Resultados por catador de la versión fácil

Se llevó a cabo una prueba de emparejamiento en versión fácil y se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo IV Tabla 2), que muestran la puntuación total de cada juez para la detección y la identificación.

Las puntuaciones otorgadas en detección van de 0 a 8. Se considera que a partir de 6 puntos en esta categoría, el catador ha obtenido buenos resultados, por lo que 9 personas repiten la prueba, versión en la versión más difícil (D).

En general, la mediana de las detecciones ha sido de 5 aciertos, mientras que la media es de 4,5. En identificación, la mediana es más baja, de 3 puntos, siendo la media también más baja, de 2,73 puntos.

En un análisis orientativo, se observa que el máximo de aciertos de los NC y los MC es de 6 y 5, mientras que el de los SC llega hasta 8, siendo el mínimo de 3. Por lo tanto, en el grupo de SC hay un mayor número de aciertos, pero no obstante, se debe realizar un análisis estadístico.

En cuanto al tipo de catador y para la detección de sabores, a pesar de tener puntuaciones medias diferentes, no hay diferencias significativas entre categorías con un nivel de confianza del 90,0%. Además, los NC han obtenido mayor media que el grupo MC (debido al juez EPR que ha acertado las 8 muestras). Obviando este candidato, sí que presentan algunas diferencias significativas, tal como vemos en la Tabla 4.2, que nos muestra las medias y desviaciones estándar de las puntuaciones para cada grupo, y que tras hacer un ANOVA multifactorial, estudiándolas entre ellos, se han visto las diferencias mostradas.

Tabla 4.2. Resultados según tipo de catador.

Tipo catador	Detección		Identificación	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
NC	3,4 ^a	0,77	1,75 ^a	1,78
MC	4,5 ^{a,b}	0,70	2,50 ^{a,b}	1,05
SC	5,5 ^b	0,48	3,5 ^b	1,43

(a) y (b) Indican diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%.

Como se puede ver en la Tabla 4.2, el número de aciertos, tanto de detección como de cuantificación es creciente según el tipo de catador, siendo en NC menor que en MC y menor que SC.

Para la detección de sabores, los grupos NC y SC presentan diferencias significativas entre ellos (con un nivel de confianza del 90%, siendo analizado por el procedimiento de mínima diferencia significativa LSD de Fisher, en el que existe un error del 10% de decir que hay diferencias significativas cuando en realidad no las hay), siendo la diferencia mínima de 1,87, en este caso es de 2,14. MC no presenta diferencias significativas ni respecto a NC ni a SC.

Para la identificación de sabores sucede exactamente lo mismo. Existen diferencias significativas entre los grupos de NC y SC (con un nivel de confianza del 90%), siendo su diferencia de 1,75 puntos (cuando el mínimo según LSD es de 1,47). Sin embargo, MC no presenta diferencias significativas respecto a los demás.

Resultados por catador en la versión difícil

La versión difícil la hacen únicamente 9 personas, que son aquellas que han obtenido una puntuación igual o superior a 6 en la versión fácil, de modo que se les puede aumentar la dificultad de la prueba, disminuyendo las concentraciones, para conocer el alcance de sus aptitudes. En la Tabla 4.3 se recogen los datos obtenidos del análisis, la media y la desviación estándar, a partir de las cuales se ha hecho la tabla ANOVA correspondiente, mostrando las diferencias significativas indicadas.

Tabla 4.3. Medias y desviaciones de los SC en emparejamiento versión difícil vs fácil

Tipo de catador	Detección		Identificación	
	Media	Desviación	Media	Desviación
SC (D)	4,5 ^a	1,22	3,3 ^a	1,7
NC (F)	3,4 ^b	0,77	1,75 ^b	1,78
MC (F)	4,5 ^{a,b}	0,70	2,50 ^{a,b}	1,05

(D) Indica que la dificultad de la prueba es alta (Difícil), mientras que (F) indica que la dificultad es baja (fácil), es decir que las concentraciones de las muestras en la prueba (D) son menores que las de la prueba (F).

(a) y (b) Indica una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90,0%.

La media para la detección en la prueba difícil es de 4,5 puntos, mientras que la desviación es de 1,22, es decir, ha habido mayor variabilidad. Para la identificación, la media es de 3,3 puntos y la desviación de 1,70.

Comparando los datos de detección de los SC de la prueba difícil con los resultados del resto en la prueba fácil, vemos que los SC que han repetido la prueba, obtienen de media lo mismo que los MC en la versión fácil, y más que los NC en la versión fácil también. Aunque no hay diferencias estadísticamente significativas, ya se puede ver que los SC tienen más capacidad de detección, ya que a menores concentraciones tienen los mismos aciertos que el resto.

Y para la identificación, se puede observar que estadísticamente hay diferencias significativas. Se puede afirmar, con 90,0% de confianza, que los SC tienen más aciertos que los NC, con un Valor-P de 0,08 y por el análisis de LSD se encuentran diferencias entre ambos grupos, y que además de ser mayores, lo hacen en una prueba de mayor dificultad (a menores concentraciones para todas las muestras). No hay diferencias significativas con respecto a MC, pero podemos ver que la media de la puntuación es mayor en ambos casos.

En la Figura 4.4 se muestra una comparación del número de aciertos según el tipo de catador, para tener una visión global de los resultados de la prueba.

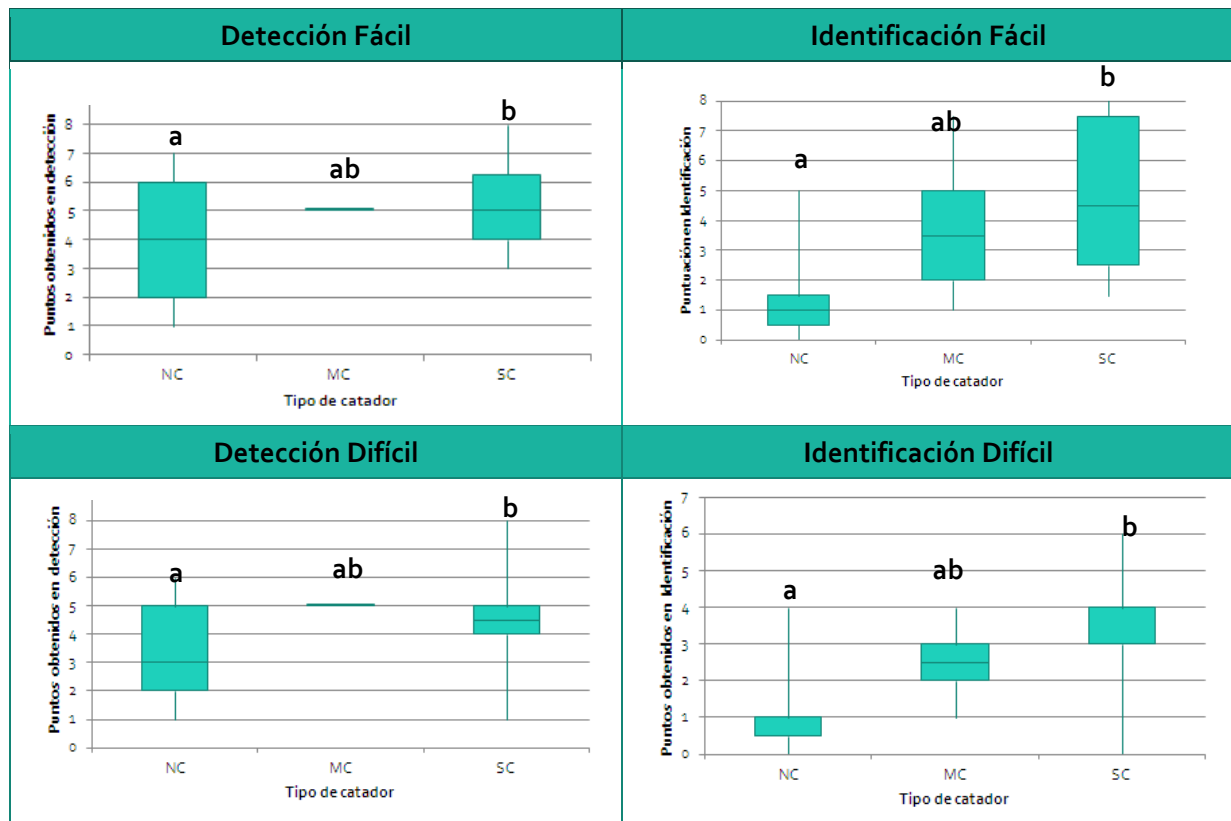


Figura 4.4. Gráficos de caja y bigotes de las pruebas de emparejamiento, que muestran la puntuación de sabores obtenida por los tres tipos de candidatos (NC-MC-SC). Detección (Puntuación obtenida en la prueba de emparejamiento en lo que se refiere a los aciertos de hacer parejas). Identificación (Número de aciertos al asignar o identificar un origen a un sabor). F (Versión Fácil). D (Versión Difícil).

Puede verse que tanto en detección como identificación, los candidatos SC han obtenido más puntuación, como ya se había comentado antes. La variabilidad entre todos los grupos es grande, hecho que hace que a veces se solapen los resultados.

Por lo que se aprecia en la Figura 4.4, y como ha sido confirmado previamente con el ANOVA y la separación de medias, en la parte de identificación hay una clara tendencia al aumento de aciertos, por la que por orden de $NC < MC < SC$ hay cada vez mayor número de aciertos. Para la detección, o sea, el emparejamiento correcto, también existe una tendencia creciente en el número de aciertos. Sin embargo, no es tan clara en la prueba difícil.

4.3.2. Resultados por tipo de sabor

Resultados por sabor en la versión fácil

En este apartado se estudian los aciertos que han tenido los 26 candidatos para cada sabor (Tabla 4.4. **Detección e identificación de los distintos sabores.**) Se pretende poder descubrir qué sabores son más detectados e identificados por los catadores. Como se puede observar, los sabores más detectados han sido el salado, ácido y amargo de quinina, con 20, 21 y 23 aciertos cada uno; sin embargo en la identificación se han obtenido peores resultados; así, el ácido cítrico ha sido identificado tan sólo por la mitad de los que lo han emparejado bien.

Tabla 4.4. Detección e identificación de los distintos sabores.

Sabor	Nº de veces (de 26) detectado	Nº de veces (de 26) identificado
Salado (sal)	22	18
Ácido (ácido cítrico)	20	11,5
Amargo (cafeína)	13	6,5
Umami (GMS)	10	1
Dulce (sacarosa)	16	11
Amargo (quinina)	23	18
Metálico (sulfato de hierro)	14	2
Neutro (agua)	6	3

El menos detectado ha sido el neutro, seguramente porque actúa como comodín para otros sabores que no son percibidos por el candidato, de modo que lo asocia erróneamente a más muestras. El sabor metálico, a pesar de haber sido detectado por uno más de la mitad de los jueces, únicamente ha sido identificado por dos de ellos, hecho a considerar teniendo en cuenta que es un sabor no inherente a los alimentos, por lo tanto, indicador de algún defecto.

El número de veces identificado, en todos los casos es inferior al número de veces detectado. Eso quiere decir que, a pesar de que se haya unido la pareja correctamente (significa que ha detectado que corresponde a la misma sustancia, que tiene el mismo sabor), no se ha sido capaz de determinar de cuál se trata (de identificarla). Generalmente, las respuestas indican que no se ha sabido identificar de qué sabor es la muestra, se ha dejado en blanco. En menos ocasiones, se ha confundido con el sabor neutro, tal y como hemos visto anteriormente. Y en la minoría de los casos, ha habido una confusión de sabor, indicando que la muestra correspondía a otra sustancia.

4.4. DETERMINACIÓN DE UMBRALES

Se llevó a cabo un estudio de umbrales. Tras establecer por separado los valores de los umbrales de cada catador (en detección e identificación), se analizan los resultados por grupos de NC – MC – SC, para determinar si hay diferencias significativas entre los umbrales de cada uno.

En el Anexo IV Tabla 3 se muestran los datos individuales de los umbrales de detección, identificación y diferenciación para cada catador.

4.4.1. Umbral de detección

La Tabla 4.5 muestra los umbrales de detección de los sabores estudiados. En ella, se pueden observar los valores del umbral de detección para cada sabor. El dato “mínimo” se refiere a qué umbral ha detectado el juez más sensible dentro del grupo, y el dato “máximo” se refiere al umbral que ha detectado el juez menos sensible. Por lo tanto, para “mínimo”, los NC deberían tener valores más altos, ya que su capacidad de detectar una sustancia es más limitada. Es decir, el umbral es más

alto y se necesita más concentración de dicha sustancia sávida para ser percibida. Con los valores de "máximo", sucede lo mismo, en NC debería ser mayor, ya que aquel juez menos sensible debe necesitar mayor concentración que el juez menos sensible del grupo SC.

Tabla 4.5 Resultados del análisis para umbral de detección

Sabor		NC	MC	SC
Salado Valor-P = 0,247	Mínimo	0,34	0,16	0,16
	Máximo	0,69	0,69	1,4
	Media	0,57	0,34	0,33
	Desviación estándar	0,20	0,16	0,32
Ácido Valor-P = 0,69	Mínimo	0,16	0,13	0,13
	Máximo	0,38	0,2	0,7
	Media	0,23	0,16	0,68
	Desviación estándar	0,09	0,03	1,82
Metálico Valor-P = 0,48	Mínimo	0,008	0,005	0,005
	Máximo	0,029	0,008	0,06
	Media	0,01	0,006	0,01
	Desviación estándar.	0,009	0,001	0,01
Umami Valor-P = 0,01*	Mínimo	0,24	0,09	0,09
	Máximo	1,00	0,24	0,34
	Media	0,41 ^a	0,13 ^b	0,14 ^b
	Desviación estándar	0,33	0,06	0,10
Dulce * Valor-P = 0,045	Mínimo	3,55	1,14	0,817
	Máximo	8,36	5,95	2,42
	Media	3,55 ^a	5,92 ^{ab}	0,08 ^b
	Desviación estándar.	1,62	1,62	1,09
Amargo Valor-P = 0,117	Mínimo	0,079	0,046	0,052
	Máximo	0,012	0,09	0,07
	Media	0,1	0,65	0,65
	Desviación estándar.	0,0137	0,012	0,008

(*) Diferencia significativa si Valor-P \leq 0,05. (a) y (b) Indican diferencias significativas entre los grupos.

Veamos ahora el comportamiento de los jueces y sus máximos y mínimos, según la Tabla 4.5.

Para todos los sabores, el mínimo de los MC y SC (prácticamente igual entre ellos) es menor que el de los NC, hecho que confirma lo dicho anteriormente. En cambio en dos casos (metálico y ácido), en el grupo de SC hay candidatos que tienen un umbral mayor que el menos sensible del resto del grupo. Esto no pasa en los otros casos (salado y umami y dulce), en los cuales son los MC y NC los que tienen umbrales altos.

Según los datos, para los sabores salado, ácido, metálico y amargo no hay diferencias significativas entre los diferentes tipos de catadores, con un nivel de significación del 0,05. No obstante, si nos fijamos en las medias, podemos decir que, aunque no sea significativa, hay una tendencia a que los SC tengan umbrales más bajos para los sabores salado y ácido. Y para el amargo, MC y SC presentan medias inferiores a NC. No obstante, por lo que respecta al metálico, la media de umbral es similar a la de los NC. En los comentarios de la ficha de cata, muchos expresan su dificultad al momento de percibir este sabor. Esto también se ha podido comprobar (aunque no están los datos escritos en el documento) en la prueba de emparejamiento difícil, donde el sabor metálico es el que menos aciertos ha tenido.

Para el sabor umami, existen diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%, siendo el Valor-P inferior a 0,10, y haciendo una separación de medias LSD, se comprueba que los grupos que difieren son NC, que es diferente de MC y SC, siendo su umbral de grupo mayor que el de los otros.

En el sabor dulce, se pueden ver diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0% entre los grupos de catadores. Gracias a la separación de medias LSD, se puede constatar que las diferencias se encuentran entre NC y SC, mientras que los MC no se distinguen de los extremos.

4.4.2. Umbral de identificación

La Tabla 4.6 presenta los resultados del estudio de umbrales de identificación de los sabores estudiados. En ella se muestran los valores máximo, mínimo y medio de los umbrales de identificación de cada sabor para cada tipo de juez (NC – MC – SC).

Tabla 4.6. Resultados del análisis para umbral de identificación.

Sabor		NC	MC	SC
Salado Valor-P = 0,69	Mínimo	0,98	0,69	0,16
	Máximo	>2,0	>2,0	>2,0
	Media	1,62	1,39	1,32
	Desviación estándar	0,50	0,58	0,70
Ácido Valor-P = 0,64	Mínimo	0,2	0,13	0,13
	Máximo	>7,2	>7,2	>7,2

	Media	1,74	3,68	3,22
	Desviación estándar	3,05	3,85	3,58
Metálico* Valor-P = 0,001	Mínimo	0,029	0,014	0,042
	Máximo	>0,06	>0,06	>0,06
	Media	0,047 ^a	0,034 ^{a,b}	0,058 ^b
	Desviación estándar.	0,017	0,017	0,005
Umami* Valor-P = 0,007	Mínimo	0,49	0,34	0,09
	Máximo	>1,00	>1,00	>1,00
	Media	0,88 ^a	0,91 ^{a,b}	0,55 ^b
	Desviación estándar	0,29	0,21	0,41
Dulce Valor-P = 0,54	Mínimo	8,24	6,7	6,6
	Máximo	13,84	12,30	10,39
	Media	11,04	9,50	8,50
	Desviación estándar.	1,884	1,884	1,27
Amargo* Valor – P= 0,0064	Mínimo	0,16	0,18	0,11
	Máximo	0,22	0,23	0,15
	Media	0,19 ^a	0,21 ^a	0,13 ^b
	Desviación estándar.	0,019	0,017	0,012

(*) Diferencia significativa si Valor-P \leq 0,10. (a) y (b) Indican diferencias significativas entre los grupos.

En lo que se refiere a mínimos, los resultados son coherentes con la lógica anterior, siendo inferiores en todos los casos (excepto metálico) los de los SC. Sin embargo para máximos, no se puede determinar, ya que en todos los casos hay al menos un candidato cuyo umbral de identificación excede las concentraciones propuestas en la prueba (no pudo llegar a identificar de qué sabor se trataba).

En los sabores salado, ácido y dulce, no existen diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, puede observarse a partir de las medias una tendencia. Para el sabor salado, los jueces SC tienen umbrales de identificación menores que el resto, aunque para el ácido, la media es mayor, ya que muchos de ellos no pudieron identificar el sabor, a pesar de que, como se ha visto en la tabla anterior, sí pudieron detectarlo con facilidad.

Para el sabor metálico, los resultados están en consonancia con los de la prueba de detección: los SC tienen dificultades para identificar este sabor, siendo significativamente diferente (con un nivel de

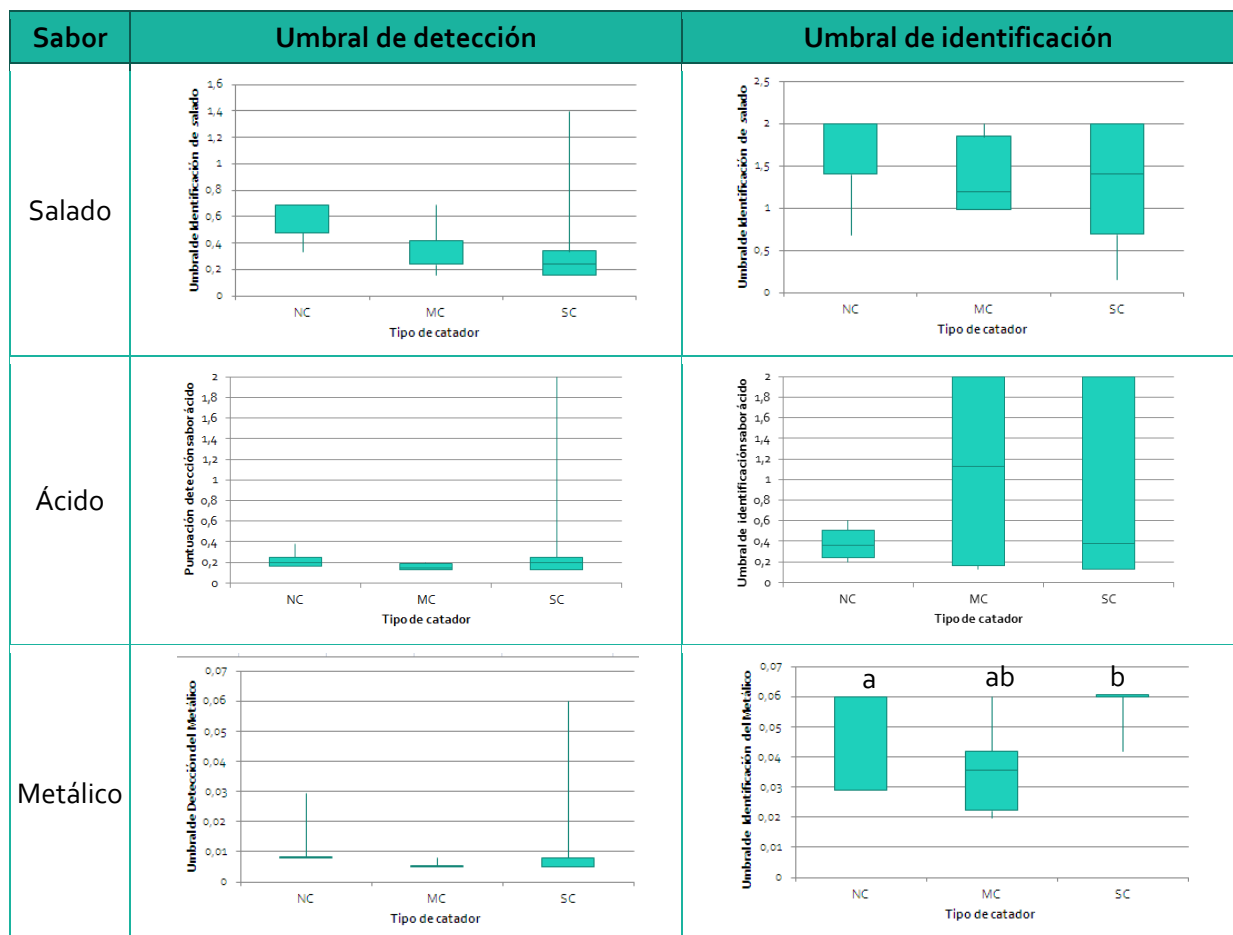
confianza del 90,0%) su umbral al de los NC. En este caso, es mayor. No obstante, no se han encontrado diferencias significativas con los MC.

En el sabor dulce, la tendencia es a decrecer el umbral, siendo el de NC el más alto y SC el menor, aunque no se aprecian diferencias significativas.

Para el umami, también existen diferencias significativas entre el grupo SC y NC (con nivel de confianza del 90,0%), de manera que, en este caso, el umbral del tipo SC es menor que el de NC, tal y como cabe esperar. Estos grupos no difieren de MC.

Finalmente para el sabor amargo, hay diferencias significativas entre SC y el resto, siendo las medias de MC y de NC mayores, por lo tanto, los miembros del grupo SC tienen mayor facilidad para identificar el sabor amargo a concentraciones menores que el resto.

En la siguiente Figura 4.5 se representan gráficamente (sistema de caja y bigotes) las concentraciones umbral según el tipo de jueces a partir de los datos explicados anteriormente, para cada sabor estudiado. Véase como una comparativa general entre todos los sabores y tipos de catador.



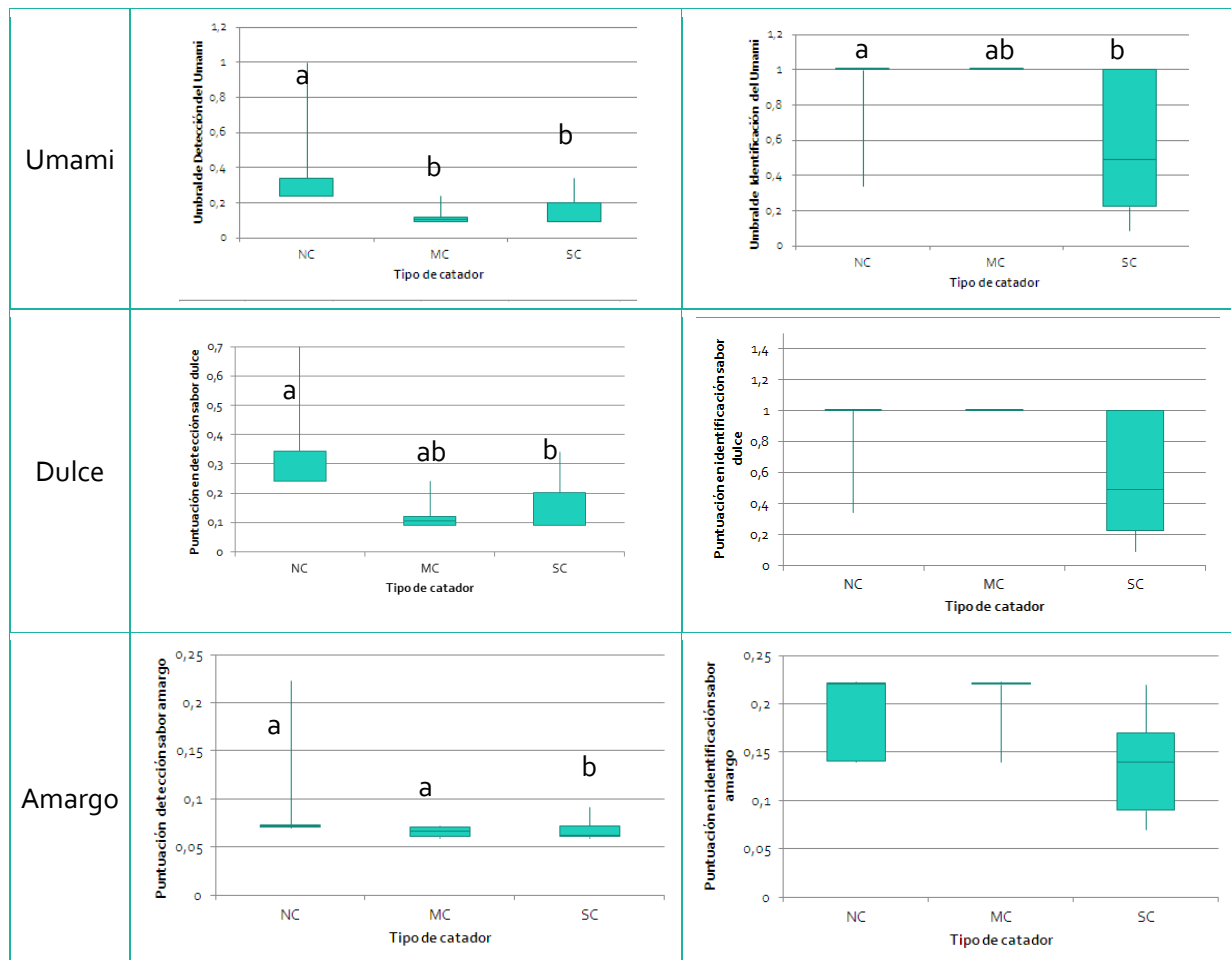


Figura 4.5. Gráficos de caja y bigotes para los umbrales (en concentración de la sustancia en g/L) de para todos los asbore estudiados: salado, ácido, metálico, umami, dulce y amargo.

4.4.3. Umbral de diferenciación

Como ya se ha visto en los apartados 3.4.1 (Fundamento) y 3.4.2 (Desarrollo de la prueba), para conocer la capacidad de percibir diferencias entre concentraciones de muestras, se colocan aleatoriamente dos muestras adyacentes de concentración igual. Se han dado 2 puntos si acertaba los dos grupos de muestras en las que no aumentaba la concentración, 1 punto si han acertado uno de los dos, y 0 puntos si no han sabido decir que una muestra era igual a la anterior, y han escrito que su concentración era creciente.

Para realizar este análisis, se ha tenido en cuenta, por una parte, los puntos obtenidos por cada grupo de catadores en cada sabor, y por otro, el total, es decir, el sumatorio de los puntos de cada sabor (salado, ácido, metálico, umami y dulce y amargo). Los resultados obtenidos se expresan en la Tabla 4.7, que representan el grado de acierto en la identificación de las muestras iguales de cada uno de los grupos para cada sabor en una escala de 0 a 2.

Tabla 4.7. Resultados para el análisis de diferenciación.

Sabor		NC	MC	SC
Salado Valor-P = 0,48	Promedio	0,60	0,83	1,07
	Desviación estándar	0,41	0,89	0,82
Ácido* Valor-P = 0,036	Promedio	0,20 ^a	1,33 ^b	1,07 ^b
	Desviación estándar	0,45	0,44	0,83
Metálico Valor-P = 0,27	Promedio	0,20	0,50	0,76
	Desviación estándar	0,44	0,55	0,80
Umami Valor-P = 0,36	Promedio	0,20	0,33	0,64
	Desviación estándar	0,45	0,52	0,74
Dulce * Valor-P = 0,09	Promedio	0 ^a	0,8 ^b	0,9090 ^b
	Desviación estándar	0,33	0,33	0,22
Total Valor-P = 0,35	Promedio	1,8	3,0	3,35
	Desviación estándar	0,90	0,82	0,54

(*) Indica que hay diferencias significativas. (a) y (b) presentan diferencias entre ellos, con un nivel de confianza del 90%.

Para todos los sabores, se puede observar en las medias una tendencia creciente, siendo SC los que más aciertos tienen, lo que significa que han sabido determinar en qué muestras la concentración había sido igual a la anterior con más facilidad. Esto también se puede ver en la siguiente Figura 4.6, que muestra, para cada tipo de catador, el gráfico de caja y bigotes del valor total obtenido en la prueba de diferenciación entre concentraciones, sumando los aciertos de todos los sabores.

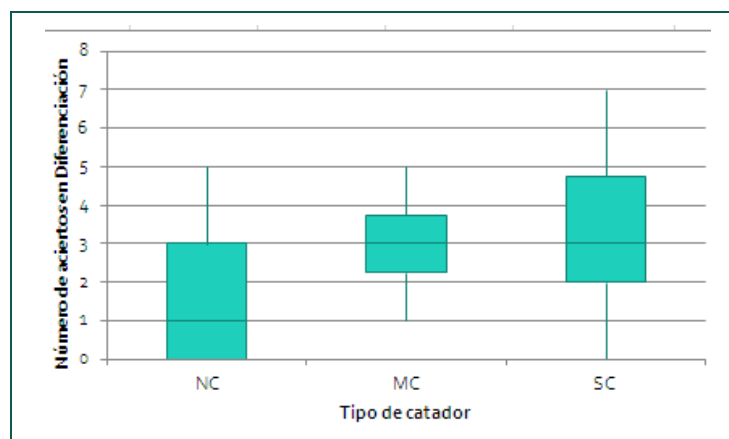


Figura 4.6. Gráfico de caja y bigotes que representa la puntuación total obtenida por cada tipología de juez en la prueba de diferenciación de concentraciones crecientes o iguales.

Tal y como muestra el gráfico, los SC, a pesar de que uno haya tenido o aciertos (el mínimo), se puede ver que el máximo sobrepasa al de los MC y los NC. Además la media también es superior, indicando que en general, hay un número mayor de aciertos y, por lo tanto, son más capaces de detectar aumento o constancia en la intensidad de sabor (no se ha analizado en amargo)

Cabe decir que, en todos los casos, si hay 1 acierto, se da en la segunda muestra en que está repetida su concentración, es decir, en la pareja más concentrada. En el caso en que haya 2 aciertos, se ha adivinado la constancia en la 1ª pareja, que estaba menos concentrada, y también en la 2ª. No ha habido ningún caso en el que se detectara que no había aumento de concentración en la primera y que no se detectara en la segunda. Eso significa que a mayor concentración, es más fácil de percibir.

Para el sabor ácido, se puede observar que hay diferencias entre tipos de jueces, siendo NC los que menos aciertos tienen, menores que MC y SC, que no tienen diferencias significativas (con nivel significación de 0,10) entre ellos.

4.5. TEST DE ISHIHARA

En este test, tal y como puede encontrar en el Anexo IV Tabla 4, todos los candidatos tienen una percepción del color correcta, sin ningún tipo de alteración como discromatopsia, dicromatopía o tritanopía.

4.6. ORDENACIÓN Y TEXTURA

4.6.1. Ordenación

Dureza

Se presentó a los candidatos dos manzanas con diferente dureza para que las ordenaran según este atributo. Todos los candidatos, sea cual sea el tipo de catador, han ordenado correctamente las dos muestras de manzana. Pueden verse los resultados individuales en el Anexo IV Tabla 5.

Gomosidad

Se presentó a los candidatos cuatro muestras de gelatina, para que les asignaran un rango en función de la intensidad del atributo gomosidad. Las puntuaciones otorgadas a los candidatos han sido: 3 si asignan la ordenación correcta, 2 si solo asignan bien los extremos y 1 si únicamente aciertan un extremo. Pueden verse los resultados individuales en el Anexo IV Tabla 5. La Tabla 4.8 presenta los resultados según el tipo de catador.

Tabla 4.8. Resultados del análisis de la capacidad de ordenación de la gomosidad.

Tipo de catador	Resultados	
	Media	Desviación estándar
NC	2,00 ^a	1,41
MC	2,16 ^a	0,75
SC	2,84 ^b	0,37

Se han encontrado diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%. Por ello, se realiza una separación de medias LSD. Los resultados indican que los NC y MC difieren estadísticamente de SC en la capacidad de ordenación, siendo mayor el número de puntos obtenidos por SC, por lo tanto menor el número de errores al asignar el orden a las muestras. NC y MC tienen un promedio de puntuación de 2,00 y 2,16 puntos respectivamente, mientras que los SC han obtenido 2,84 puntos, acercándose más al máximo de 3.

Viscosidad

Para el estudio de la respuesta a la viscosidad se presentaron mezclas de chocolate. Tras puntuar el nº de aciertos en la ordenación de las muestras en orden creciente para cada candidato del mismo modo que en el ensayo con gelatina (pueden verse los resultados individuales en el Anexo IV Tabla 5.), y hacer un ANOVA para conocer las diferencias, se han obtenido los resultados siguientes, recogidos en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9. Resultados del análisis de la capacidad de ordenación de la viscosidad.

Tipo de catador	Resultados	
	Media	Desviación estándar
NC	3,00	0,20
MC	2,83	0,18
SC	2,88	0,13

Como se ve en la Tabla 4.9, no existen diferencias significativas entre grupos de catadores. El valor-P es de 0,7961, con lo que no se ha hecho una separación de medias. Aunque la media de NC puede parecer superior, la variación estándar muestra que los valores oscilan 0,20 arriba y abajo, con lo que no se distingue de los resultados de los otros grupos. Todos los tipos de catadores, por lo tanto, tienen la habilidad de ordenar estas muestras según su viscosidad.

4.5.2. Uso de escala

Después de hacer un análisis de los datos de la desviación de cada una de las muestras con respecto a la posición teórica donde debería haber sido trazada la línea, y del análisis correspondiente teniendo como factor el tipo de catador, se recogen los resultados según los atributos texturales estudiados.

Dureza

En este caso, debido al método empleado para evaluar la escala, en el que no se han determinado los extremos y se ha permitido que el candidato coloque las muestras donde crea conveniente, no se puede hacer un análisis estadístico, sino que se van a describir cómo han considerado las muestras cada uno de ellos.

- Distancia entre las muestras: Hay jueces que han establecido que las muestras diferían considerablemente, con una diferencia de hasta 85 puntos (mm de separación) entre ellas, como QGC, REE, OMB, y LFH, mientras que otros sólo les atribuyen 29 puntos de diferencia, como EPR, XGS, AGF y ALP. Estos últimos, además, a parte de XS y AFE, han establecido que una es menos de 3 veces más dura que la otra.
- Proporción de dureza: Teniendo en cuenta que una de las manzanas era 3 veces más dura (medida objetivamente con un instrumento) que la otra, hay 6 jueces que las han situado en esta proporción: ALP, ANL (MC), SPC (SC) y SGH, AMC y IEC (NC). La mitad ha establecido que la proporción es mayor de 4,5, llegando en algunos casos a 20 veces mayor (RIB y OMB). Esto, es debido a que han considerado que la primera muestra era muy poco dura, situándola muy a la izquierda de la escala, con lo que la otra marca queda muy separada.
- Muestras de dureza menor: Cuanto más a la izquierda de la escala ha situado la primera muestra, significa que el juez considera que existen pocas muestras con una dureza menor que la que ha catado. Ese es el caso de RIB, OMB, GPN, GQC, JSC (los 3 últimos SC), los cuales han dejado un espacio de 10 puntos (sobre 100). Otros, AFE, XR, XGS, EPR y AGF han dejado de 30 a 50 puntos, coincidiendo éstos con aquellos que han dicho que la proporción de dureza entre una y otra manzana es de 1 a 3 veces mayor.
- Muestras de dureza mayor: Cuanto más a la derecha de la escala haya situado la muestra, el juez considera que hay pocas muestras que podrían ser más duras que la manzana que ha probado. LFH, SPC, REE y AMC han dejado menos de 25 puntos, con lo que consideran que la segunda manzana es de una elevada dureza respecto a todas las demás. En cambio, RIB, ALP, XGS y JSC piensan que todavía pueden encontrar manzanas mucho más duras, dejando un espacio de 30 a 40 puntos hasta el extremo.

Teniendo todos estos aspectos en cuenta, los jueces que se considerarían aptos son aquellos que han establecido una diferencia entre muestras de entre 45 a 65 puntos y que no sitúan las manzanas muy en los extremos (esto ha hecho descartar a JSC y RIB), sino que consideran más espacio para otras durezas.

Estos jueces son (Tabla 4.10):

Tabla 4.10. Jueces considerados aptos según los resultados de la escala de dureza.

SC		MC	NC
XR	AFE	ALP	IEC
AMD	MML RIB	ANL	SGH

Gomosidad

Para este atributo de gomosidad, los resultados están recogidos en la Tabla 4.11:

Tabla 4.11. Resultados del análisis de la aptitud del uso de escalas para la gomosidad.

Tipo de catador	Primera marca Desviación (mm)		Segunda marca * Desviación (mm)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
NC	28,0	44,73	34,25 ^a	43,15
MC	21,67	17,19	28,67 ^{a,b}	17,46
SC	10,46	13,11	9,53 ^b	8,27

(*) Existen diferencias entre grupos. (a) y (b) indican que hay diferencias significativas entre grupos con un nivel de confianza del 90,0%.

Tal y como se puede observar, en una de las marcas, la primera, la tendencia es decreciente, siendo los que más se ajustan (menos mm de desviación tienen respecto a la teórica), son los jueces del grupo SC, seguidos de los MC y por último NC. A pesar de esto, no presentan diferencias significativas en este caso.

Sí que lo hacen, no obstante, en la segunda marca, donde con un nivel de confianza del 90,0%, se observan diferencias significativas. Haciendo una separación de medias LS, se ve que éstas se encuentran entre los grupos NC (desviación de 34,25mm) y SC (que sólo se desvían 9,53mm de media). Los MC no presentan diferencias con respecto ninguno de ellos.

Viscosidad

Para el uso de escalas en viscosidad, los resultados están recogidos en la Tabla 4.12:

Tabla 4.12. Resultados del análisis de la aptitud del uso de escalas para la viscosidad.

Tipo de catador	Primera marca Desviación (mm)		Segunda marca Desviación (mm)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
NC	5,60	4,78	22,95	5,65
MC	18,16	4,36	19,50	5,15
SC	10,08	3,09	13,92	3,14

Tal y como se puede observar, en una de las marcas, la primera, los NC casi no se han desviado, de media tienen un 5,6 respecto a la marca teórica. Los SC se desvían el doble que éstos, con una desviación de 10,08. Los que menos se ajustan a la escala son MC. No obstante, para la segunda marca, hay una tendencia creciente, siendo los que más se ajustan los SC (aunque se desvían unos 13,93 mm de la marca original), seguidos de MC con 19,50 mm de desviación, y finalmente los NC, que en este caso no se ajustan y tienen una distancia de 22,95 mm con respecto a la marca teórica.

En ningún caso hay diferencias significativas, siendo el Valor-P para la primera marca de 0,158 y de la segunda de 0,436.

En la Figura 4.7 se puede analizar visualmente la desviación de cada grupo. Excepto en la primera marca de viscosidad, en el resto de muestras, la tendencia es a aproximarse al trazo teórico a medida que aumenta la habilidad del catador.

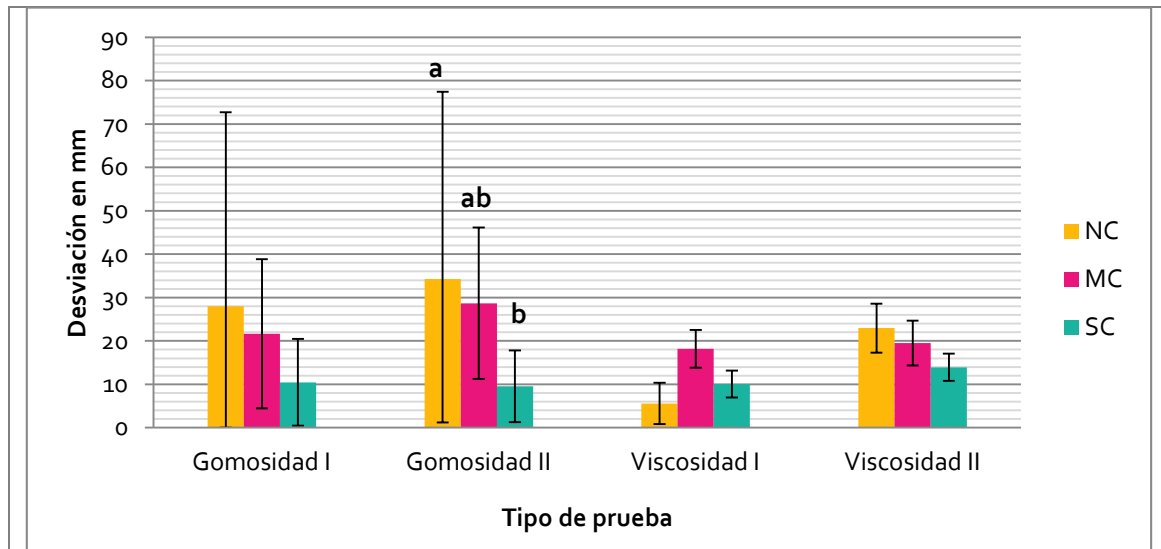


Figura 4.7. Desviaciones en las marcas en la prueba de escala de gomosidad y viscosidad

4.7. PERCEPCIÓN DE AROMAS

4.7.1. Diferencias según tipo de catador

Los resultados obtenidos por cada catador en esta prueba, en la que se debían identificar los aromas de 10 sustancias diferentes, puntuándose con 1 la correcta relación con el aroma y con 0,5 puntos una asociación con una sustancia similar, se recogen en el Anexo IV Tabla 6:

Como se puede observar, ningún catador ha obtenido más de 7,5 puntos, siendo el mínimo obtenido de 1,5 puntos por un No Catador. La mayoría han obtenido puntuaciones entre 3 y 6, y sólo 2 catadores expresan fatiga olfativa al terminar la sesión.

A continuación, el análisis de la varianza realizado aporta mayor información. En la Tabla 4.13 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 4.13. Resumen estadístico de la puntuación obtenida en identificación de aromas por tipo de catador.

Puntuación		NC	MC	SC
Identificación aromas * Valor – P = 0,018	Mínimo	1,5	2,5	2
	Máximo	5	5,5	7,5
	Media	3,4 ^a	4,1666 ^a	5,93 ^b
	Desviación estándar	0,77	0,71	0,46

Los resultados muestran que los SC tienen una mayor capacidad de identificación de los aromas, ya que, estadísticamente, las diferencias son significativas con respecto a los No Catadores y Medio Catadores. Tal y como se puede ver, aunque la puntuación mínima obtenida es muy similar (y en el caso de SC nos encontramos con un valor de 2, que sólo ha obtenido una persona, el resto se sitúan por encima de 4), en la puntuación máxima ya puede apreciarse la diferencia. Además, la media de aciertos de cada grupo va en aumento según la clasificación del catador, siendo menor en los NC y mayor en SC.

4.7.2. Aciertos según tipo de aroma

A continuación se muestra el Figura 4.8 que recoge los aciertos totales para cada aroma, es decir, el número de catadores (o número de veces) que la han identificado correctamente.

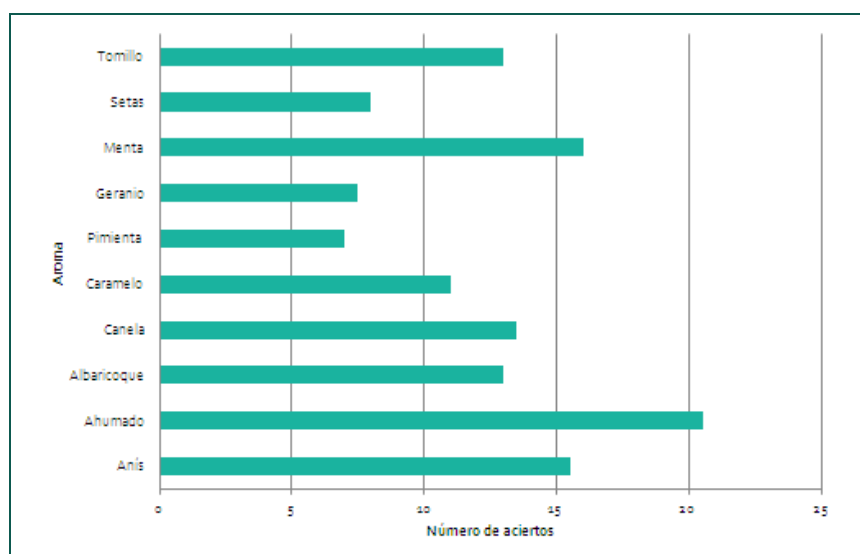


Figura 4.8. Número veces que se ha identificado correctamente un aroma.

Los aromas que más aciertos han tenido, es decir, que han sido más veces identificados son el ahumado, la menta y el anís. Estos tipos de aromas han sido bastante fáciles de reconocer por muchos catadores, seguramente porque son característicos de productos que son muy aromáticos, que desprenden mucho olor.

Por otro lado, los que menos aciertos han tenido son la pimienta, el geranio y las setas. Posiblemente las especias y las setas cuestan más de identificar porque necesitan estar en grandes cantidades para que el olor sea perceptible, aunque es identificable cuando eso pasa. Con el geranio ha habido dificultades en identificar qué tipo de flor era, puesto que muchos no han podido ser más específicos.

Otros olores como la canela, el albaricoque, el caramelo o el tomillo han tenido más variabilidad de aciertos, siendo tarea fácil para algunos catadores y para el resto, hasta el momento en que se les ha comunicado la respuesta correcta, no habían sido capaces de asociarlo a ningún origen en especial.

4.8. DISCRIMINACIÓN DE SABORES EN ALIMENTOS

Las pruebas de discriminación para sabores en alimentos han sido las mismas, tanto para salado como para dulce: 6 triangulares de distintas dificultades, recontando el número de aciertos obtenidos por el candidato para cada sabor. Sin embargo, los resultados se van a evaluar por separado.

A parte de la puntuación total (sobre 6 aciertos), que es el factor que se tiene en cuenta para seleccionar a los catadores, se han analizado los resultados según la diferencia existente de las concentraciones entre las muestras (pequeña o dificultad alta, mediana o media dificultad, diferencia grande o dificultad baja).

En el Anexo IV Tabla 7 se puede ver, para cata catador, si ha acertado (1 punto) o fallado (0 puntos) cada una de las pruebas triangulares.

A simple vista se puede comentar que el grupo SC en ambas pruebas ha acertado la muestra diferente un mayor número de veces, puesto que fijándonos en la columna "Total", aparecen más frecuentemente los valores 4-5-6 que en el resto. No obstante, es preciso hacer un análisis de varianza para comprobar si las diferencias son estadísticamente significativas.

Dulce

Para determinar la capacidad de discriminación entre distintas concentraciones de azúcar, es decir, distintos niveles de dulce, se ha dado a probar bizcocho con cantidades diferentes de este ingrediente.

En la Tabla 4.14 se muestra el resumen estadístico de los datos de puntuación obtenida, según el tipo de catador, que tras hacer un ANOVA teniendo éste como factor, se puede ver si hay diferencias significativas, tanto como por dificultad como en el conjunto de la prueba.

Tabla 4.14. Resumen de los datos estadísticos según dificultad y tipo de catador.

Puntuación		NC	MC	SC
Diferencia grande entre muestras (Fácil) * Valor -P = 0,0128	Media	0,4 ^a	0,833 ^{ab}	1,0 ^b
	Desviación estándar	0,24	0,22	0,15
Diferencia moderada entre muestras (Media) Valor -P=0,5181	Media	0,8	1,66	1,3
	Desviación estándar	0,37	0,33	0,23
Diferencia pequeña entre muestras (Difícil) * Valor -P= 0,0331	Media	0,166 ^a	0,4 ^a	0,92 ^b
	Desviación estándar	0,23	0,26	0,16

Total aciertos (Global) * Valor -P=0,0296	Mínimo	0	0	1
	Máximo	3	4	4
	Media	1,60 ^a	2,17 ^{ab}	3,23 ^b
	Desviación estándar	0,51	0,47	0,32

(*) Indica que hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%. (a) y (b) presentan diferencias entre ellos

Estos datos muestran que existen diferencias significativas entre grupos de catadores en el número de aciertos en las parejas de dificultad alta y baja, mientras que en la media los grupos no presentan estas diferencias significativas. El resultado global también muestra diferencias significativas. En todos los casos, NC y SC, se comportan diferente, según la separación de medias por LSD, mientras que los MC algunas veces no difieren de los NC y otras veces ni de NC ni de SC.

También vemos que para las dificultades alta y baja, la tendencia de aciertos es creciente, al igual que pasa con la totalidad de las triangulares. Sin embargo en el caso del nivel medio, vemos que los MC destacan por encima del resto, obteniendo una puntuación más elevada.

En cuanto a los mínimos y máximos del global de esta prueba de triangulares para el dulce, se ve que el número mínimo es muy similar (y contrariamente a lo esperado, en los NC es superior al resto, siendo de 2 aciertos frente a 0 que ha tenido al menos uno del grupo MC o SC), y el número máximo también, siendo de 3, 4 y 4 respectivamente.

En la siguiente Figura 4.9 se ve de manera gráfica el número medio de aciertos de cada grupo, facilitando la interpretación de los datos.

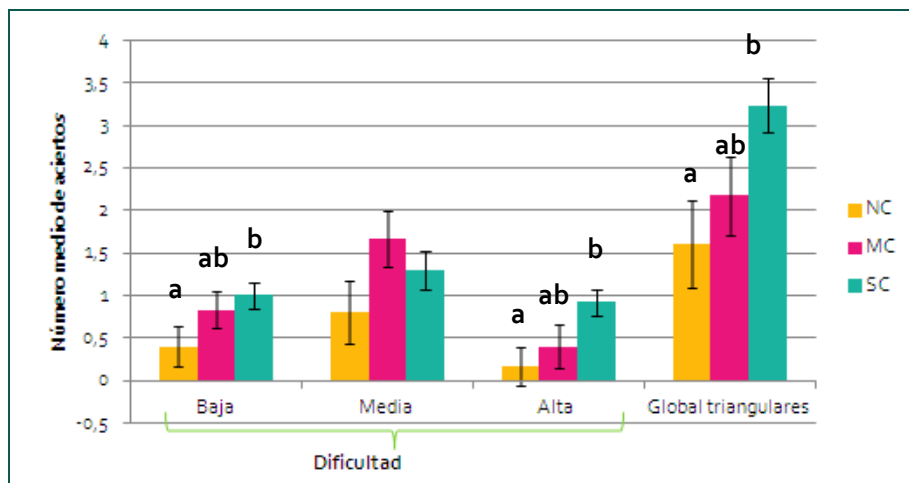


Figura 4.9. Gráfico de barras del número medio de aciertos para las triangulares de distinta dificultad y la totalidad para el sabor dulce.

Salado

Para determinar la capacidad de discriminación entre distintas concentraciones de sal, es decir, distintos niveles de salado, se ha dado a probar puré de patata con cantidades diferentes de este ingrediente.

En la Tabla 4.15 se muestra el resumen estadístico de los datos de puntuación obtenida, según el tipo de catador, que tras hacer un ANOVA teniendo éste como factor, se puede ver si hay diferencias significativas, tanto como por dificultad como en el conjunto de la prueba.

Tabla 4.15. Resumen de los datos estadísticos según dificultad y tipo de catador.

Puntuación		NC	MC	SC
Diferencia grande entre muestras (Fácil) Valor -P = 0,1281	Media	0,8	0,833	1,38
	Desviación estándar	0,34	0,37	0,23
Diferencia moderada entre muestras (Media) * Valor -P=0,0381	Media	0,33 ^a	0,4 ^a	1,15 ^b
	Desviación estándar	0,31	0,28	0,19
Diferencia pequeña entre muestras (Difícil) Valor -P= 0,6216	Media	1,16	1,6	1,38
	Desviación estándar	0,29	0,33	0,20
Total aciertos (Global) * Valor -P=0,012	Mínimo	2	0	0
	Máximo	4	4	6
	Media	2,33 ^a	2,8 ^{ab}	3,9 ^b
	Desviación estándar	0,66	0,72	0,45

(*) Indica que hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%. (a) y (b) presentan diferencias entre ellos

Estos datos muestran que existen diferencias significativas entre grupos de catadores en el número de aciertos en las parejas de dificultad media, mientras que en las pruebas de dificultad alta y baja, los grupos no presentan estas diferencias significativas (contrariamente a lo que pasaba con el dulce). El resultado global también muestra diferencias significativas, siendo el valor de aciertos creciente $NC < MC < SC$. En todos los casos, NC y SC, se comportan diferente, según la separación de medias por LSD, mientras que los MC en el caso de las parejas de dificultad media difiere de SC únicamente, y en la prueba global no se diferencia de ninguno de los dos.

También vemos que para todas las dificultades y el resultado global, la tendencia de aciertos es creciente según el grupo y su sensibilidad (excepto en el caso de dificultad media, en la que destaca MC).

En cuanto a los mínimos y máximos del global de esta prueba de triangulares para el salado, se ve que el número mínimo es muy similar (y contrariamente a lo esperado, en los NC es superior al resto, siendo de 2 aciertos frente a 0 que ha tenido al menos uno del grupo MC o SC), pero el número máximo de aciertos va incrementándose, siendo el de SC superior, con un total de 6, es decir, han identificado correctamente la muestra no igual en las triangulares.

En la siguiente Figura 4.10 se ve de manera gráfica el número medio de aciertos de cada grupo, facilitando la interpretación de los datos.

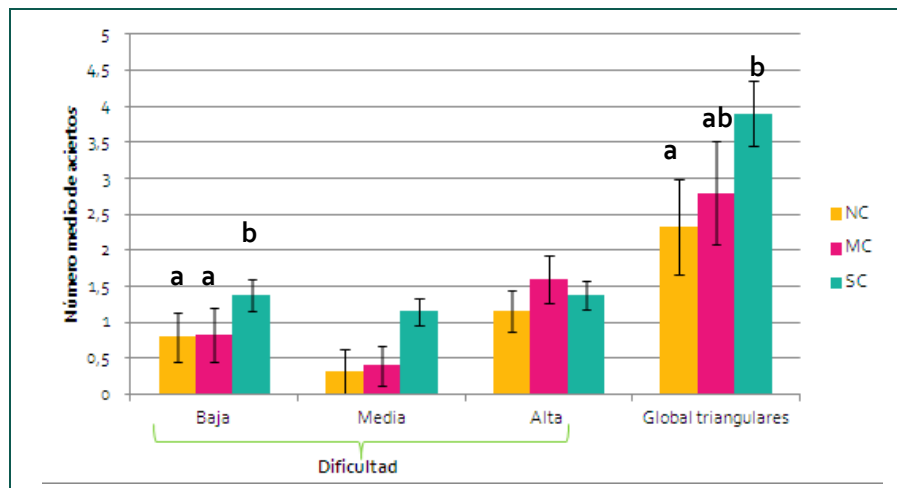


Figura 4.10. Gráfico de barras del número medio de aciertos para las triangulares de distinta dificultad y la totalidad para el sabor salado.

4.9. PERCEPCIÓN DEL CONTENIDO GRASO

Para la percepción del contenido graso se han realizado dos pruebas, una más fácil (con mayores diferencias entre las muestras, mayor separación entre los porcentajes de aceite), y otra más difícil, en la que la diferencia era menor entre muestras. Por ello, se debe tener una mayor percepción y capacidad de diferenciación del contenido graso en un alimento para poder ordenarlas correctamente.

En el Anexo IV Tabla 8 observan los aciertos de cada catador para cada tipo de prueba, versión fácil y difícil, así como la suma de las puntuaciones.

Se observa aquí que la variabilidad es bastante grande, pudiendo encontrar, para el total de aciertos, mínimos muy parecidos, de 0 en los NC, de 2 en los MC y de 1 en SC (una excepción, ya que el resto igualan o superan el 2). Para el máximo ya se aprecian algunas diferencias, puesto que los NC únicamente han obtenido máximo 2 puntos en total, mientras que algún MC ha podido alcanzar los 5 puntos (pero el resto tienen 2 y 3). Los NC aquí sí que muestran una tendencia al acierto, ya que frecuentemente se ven puntuaciones de 4, 5 y 6.

En la Tabla 4.16 se ha hecho un resumen de los datos por tipo de catador, tras el análisis estadístico de los mismos.

Tabla 4.16. Resumen de las medidas estadísticas para la prueba de perfil graso según tipo de catador y dificultad.

Tipo catador	Versión fácil		Versión difícil *		Total *	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
NC	1,0	0,40	0,25 ^a	0,40	1,2 ^a	0,60
MC	1,96	0,40	1,46 ^b	0,33	2,83 ^{ab}	0,52
SC	1,92	0,21	2,50 ^b	0,22	3,21 ^b	0,39

(*) Indica que hay diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%. (a) y (b) presentan diferencias entre ellos.

Según el análisis estadístico, en la versión más fácil no se aprecian diferencias significativas entre grupos de catadores. La puntuación total (de un máximo de 3) aunque muestra una tendencia creciente, tiene una variabilidad entre catadores bastante alta, y por ello, no se pueden establecer diferencias debidas a ese factor. A diferencias de concentraciones altas, los catadores son capaces de ordenar las muestras con similar número de aciertos.

No sucede así en la versión difícil (también con un número máximo de puntuación de 3), en la que las distancias entre concentraciones de aceite en las muestras es menor y, por lo tanto, se necesita una mayor sensibilidad a este atributo para poder hacer una correcta ordenación. Aquí se aprecian diferencias significativas entre los NC y los MC o SC (MC y SC no se diferencian entre ellos). Así pues, vemos que a medida que aumenta la condición de catador, aumenta la puntuación obtenida y, por lo tanto, la capacidad de percepción del contenido graso será superior.

Para el total de puntos de ambas pruebas (suma de las puntuaciones), se observa también que según el tipo de catador (NC < MC < SC) aumentan los aciertos. Las diferencias significativas se encuentran entre NC y SC, mientras que MC se encuentran en medio de ambos, sin resultar diferentes de ninguno de los extremos. Los SC son más sensibles a identificar o distinguir contenidos grasos y poder ordenarlos correctamente.

A continuación (Figura 4.11) se muestra un gráfico ilustrativo de estos resultados:

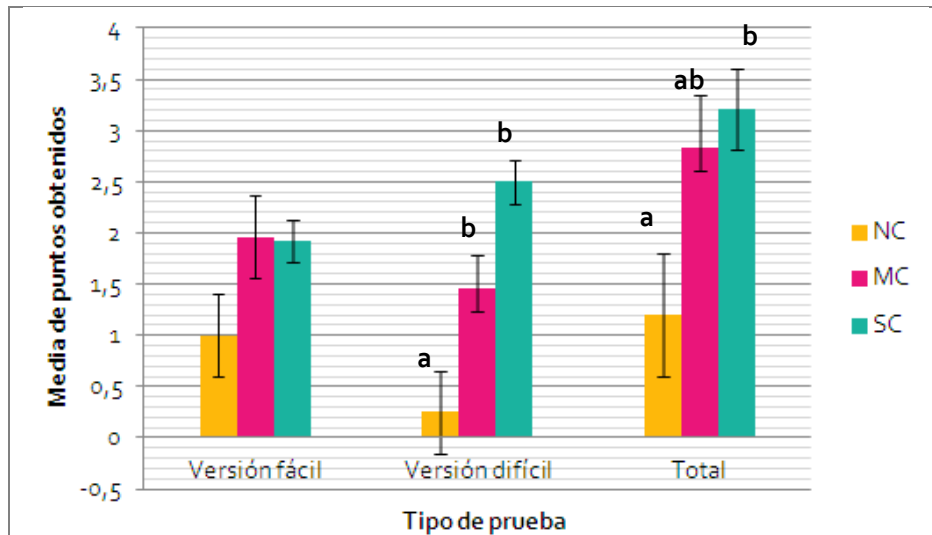


Figura 4.11. Gráfico de puntuación obtenida en las pruebas de percepción de perfil graso, según dificultad y tipo de catador.

Con este gráfico se puede determinar visualmente cómo difieren las puntuaciones entre tipos de jueces. En la versión fácil están más igualadas, mientras que en la versión difícil están claramente escalonadas de manera creciente, siendo los NC los que menor puntuación obtienen. El total es una combinación de las dos anteriores. Se ve que NC sigue siendo el que menos aciertos hace, y MC y SC tienen más, pero debido a que en la parte fácil los MC han obtenido muy buenos resultados, en el total son más similares a los SC.

Capítulo 5. DISCUSIÓN

5.1. TEST DE PROP

5.1.1 Clasificación de los candidatos

La clasificación de candidatos a partir de sus percepciones de intensidad de dos sustancias, PROP y NaCl, se ha hecho siguiendo un método establecido por Linda Bartoshuk (34) mediante el cual se han categorizado de manera visual, según los gráficos obtenidos a partir de sus respuestas sobre la intensidad de los compuestos catados. Esta categorización ha sido testada por métodos de análisis estadístico (ANOVA multifactorial), y ha resultado presentar diferencias significativas entre los grupos, y tras comprobaciones posteriores, se ha verificado dicha clasificación.

Tras realizarla, se ha observado que hay un 23% de individuos que no perciben el PROP (No Catadores) y un 77% de individuos que sí lo hacen (con sensibilidad media o alta, Medio o Súper Catadores). Estos resultados coinciden con lo dicho por varios autores (Blakeslee, A.F., Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B y Tepper, B.J.), cuyos estudios revelan que en la población caucásica existe de un 70% de personas sensibles (52), (43) a un 75% (23).

En estos artículos también se indica que las mujeres son más sensibles que los hombres, sin embargo en este trabajo, la muestra de población no permite sacar conclusiones debido a que la mayoría (un 77% de los candidatos) son mujeres y tan sólo el 23% son hombres (un total de 5). A pesar de esto, de una manera aproximada, se han obtenido las siguientes proporciones según los sexos Figura 5.1:

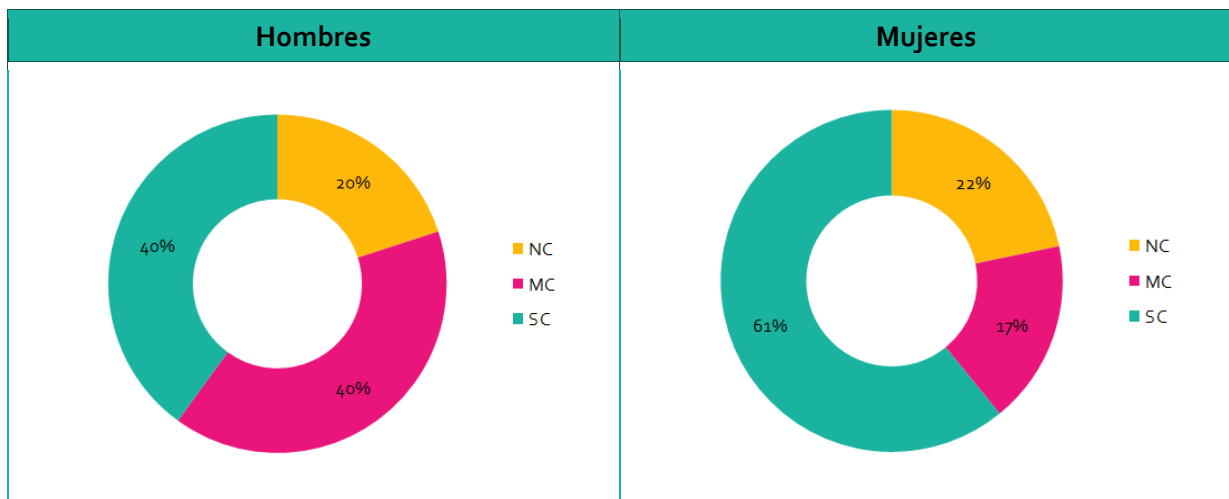


Figura 5.1. Proporción de Tipo de catador según sexo.

Los porcentajes de la muestra indican que en este caso entre las mujeres hay más de ellas que son SC (61% frente al 40% de los hombres). Sin embargo, para el total de personas sensibles (SC y MC), tanto en hombres como mujeres hay proporciones similares (80% en hombres y 78% en mujeres).

5.1.2. Relación de la clasificación con los gustos alimenticios

Las respuestas de la encuesta sobre gustos en determinados productos muestran que entre los SC existe mayor rechazo hacia los alimentos indicados (coles, brócoli, nabos, sabor picante, chocolate, café y té). También en el grupo de MC se ha visto que este tipo de alimentos disgustan a los individuos.

Esta información concuerda con toda la recogida por varios estudios sobre preferencias alimenticias según el tipo de catador, tal y como se ha explicado en el apartado 1.4.2 (Test de PROP para clasificar catadores).

Este hecho, a pesar de tener algunas consecuencias en la salud (el rechazo de determinados vegetales y el menor consumo de los mismos puede ir relacionado con la aparición de cáncer de colon, pero la sensibilidad mayor impide ingerir ciertos productos que podrían no ser del todo adecuados en grandes cantidades – alcohol, tabaco...), también implica que los jueces seleccionados tendrán mayor número de aversiones a ciertos alimentos, lo que dificultaría su trabajo, aunque no impide que puedan catarlos. La empresa debería tener este hecho en cuenta o avisar a sus jueces de qué tipo de alimentos se van a estudiar, ya que para la selección de un buen catador, una de las recomendaciones es que tenga la voluntad de probar distintos productos y que no esté condicionado por sus preferencias alimenticias.

5.1.3. Estudio de la eficacia del método para clasificar catadores

Para comprobar que el test de PROP es una herramienta eficaz para clasificar a las personas que lo ejecutan, es decir, que la categoría que resulta del estudio de las respuestas de un catador cuando se somete a este test se adecúa a las capacidades y habilidades de la misma, se realiza un análisis discriminante de la batería de datos de las pruebas de los umbrales de cada catador, pues son las concentraciones mínimas de sustancia necesaria por cada uno para detectar o identificar un sabor, permitiendo conocer la sensibilidad y la capacidad de percepción de los jueces a los distintos sabores, aspecto importante para un panel de cata.

Los resultados obtenidos mediante este análisis se recogen en el Anexo V, en el cual se pueden ver las tablas estadísticas y los coeficientes de la función de clasificador, en caso de desear predecir a qué grupo pertenece un catador sabiendo los valores de los umbrales.

La clasificación en las 3 categorías (NC – MC – SC) se puede predecir mediante una función discriminante con Valor-P menor que 0,05, es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95,0%. Puede verse la clasificación en la Tabla 5.1:

Tabla 5.1. Clasificación de los catadores según el análisis discriminante.

Actual catador	Tamaño de grupo	Catador predicho		
		NC	MC	SC
NC	5	4 (80,00%)	0 (0,00%)	1 (20,00%)
MC	6	0 (0,00%)	6 (100,00%)	0 (0,00%)
SC	14	1 (7,14%)	0 (0,00%)	13 (92,86%)

Según este análisis, se han clasificado correctamente el 92% de las predicciones en cuanto a tipo de catador. Hay 2 catadores a los cuales se les ha asignado una categoría que no les corresponde (según este análisis discriminante). Estos son: AMC (a quien el test de PROP clasificó como NC, se le asigna la categoría MC en umbrales. Sin embargo, teniendo en cuenta el resto de las pruebas a las que ha sido sometido, el conjunto de resultados concuerda con dicha categoría) y JSC (un SC a quien el análisis indica que le corresponde la clasificación de MC. Tal y como se verá más adelante en la Tabla 5.4, vemos que, de todos los SC, éste es el que peores resultados ha obtenido, tanto en las pruebas de umbrales como en el resto).

Según algunos estudios realizados sobre la metodología del test de PROP (53), la fiabilidad de las distintas técnicas analizadas es del 87% de media. En el presente estudio, con el procedimiento del uso de NaCl como estándar y tres ensayos a distintas concentraciones, se ha conseguido llegar a una correcta clasificación del 92%, superior en este caso a lo observado anteriormente. No obstante, según el artículo de referencia, la repetibilidad del test es del 72%, la cual cosa indica que en el 28% de los casos no se obtendrían los mismos resultados que los actuales.

5.2. DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS

5.2.1. Pruebas con resultados estadísticamente significativos

Tras hacer una batería de test sensoriales a los candidatos, se realiza un análisis de varianza simple, teniendo en cuenta los grupos de catadores establecidos previamente, para ver si hay diferencias significativas. Las pruebas en las que, mediante un análisis de varianza simple (ANOVA) se demuestra que existe una diferencia entre grupos, con un 90,0% de confianza son:

- Emparejamiento de sabores: los SC han tenido más aciertos que el resto, y en la versión difícil (concentraciones menores de las sustancias), han conseguido detectar e identificar correctamente más muestras que los NC en la versión fácil.
- Detección de sabores: para el umami y el dulce, los SC y MC han detectado el sabor a concentraciones menores que los NC.
- Identificación de sabores: las pruebas de los sabores metálico, umami y amargo han tenido resultados significativos. En los sabores umami y amargo, el umbral de SC es menor que de NC

(MC no presenta diferencias respecto a los otros). La mayor percepción del sabor amargo en SC ya ha sido documentada por varios autores, para sustancias tales como la cafeína (usada en esta prueba), isohumulona y quinina (32), y para el umami también ha sido directamente relacionada con el tipo de catador según PROP (54). Para el sabor metálico, a pesar de que existen diferencias significativas entre grupos, son los SC los que tienen un umbral de detección mayor, es decir, necesitan más concentración de la sustancia que aporta este sabor para poder identificarlo. En cambio, NC lo reconocen con mayor facilidad. En ningún artículo de los estudiados se hace referencia a este fenómeno, lo cual indica que se debería estudiar la relación entre el estatus con relación al PROP y la percepción del sabor metálico. Diferenciación de concentraciones: los SC y MC han obtenido mayor número de aciertos en la determinación de la concentración (igual o creciente) para los sabores ácido y dulce.

- Ordenación y escala para gomosidad: en la prueba en la que se evaluaba el atributo de gomosidad usando gelatina, tanto las aptitudes para la ordenación creciente de las muestras como para su asignación en una escala, los SC presentan mayores habilidades para ello. En el uso de escala, MC no difiere de SC ni de NC. Como ya se ha dicho en el punto 1.2.2 (Test de PROP para clasificar catadores) por la anatomía de la lengua y las fibras trigeminales, algunas sensaciones de textura, como la humedad y la resistencia a la fuerza, son más fáciles de identificar y evaluar. A pesar de que los resultados de las pruebas relacionadas con la viscosidad no han sido estadísticamente significativos, con las respuestas de los candidatos también se puede observar una mayor habilidad de los SC en ordenación y uso de escala, por sobre de MC y NC.
- Identificación de aromas: los candidatos de la categoría SC han sido capaces de identificar un mayor número de los aromas que se les han presentado en la prueba. La relación con el estatus de PROP no está documentada por ningún artículo, pero en este estudio se ha encontrado una correspondencia estadísticamente significativa.
- Discriminación de sabores en alimentos: en estas pruebas triangulares, los jueces clasificados como SC han tenido, en general para todas las dificultades, mayor número de aciertos tanto en las que se presentaron muestras saladas (puré con diferentes concentraciones de sal), como dulces (bizcocho con diferentes proporciones de azúcar). No hay diferencias significativas de MC con respecto a los otros, pero sí las hay entre NC y SC, siendo estos últimos los que mejores resultados tienen, tanto en la prueba fácil y difícil de dulce como en la moderada de salado (21), (36)
- Percepción del contenido graso: En cuanto a los resultados totales (versión fácil y difícil juntas), estadísticamente se presentan diferencias entre SC y NC. Los MC en cambio no difieren de los otros. En la prueba fácil, en la que las diferencias entre el contenido graso de las muestras eran mayores, los 3 tipos de catadores han obtenido resultados similares, acertando de manera muy parecida. Esto contradice un poco los resultados de la bibliografía (35), puesto que en los artículos estudiados, sí que se encontraban diferencias significativas en esos porcentajes

diferentes de grasa. Sin embargo, en la prueba difícil, en la que las muestras se parecían más en su proporción de aceite, sí que podemos ver que los catadores SC han sabido identificar y ordenar mejor las muestras. Esto indica que a grandes diferencias de aceite, el tipo de catador no influye en que pueda diferenciar las concentraciones y ordenarlas de manera creciente, sin embargo, cuando las diferencias son menores, serán SC, seguidos de MC, los más hábiles para la percepción de estos matices.

5.2.2. Análisis por componentes principales

Se ha realizado un análisis por componentes principales (PCA) de todos los datos obtenidos, con el objetivo de conocer qué variables (pruebas a las que se han sometido los candidatos) son más explicativas del conjunto, y poder estudiar cuáles de ellas son las que tienen una mayor importancia en describir cada grupo. Dicha metodología se basa en efectuar un cambio de variable en los datos de que se dispone, lo cual supone proyectar dichos datos sobre las direcciones de máxima información de los mismos (llamadas Componentes Principales, en adelante PCs) y, por tanto, poder representar tanto la información referente a las muestras como la referente a las variables originales en diagramas de dispersión cuyos ejes son los citados PCs (lo que permite tener siempre presente la cantidad de información que éstos representan).

Como el objetivo del trabajo consiste en analizar la efectividad del test de PROP como método de selección, en este PCA se va a dividir, para su estudio, la muestra en dos grupos: NC y MC por una parte y SC por la otra, para establecer qué características definen a ambos. Esto es debido a que en la hipótesis inicial, se considera que los Súper Catadores serían los seleccionados para formar parte del panel, por lo tanto, no vamos a tener en cuenta, en este análisis, diferencias entre NC y MC, puesto que ambas categorías serían rechazadas.

En la Figura 5.2, se muestran los gráficos del PCA para los dos primeros componentes principales, el PC1 y el PC2. En el gráfico de Variables (*Loadings*) se pueden ver qué pruebas (o variables) tienen más importancia en la definición de cada uno de los ejes, es decir, de las nuevas variables que se han calculado (denominadas PCs) que contienen la máxima información de los datos de que se dispone y, por lo tanto, cuáles de estas variables serían las más explicativas de la muestra estudiada. En el gráfico de Muestras (*Scores*), se presenta la información correspondiente a los individuos, en la que se observa una tendencia a lo largo de PC1 marcada por la caracterización de dichos individuos, según sean SC o no. El análisis conjunto de ambos gráficos permite determinar qué características o pruebas definen mejor la categoría del catador.

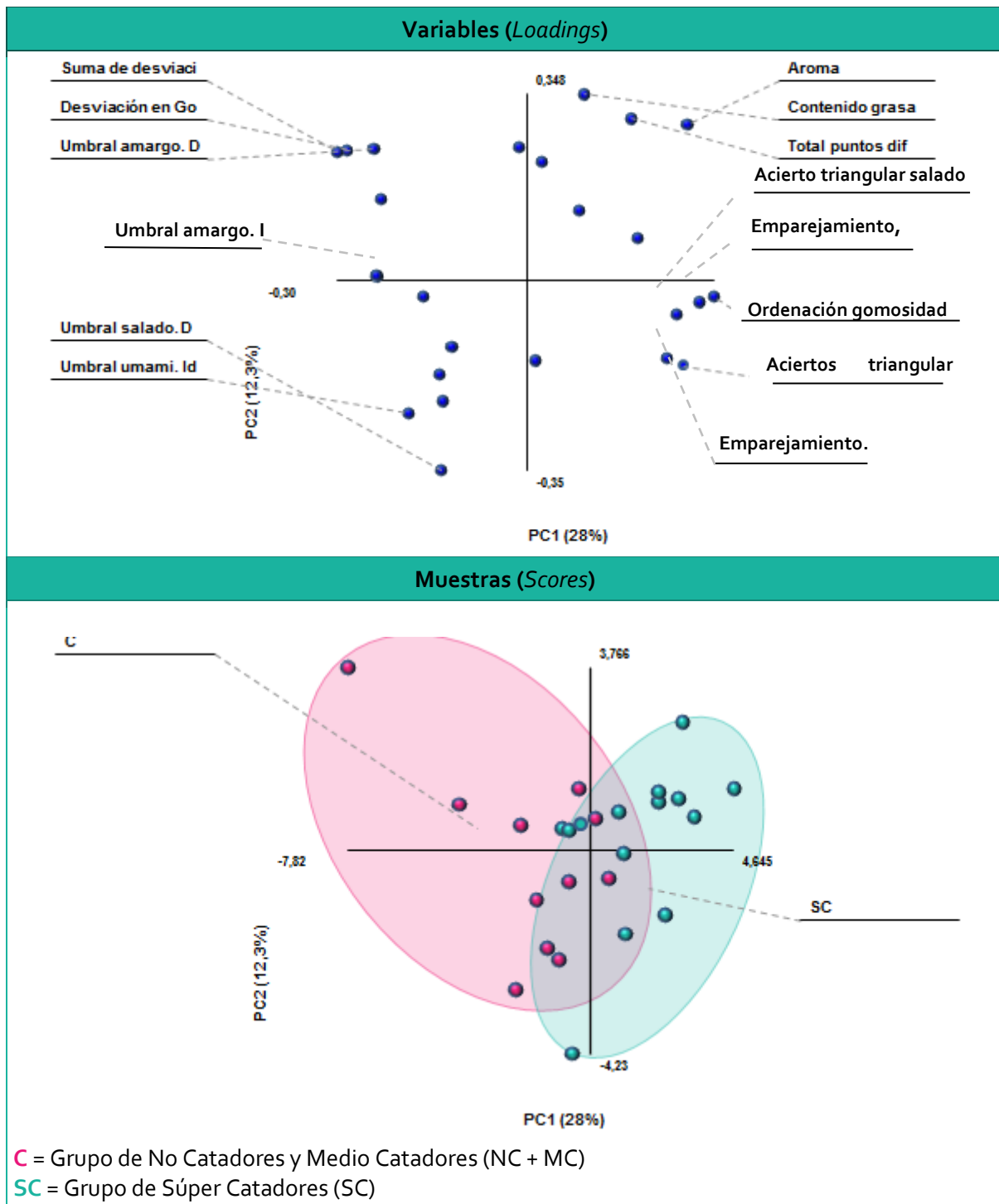


Figura 5.2. Gráficos de Variables (Loadings) y Muestras (Scores) del PC1 y PC2 resultantes del PCA de todas las variables para todos los candidatos.

Las dos nuevas variables definidas (los dos primeros PCs) permiten explicar el 40,3% de la información, el 28% aportada por el primer componente principal (PC1) y el 12,3% aportada por el segundo componente principal PC2. Este porcentaje corresponde a la cantidad de información que se puede extraer a través de dos variables linealmente independientes calculadas a partir de los datos obtenidos en el presente trabajo, un valor considerablemente alto sobre todo teniendo en cuenta que la muestra es muy heterogénea (formada por individuos diferentes) y que las variables

objeto de estudio son discretas, con lo que eso supone a la hora de definir estas direcciones de máxima variabilidad.

Este análisis permite eliminar las dificultades de comparar variables de distintas escalas y rangos, puesto que divide los datos por la desviación de cada una de ellas, lo cual evita modelar la información inherente a la unidad de medida o al factor de escala de dichos datos (información de poco interés en estudios como el que se plantea), tal como se puede ver en el Anexo V. Las pruebas cuyos resultados presentan máxima variabilidad (mayor información relevante) se encuentran en el eje horizontal, correspondiente al PC1. Esto significa que las pruebas que mejor definen al grupo de catadores se encuentran a los extremos de este eje. Una vez consideradas éstas, a lo largo del PC2 se encontrarían las otras variables importantes (pero menos importantes que las anteriores).

Tal como se ve en el diagrama de *Scores*, agrupación de las muestras en los dos grupos, a lo largo del eje horizontal, se encuentran los Catadores en un extremo y los SC en otro. Por lo tanto, existe una tendencia a lo largo de PC1 definida por la fuente de variabilidad "catador", la más importante en el estudio que se está efectuando según los datos utilizados en el mismo.

Visualizando el diagrama de *Loadings*, y comparándolo con la ubicación de los puntos de los SC en el diagrama de *Scores*, se observa que las pruebas para las que los SC han obtenido mejores resultados y que los caracterizan son: emparejamiento de sustancias (tanto en detección como en identificación) total de puntos obtenidos en la diferenciación de parejas en la prueba de umbral, percepción de los sabores salado y dulce en alimentos (mayor número de aciertos en las pruebas triangulares), y ordenación de la gomosidad. Además, se caracterizan por haber obtenido resultados bajos en los umbrales amargo, salado y umami, y en la desviación en el uso de escalas para los atributos de textura.

Los ensayos que no tienen tanta relevancia o que menos información aportan en el PC1 son los situados en la zona del centro del diagrama (próxima al origen de coordenadas), es decir, el de umbral de detección para los sabores ácido y metálico, en la ordenación de la viscosidad y en la versión difícil de la prueba del contenido graso. Sin embargo, sí que tienen valor, ya que la ordenada no es 0, por lo tanto, representan información relevante en la definición del PC2 (segunda variable más importante, independiente de PC1).

5.3. SELECCIÓN DE JUECES

5.3.1. Criterios de selección

Habiendo hecho los análisis estadísticos correspondientes a cada tipo de prueba, aparte de conocer si hay diferencias significativas entre tipologías de catadores (No Catadores – Medio Catadores y Súper Catadores), el objetivo del trabajo consistía en ver, según el procedimiento habitual usado en empresas, qué individuos son aptos para formar parte de un panel de cata. Habiendo establecido unos criterios de aceptación en cada uno de los apartados del Capítulo 3 (Materiales y métodos) y siendo resumidos en la Tabla 5.2 y habiendo determinado las medidas estadísticas

correspondientes. En la Tabla 5.3 se muestran cuáles son los candidatos, en base a sus puntuaciones y habilidades, que han superado cada prueba, y cuáles serían escogidos por una empresa para su propio panel sensorial.

Tabla 5.2. Criterios de aceptación de los catadores para todas las pruebas.

Prueba	Criterio de aceptación																					
Emparejamiento de sabores	Detección: acierta 6 de las 8 parejas (75% de aciertos).																					
Umbrales	<p>Umbral de detección: inferior o igual a la muestra 3 (Tabla 5.1.1) Umbral de identificación: inferior o igual al de la muestra 6. (Tabla 5.1.1) Diferenciación: acierto de los 2 pares de muestras iguales.</p> <p>Tabla 5.1.1. Umbral máximo (detección e identificación) para la selección de jueces.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sabor</th> <th>Umbral detección (g/L)</th> <th>Umbral identificación (g/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Salado</td> <td>0,24</td> <td>0,69</td> </tr> <tr> <td>Ácido</td> <td>0,2</td> <td>0,31</td> </tr> <tr> <td>Metálico</td> <td>0,008</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>Umami</td> <td>0,17</td> <td>0,34</td> </tr> <tr> <td>Dulce</td> <td>0,94</td> <td>2,59</td> </tr> <tr> <td>Amargo</td> <td>0,09</td> <td>0,14</td> </tr> </tbody> </table>	Sabor	Umbral detección (g/L)	Umbral identificación (g/L)	Salado	0,24	0,69	Ácido	0,2	0,31	Metálico	0,008	0,020	Umami	0,17	0,34	Dulce	0,94	2,59	Amargo	0,09	0,14
Sabor	Umbral detección (g/L)	Umbral identificación (g/L)																				
Salado	0,24	0,69																				
Ácido	0,2	0,31																				
Metálico	0,008	0,020																				
Umami	0,17	0,34																				
Dulce	0,94	2,59																				
Amargo	0,09	0,14																				
Test de Ishihara	Normovisión. Distingue los números de todas las fichas.																					
Percepción de textura	Obtiene una puntuación mínima de 2 sobre 3 (acierta los extremos y acierta o falla en el orden de las muestras centrales).																					
Uso de escalas	Desviación total inferior a 45 mm.																					
Identificación de aromas	Obtiene una puntuación mínima de 6 sobre 10 (60% de aciertos)																					
Discriminación de sabores en alimentos	Mínimo de aciertos 4 sobre 6.																					

Tabla 5.3. Aptitud de los catadores según los criterios de aceptación.

Tipo Catador	Nº Juez	ID	Recuento de APTOS (%)	Emparejamiento	Umbral Salado	Umbral Ácido	Umbral Metálico	Umbral Umami	Umbral amargo	Umbral dulce	Visión
NC	7	SGH	0,3125	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	Apto
NC	8	EPR	0,3125	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto	Apto
NC	9	IEC	0,25	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
NC	18	JNI	0,125	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
NC	20	AMC	0,3125	Apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
MC	4	ALP	0,375	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	Apto
MC	12	ANL	0,375	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	Apto	No apto	Apto
MC	14	AGF	0,1875	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto
MC	15	OMB	0,375	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
MC	16	REE	0,25	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto	"Apto"
MC	25	JGM	0,1875	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
SC	1	JSC	0,25	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	Apto
SC	2	RIB	0,6875	Apto	No apto	Apto	No apto	Apto	No apto	No apto	Apto
SC	3	LFH	0,4375	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	"Apto"
SC	5	MML	0,75	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto
SC	6	RCM	0,4666		No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	Apto
SC	10	GPN	0,625	Apto	No apto	Apto	No apto	No apto	Apto	No apto	Apto
SC	11	SPC	0,4545	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto
SC	13	GQC	0,625	Apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto
SC	17	AMD	0,8125	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto
SC	19	RTR	0,7333	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto
SC	21	XGS	0,8125	Apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto
SC	22	AFE	0,8	Apto	Apto	Apto	No apto	Apto	No apto	Apto	Apto
SC	23	ONI	0,4375	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto
SC	26	XR	0,4375	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	Apto

Tipo Catador	Nº Juez	ID	Recuento de APTOS (%)	Aromas	Escalas	Dureza	Viscosidad	Gomosidad	Perfil graso	Alimento - salado	Alimento - dulce
NC	7	SGH	0,3125	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	Apto	No apto
NC	8	EPR	0,3125	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto
NC	9	IEC	0,25	No apto	Apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto
NC	18	JNI	0,125	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto
NC	20	AMC	0,3125	No apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto
MC	4	ALP	0,375	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto	No apto	Apto	No apto
MC	12	ANL	0,375	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	Apto	No apto
MC	14	AGF	0,1875	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto
MC	15	OMB	0,375	No apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto
MC	16	REE	0,25	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto
MC	25	JGM	0,1875	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto
SC	1	JSC	0,25	No apto	No apto	No apto	Apto	No apto	Apto	No apto	No apto
SC	2	RIB	0,6875	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	No apto
SC	3	LFH	0,4375	No apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	No apto
SC	5	MML	0,75	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto
SC	6	RCM	0,4666	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto
SC	10	GPN	0,625	No apto	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
SC	11	SPC	0,4545	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto	No apto	No apto
SC	13	GQC	0,625	Apto	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	No apto
SC	17	AMD	0,8125	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
SC	19	RTR	0,7333	Apto	Apto	No apto		Apto	Apto	Apto	No apto
SC	21	XGS	0,8125	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto
SC	22	AFE	0,8	Apto	Apto	Apto	Apto		No apto	Apto	Apto
SC	23	ONI	0,4375	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto
SC	26	XR	0,4375	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	No apto	No apto	Apto

Los candidatos escogidos serían los que superan más del 60% de las pruebas, ya que interesa que sus habilidades no se limiten únicamente a un tipo de modalidad, ya sea tipología del test (triangular, ordenación, emparejamiento) ni capacidad (alta sensibilidad para sabores básicos, para discriminar sabores, para usar las escalas...).

5.3.2. Características de los candidatos seleccionados

En este caso, se forma un panel de 8 catadores: RIB, MML, GPN, GOC, AMD, RTR y AFE, los cuales han sido clasificados como "Aptos" en un 62,5 y 81,2 % de todas las pruebas. Es decir, estos 8 catadores han superado entre 10 y 13 pruebas del total de 16 a las que han sido sometidos. Este dato coincide con lo que se establece en la Norma ISO (8586:2012) (3) y en algunos artículos científicos (9), (55), en los cuales se recomienda reunir a un número de candidatos para realizar las pruebas de selección 3 veces mayor al del número de jueces con los que se desea formar el panel.

Este grupo de jueces tiene unos porcentajes de "Aptitud" (número de jueces aptos para dicha prueba entre todos los seleccionados) elevados (véase la Tabla 5.4)

Tabla 5.4. Porcentajes de aptos entre los jueces seleccionados.

	Emparejamiento	Umbral Salado	Umbral Ácido	Umbral Metálico	Umbral Umami	Umbral amargo	Umbral dulce	Visión
%	75,0	75,0	100,0	0,0	87,5	75,0	50,0	100,0
	Aromas	Escalas	Dureza	Viscosidad	Gomosidad	Perfil graso	Alimento - salado	Alimento - dulce
%	87,5	75,0	50,0	100,0	100,0	62,5	100,0	62,5

Todos los jueces seleccionados han sido considerados aptos para las pruebas de: umbral ácido, detectan este sabor a concentraciones de 0,2g de ácido cítrico/L e identificarlo en 0,32g/L, tienen normovisión, son capaces de distinguir los colores y no tienen ninguna alteración en los conos oculares, son capaces de percibir diferencias entre los atributos de textura de viscosidad y gomosidad, y de ordenarlas según intensidad, y son capaces de detectar en una muestra alimenticia (puré de patata en este caso) diferencias en la cantidad de sal.

Entre 6 y 7 de ellos (75 y 87,5%) son capaces de detectar e identificar diferentes sabores, al menos 6 de entre estos: ácido, amargo, salado, dulce, umami, astringente, metálico y neutro. También tienen un umbral de detección para el salado de 0,24g de sal/L y de identificación de 0,69 g/L, son capaces de detectar el umami a concentraciones de 0,17g de glutamato mono sódico, e identificarlo a 0,34g/L, el amargo tiene un umbral de detección de 0,09g de cafeína/L y de identificación de 0,14g/L. Estos jueces han podido identificar al menos 6 de entre los 10 aromas propuestos, a diferencia del resto de catadores, cuyos resultados no son tan buenos.

Las pruebas en las que son menos hábiles son: escala para la dureza, puesto que a pesar de haber ordenado correctamente las 2 manzanas según su dureza, sólo la mitad han empleado correctamente la escala, dejando la proporción adecuada entre las muestras y considerando un espacio para la colocación de muestras más o menos duras que las presentadas. En la percepción del

perfil graso del alimento, 5 de los 8 (el 62,5% de los catadores seleccionados) han sido considerados aptos, ordenando correctamente las muestras según su contenido de aceite. Cabe decir, no obstante, que sus resultados eran superiores a los de NC y MC en la versión difícil de esta prueba. El mismo número de jueces han sido aptos para la discriminación de sabor dulce, acertando al menos 4 de las 6 muestras diferentes en las pruebas triangulares.

Este grupo, sin embargo, tiene una carencia ya comentada anteriormente en el apartado de resultados 4.4 (Determinación de umbrales). Ninguno de ellos (al igual que el resto de SC) es apto para la detección e identificación del sabor metálico a bajas concentraciones. A pesar que alguno de ellos es capaz de detectar algún cambio de sabor en el agua con 0,005g de sulfato de hierro pentahidratado/L, no son capaces de identificar este sabor hasta concentraciones de 0,06g/L (al contrario que MC y NC que pueden detectarlo e identificarlo a menores cantidades de la sustancia en agua (algunos sólo necesitan 0,014 y 0,029g/L para identificarlo).

Todos estos jueces habían sido clasificados como Súper Catadores por el test de PROP, pero no al revés. No todos los SC han sido seleccionados. En la Tabla 5.5, se puede ver que éstos tienen un % de aptos mayor en todas las pruebas (excepto umbral metálico que es inferior –0%– y en las pruebas de textura: ordenación de la dureza y la viscosidad, en las que es similar) que el resto.

Tabla 5.5. Porcentajes de jueces clasificados como aptos en las pruebas.

	Emparejamiento	Umbral Salado	Umbral Ácido	Umbral Metálico	Umbral Umami	Umbral amargo	Umbral dulce	Visión
%Aptos Seleccionados	75,0	75,0	100,0	0,0	87,5	75,0	50,0	100,0
% Aptos SC	53,8	42,9	64,3	0,0	64,3	64,3	35,7	100,0
% Aptos MC -NC	9,1	0,0	45,5	36,4	0,0	9,1	9,1	100,0
% Aptos Total	33,3	24,0	56,0	16,0	36,0	40,0	24,0	100,0

	Aromas	Escalas	Dureza	Viscosidad	Gomosidad	Perfil graso	Alimento - salado	Alimento - dulce
% Aptos Seleccionados	87,5	75,0	50,0	100,0	100,0	62,5	100,0	62,5
% Aptos SC	64,3	64,3	35,7	92,3	92,3	50,0	71,4	50,0
% Aptos MC - NC	0,0	27,3	36,4	90,9	36,4	9,1	36,4	9,1
% Aptos Total	36,0	48,0	36,0	91,7	62,5	32,0	56,0	32,0

De entre los 14 SC, 8 de ellos (el 57%) han sido aceptados. Por lo tanto, los resultados del test de PROP no son definitivos para hacer una selección directa de los catadores pero, sin embargo, sí que sirven para acotar el número de candidatos entre los cuales podemos encontrar a los miembros que

formarán parte del panel y, por lo tanto, reducir el número de personas a las que se realizan pruebas complementarias, y aumentando la probabilidad de encontrar jueces aptos entre los pre-seleccionados.

5.3.3. Descripción de las aptitudes de los candidatos

Descripción del grupo clasificado como SC

En el apartado 5.3.2 (Características de los candidatos seleccionados), se ha formado un panel de 8 personas SC a partir de las pruebas realizadas. No obstante, si se quisiera ampliar la selección y contar con más jueces, se podrían bajar los requisitos, y aceptar aquellos que hayan obtenido más de 40% de "Aptitud" sobre el total de pruebas. De este modo, el panel contaría con 13 jueces, 8 de ellos los arriba mencionados. Del mismo modo que anteriormente, sólo está formado por SC, esta vez con 13 de los 14 que han sido clasificados como tal. Siguiendo este criterio, la única prueba necesaria para la formación del panel de cata sería el test de PROP.

Sin embargo, esta nueva formación tiene mayores carencias que el panel de 8 miembros (tal y como se puede comprobar en la Tabla 5.5, que compara el % de aptos entre el grupo anterior de 8 jueces – Aptos seleccionados – y el grupo que se forma si se amplía la selección – Aptos SC -), puesto que para cada prueba, hay un % menor de personas que la han superado, es decir, encontramos a más catadores que no son aptos o que no poseen (todavía) dicha habilidad. Las pruebas en las que disminuye la capacidad del panel (en su conjunto) para la evaluación sensorial son: emparejamiento, umbral umami y amargo, aromas y discriminación del sabor salado, en el que pasan a ser porcentajes del 64 al 53 %, aunque en número de catadores, son los mismos los que son aptos, puesto que incluimos a los SC escogidos anteriormente. También lo hacen en las pruebas de umbral salado y dulce, escalar la dureza y discriminación del contenido graso, en las únicamente del 37 al 50% de los catadores son aptos. El panel será competente de la misma manera (no varía –o lo hace muy poco - el porcentaje de aptos) en las pruebas de visión, viscosidad y gomosidad. El umbral amargo del grupo tampoco disminuye, existe un 0% de personas aptas para esta prueba.

Si se tienen en cuenta los resultados del test de PROP y se escoge a todos los SC, en general disminuye la capacidad sensorial del panel para las diferentes pruebas. Debido a esto, posteriormente deberá aumentarse el entrenamiento de dicho panel para mejorar su actuación y aumentar sus habilidades. Si se hace, posiblemente la inversión (en tiempo y dinero) que se ha evitado sustituyendo el test de PROP se deba realizar en este momento, contratando a un profesional que se encargue de la formación de los jueces, adquiriendo sustancias y productos para el entrenamiento (disponiendo de un tiempo que se ahorraría si los candidatos partieran de unas buenas bases sensoriales, gracias a su selección). Con estas consideraciones, se deberá valorar, en cada caso, la vía más adecuada para cada empresa, si se realizan más pruebas de cribado entre los clasificados como SC, seleccionando a los que tienen más habilidades y capacidades –los cuales también deberán recibir un entrenamiento y unas bases que permitan mejorar la performance del panel en su conjunto–, o bien se forma un panel mayor aunque con menor sensibilidad.

Descripción del grupo clasificado como NC y MC

Las personas que, según el test de PROP, son No Catadores y Catadores Medios, no son escogidas para formar parte del panel de cata, debido a que ninguno de ellos tiene una aptitud adecuada para ello. Para todo este grupo, tal y como se muestra en la Tabla 5.5, el máximo porcentaje de pruebas que han superado es de 37,5%, es decir, de los 16 test diferentes a los que se han sometido, como máximo han superado 6 (3 de los 6 MC). De media, las 11 personas de este grupo, formado por NC y SC, han sido consideradas aptas en el 28% de todas las pruebas, es decir, han superado únicamente 4 o 5 de ellas.

Por esta razón, no serían seleccionadas para formar parte del panel, ya que se desea que las personas que catan los alimentos tengan unas habilidades mínimas de sensibilidad sensorial, en varios tipos de pruebas, umbrales de sabores, textura, escalas... como se ha comentado anteriormente. Si observamos los porcentajes de personas aptas, dentro de los MC y NC (Tabla 5.5) vemos que son considerablemente menores que los de SC, por lo que en este caso, el test de PROP ha tenido una utilidad clara: descartar a aquellos que no son válidos para entrar al panel, para conocer qué personas de entre los candidatos no serán seleccionadas debido a sus capacidades sensoriales.

Este grupo tiene 3 aspectos a destacar: primero, es que en la prueba del umbral del sabor metálico, tanto para detección como identificación, han obtenido resultados más bajos que SC, por lo tanto, son más sensibles para este sabor. Esto supone una ventaja respecto al grupo de SC, no obstante, no es determinante para seleccionarlos, puesto que en el resto de las pruebas, su capacidad sensitiva es menor. El segundo aspecto está relacionada con esto, puesto que en casi todas las pruebas tienen menores resultados y aptitudes excepto en dos: la prueba de viscosidad y el test de Ishihara: el grupo de NC y MC está al mismo nivel que SC en lo que al % de personas de personas aptas para dichas pruebas se refiere. Por último, la prueba en la que destacan es en el umbral de ácido, sabor para el cual muchos de ellos presentan umbrales de detección e identificación lo suficientemente bajos como para ser considerados aptos para la prueba. Por supuesto, estos dos últimos puntos no determinarán su selección, puesto que debe analizarse el conjunto de toda la batería de test realizados.

5.4. RESOLUCIÓN DE LA HIPÓTESIS

5.4.1. Aceptación de la hipótesis inicial

El objetivo de este trabajo consistía en comprobar si el test de PROP, prueba consistente en clasificar a las personas que lo realizan según su capacidad perceptiva en tres grupos, Súper Catadores, Medio Catadores y No Catadores, podría sustituir una batería de pruebas de selección, de aptitud organoléptica, para participar en un panel de cata. Se deseaba comprobar que los Súper Catadores superarían dicho proceso y serían aceptados para formar parte del grupo de jueces sensoriales.

Las pruebas que refuerzan la hipótesis consisten en que la clasificación de catadores se ha efectuado de manera correcta, con un análisis discriminante, y que se ha verificado, a través de análisis de varianza, que existen ciertas diferencias significativas entre los tres grupos, observando que en numerosos casos (a excepción del umbral para el sabor metálico como más representativo), los SC han obtenido mejores resultados que el resto. El test de PROP parece una buena opción para determinar qué personas, dentro del grupo de candidatos, son aptas para la formación de un panel sensorial.

Sin embargo, hay algunos aspectos que no sustentan este planteamiento. En determinadas pruebas no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos, ya que tienen habilidades similares. Además, no son seleccionados todos los candidatos clasificados como SC. De entre ellos, el 57% serían aceptados para formar parte del panel de cata, por haber resultado aptos en un número mayor de pruebas, según los criterios establecidos.

Por lo tanto, la hipótesis se ve parcialmente confirmada, puesto que el test de PROP resulta una herramienta útil para clasificar a los candidatos por habilidades, y así determinar los jueces que son potencialmente elegibles para formar parte del panel, aunque el 40% de ellos serán rechazados posteriormente.

5.4.2. Alternativa propuesta

A la vista de estas observaciones sobre la eficacia del test de PROP, se ha realizado otro modelo de análisis de componentes principales (PCA) sobre las variables que definen el grupo de SC, para estudiar cuáles aportan mayor información y poder escoger aquellas que permiten distinguir mejor los SC que formarán parte del panel de los que no, es decir, aquellas que permitan conseguir una selección más ajustada de los catadores dentro del grupo SC, si se realizan a continuación del test de PROP.

En la Figura 5.3, aparecen los diagramas de Variables (*Loadings*) y Muestras (*Scores*). En el diagrama de *Loadings* se muestran los dos primeros componentes principales y las variables que más información aportan en su definición, situadas en las zonas correspondientes a los extremos de los ejes. En el segundo (muestras), se observa la distribución de los catadores y su agrupación según han sido seleccionados o no.

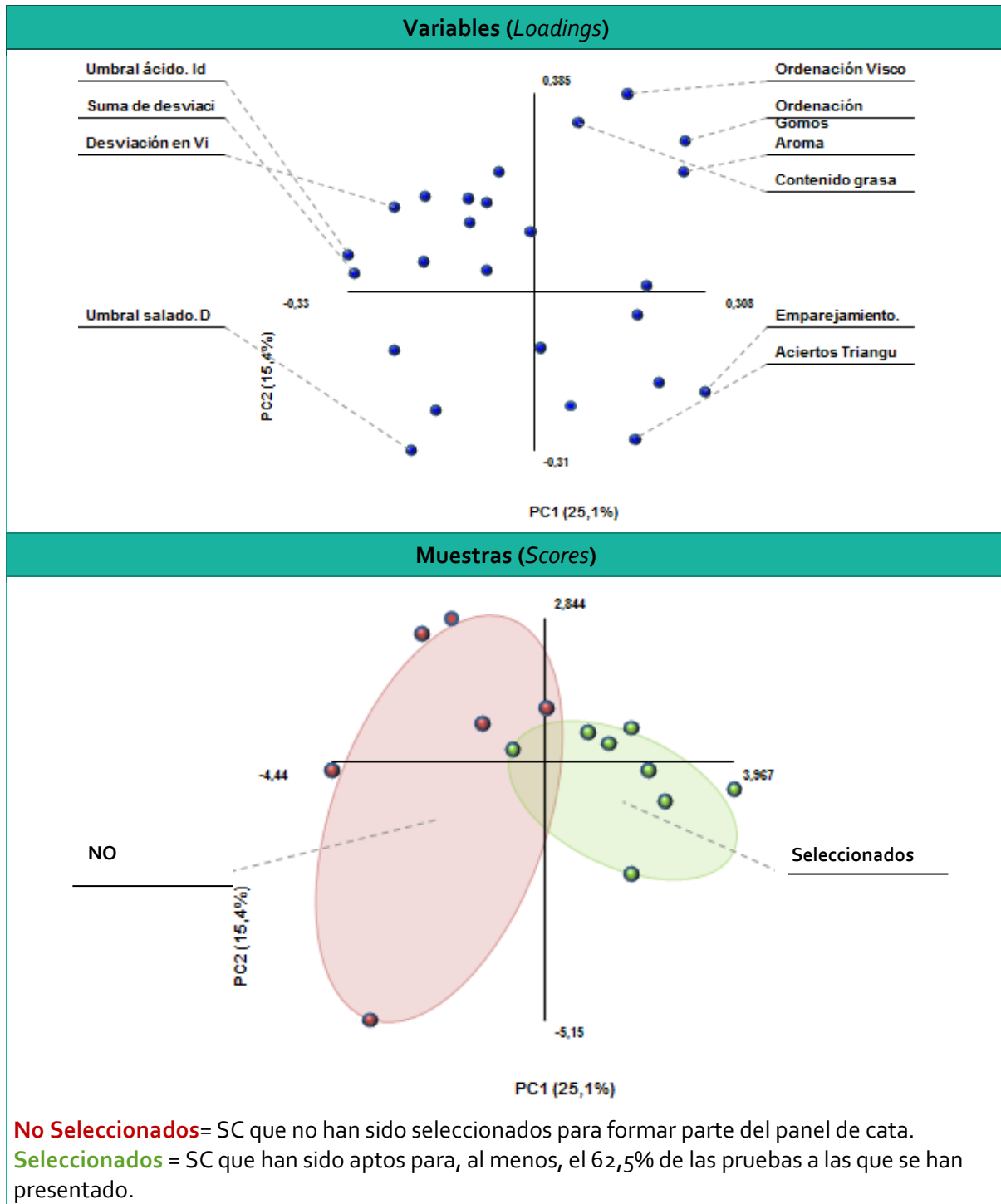


Figura 5.3. Gráficos de Variables (Loadings) y Muestras (Scores) del PC1 y PC2 resultantes del PCA de todas las variables en los SC.

Las dos nuevas variables que definen los ejes de los dos diagramas explican el 40,5% de la información. El PC1 explica el 25,1% y el PC2 explica el 15,4%. Tal y como se puede apreciar en la Figura 5.3, en el diagrama de muestras se ve una tendencia horizontal que determina los dos grupos de muestras que se están considerando, el de aquellos SC que han sido seleccionados (derecha) y el de los que no formarían parte del panel de cata (izquierda).

Gracias al gráfico de Variables, se puede estudiar qué variables definen a cada grupo y, por lo tanto, determinar cuáles son las que aportan más información sobre este. Dichas variables o pruebas serán las propuestas para realizar tras el test de PROP y conseguir la mayor información posible de los catadores con el menor número de test, ya que serán seleccionados los más significativos.

Dado que la distribución de los grupos Seleccionados – No seleccionados es horizontal, se tendrá en cuenta el PC1 para la selección de las variables más explicativas. Tal y como se puede ver, los Seleccionados son hábiles en la prueba de emparejamiento, ordenación de muestras para el atributo de gomosidad, percepción del contenido graso, discriminación del sabor salado en muestras alimenticias, tienen unos umbrales para determinados sabores bajos y una desviación baja al marcar la posición de las muestras en el uso de escalas.

De entre estas pruebas, se pueden escoger 2 o 3 más representativas. Se propone realizar, de manera secuencial, las siguientes pruebas:

- Emparejamiento de sabores, con 8 muestras diferentes, para su detección (unión del par correcto) e identificación (indicación de su sabor). Esta prueba servirá como segundo cribado, y determinará los SC de los cuales se puede prescindir.
- A escoger, según la empresa y la tipología de alimentos a evaluar y los sabores que predominan en el alimento o que se desean percibir:
 - Prueba de umbrales de detección e identificación, para los sabores seleccionados (a concentraciones menores que la prueba de emparejamiento, que habrán superado previamente).
 - Prueba de percepción del contenido graso, que permita conocer la habilidad para distinguir diferentes contenidos en aceite o grasa de una muestra.
- Capacidad en el uso de escala sobre algún atributo de textura, con un par de muestras de referencia indicando los extremos y estudiando la desviación en la colocación de las muestras a catar.

De este modo, de una batería inicial de 13 pruebas diferentes que se realizan sobre el conjunto de los candidatos que se presentan voluntarios, se reduce el número de las mismas a 4, siendo una de ellas el test de PROP, que permite, a su vez, reducir el número de individuos a un 50% del inicial.

En la Figura 5.4 se puede ver un esquema del procedimiento propuesto.

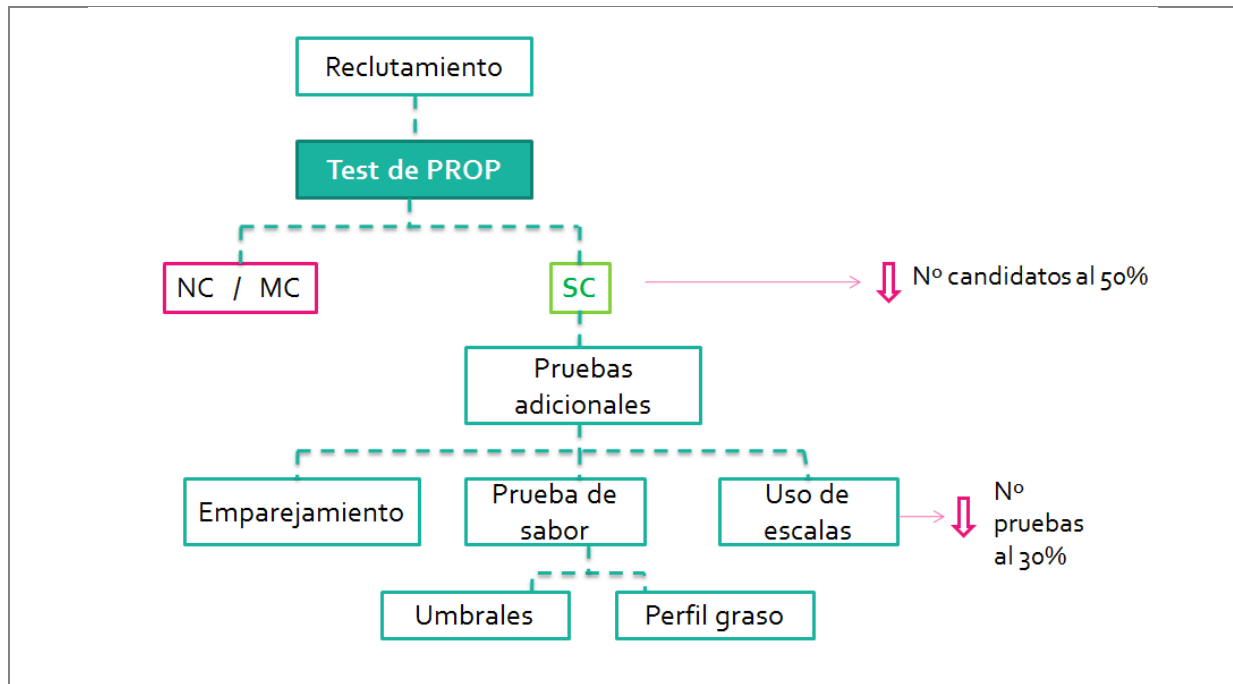


Figura 5.4. Propuesta de proceso de selección.

5.4.3. Limitaciones

Este Trabajo de Final de Grado se ha desarrollado con todas las herramientas al alcance, tanto a nivel de recursos económicos (cantidad y tipología de muestras), personales (número de voluntarios presentados para ser candidatos a juez, motivados para pasar por todo el proceso de selección, tiempo disponible) y de conocimientos (nociones previas de la evaluación sensorial, investigación realizada, síntesis y contraste de información).

Sin embargo, como en cualquier estudio que un profesional pueda llevar a cabo, la existencia de factores que escapan al control o a la previsión, hace que existan unas limitaciones que pueden afectar a las conclusiones a las que se llegarán en este trabajo.

- La principal limitación es el tamaño de la muestra. El número de personas que se han presentado al estudio ha sido de un total de 26 con 1 baja, lo que lleva a terminar el estudio con 25 candidatos.
 - ✖ Este número no es suficiente como para seleccionar, de entre estos candidatos un panel formado por al menos 20 personas (como ya se ha visto anteriormente, se necesitan unas 12 personas para hacer una cata, pero debe haber más en el panel, para poder hacer una rotación y tener alternativas cuando alguien enferma o no puede asistir). Eso significaría que para formar el grupo de jueces, deberíamos aceptar a casi todos los candidatos, por lo tanto, aceptaríamos personas con umbrales bajos y poca capacidad discriminadora. Según todos los procesos, necesitamos al menos 2n o 3n candidatos, para poder elegir los n catadores más adecuados entre ellos.
- Para hacer los análisis estadísticos, el tamaño muestral es muy reducido, para poder ajustarlo a una distribución normal y poder inferir los datos a la población. La división entre categorías de

catadores (No Catadores, Medio y Súper), como se ve en el apartado 4.2.1 (Clasificación de candidatos) ha partido el total en tres grupos pequeños, dos de ellos de 6 integrantes, lo que complica de nuevo la extrapolación, ya que no es una muestra significativa y representativa.

Esto podría solventarse haciendo varias repeticiones de cada test, ya que de este modo, analizando las medias de cada repetición, se obtiene un resultado equivalente pero de mayor precisión y se ajusta mejor a una distribución normal, según el Teorema del Límite Central.

No obstante, por cuestiones de personal (los voluntarios deben estar dispuestos a asistir al menos a 3 sesiones de la misma prueba, teniendo un número ya alto de ellas) y de tiempo (el estudio se realiza en un periodo de 6 meses, y se deben repartir las sesiones de modo que no causen fatiga a los candidatos, que estén disponibles y no tengan incompatibilidades con sus exámenes), esto no se ha podido llevar a cabo.

- El número de pruebas, y por lo tanto, la tipología de las mismas, se ha tenido que reducir frente a la planificación inicial, debido al calendario académico (ya que se debe compaginar con exámenes y prácticas en la Universidad o en empresas) y a la limitación temporal de algunos participantes (inicio de periodo de trabajo o estancia en el extranjero)
- El perfil de los candidatos también constituye un sesgo importante, ya que en su mayoría se trata de estudiantes de entre 20 y 25 años del grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, o personas de 45-55 años que no tienen relación con este ámbito. En las empresas, según la tipología de estudios que se deseen desarrollar, se requerirá o bien personal cualificado y experto en temas de alimentación, o bien consumidores de todo tipo de perfiles que puedan aportar información representativa de los gustos del general de la población. Por lo tanto, las características de los candidatos actuales no se ajustan perfectamente a estos parámetros.
- Algunas sustancias puras para la elaboración de muestras y disoluciones no han podido adquirirse, debido a que la disponibilidad de los recursos económicos no es compatible con la adquisición de dichos compuestos, que suelen tener un precio muy elevado debido al alto grado de purificación.
 - * No se ha podido estudiar la sensibilidad de los jueces al sabor picante, ni el umbral ni la capacidad discriminadora en diferentes alimentos. La percepción de este sabor está muy relacionada con la característica de Súper Catador, por lo tanto, habría sido interesante ver las diferencias entre grupos para esta sustancia.
 - * Tampoco se ha hecho el estudio de aromas que recomienda la normativa, que permite conocer también el umbral de detección para determinados compuestos, ya que éstos no estaban disponibles. Se ha optado por trabajar con un Kit previamente adquirido de aromas para el entrenamiento de catadores de vino.

Para garantizar la asistencia de los aspirantes, se deben tener en cuenta sus preferencias alimenticias, por lo que algunos productos que en el planteamiento iban a ser usados como

muestras que podían aportar cierta información importante han tenido que ser sustituidos por otros o eliminados.

5.4.4. Propuestas de futuro

Los ensayos que se han realizado en el presente Trabajo de Final de Grado aportan información útil que ha permitido avanzar en el estudio del método presentado como alternativa para el proceso habitual de selección de jueces.

Se presentan a continuación diversas propuestas, con el objeto de ampliar los conocimientos sobre el test de PROP como vía de selección, para contrastar información y poder comprobar su eficacia. La selección de buenos catadores es la fase más importante de la evaluación sensorial. No es de extrañar encontrar resultados sorprendentes consecuencia de un estudio sensorial en el que los jueces no fueron correctamente seleccionados.

- Repetir el estudio con una muestra mayor y más representativa de la población. El tamaño mínimo sería de 120 personas, de modo que al ser clasificadas en tres categorías, cada grupo tuviera al menos 30 candidatos. Además, la elección de los voluntarios debe ser más amplia en cuanto a rangos de edad, educación, profesión, etc. Y más homogénea en cuanto a sexos que en el presente trabajo. Al aumentar el tamaño muestral, se incrementará el valor estadístico de los resultados.
- Realizar todas las pruebas a las que son sometidos los catadores 3 veces. Con la media de estas repeticiones, se obtiene una mayor precisión en los resultados, que además se ajustarán a una distribución normal, según el Teorema del Límite Central. Además, esto permite comprobar si existe repetitibilidad o si las respuestas de un mismo catador varían mucho entre sesiones.
- Añadir otros test que permitan evaluar distintas cualidades sensitivas de los jueces. Por ejemplo, evaluar nuevos sabores (según algunos artículos, la naringenina, octaacetato de sacarosa también están relacionados con el tipo de catador (56), así como el sabor ácido del jugo de limón, vinagre, *sauerkraut*, y el grado de carbonatación (57), el sabor picante que no ha podido ser evaluado en este estudio), o nuevos atributos de textura (la cremosidad –que según otros artículos es una característica importante de los SC–, la granularidad y la arenosidad). También se propone incorporar nuevas tipologías de pruebas, si se desea comprobar la actuación de los jueces en las diversas modalidades de cata.
- Comprobar en paneles ya existentes la categoría de los integrantes que los forman mediante el test de PROP, para verificar si en ellos predominan los SC. Si fuera así, se reforzaría el uso de este método para su selección, ya que se confirmaría que, por una vía alternativa, también se han escogido a SC para participar en el panel.

Capítulo 6. CONCLUSIÓN

Este trabajo tenía como objetivo estudiar la viabilidad del test de PROP como una prueba alternativa para el proceso de selección de un panel de jueces sensoriales.

La hipótesis planteada era:

“Las personas que en el test de PROP son clasificadas como Súper Catadores, tienen una mayor capacidad para la percepción sensorial, por lo tanto, serían aceptados en un proceso estándar de selección de jueces, mientras que aquellos categorizados como Catadores Medios o No Catadores, serían rechazados en dicho proceso”.

Tras realizar las pruebas habituales para conocer las habilidades de los candidatos, y contrastar dichos resultados con la clasificación efectuada a partir del test de PROP en 3 grupos (No catadores, Medio Catadores y Súper Catadores), se han alcanzado las siguientes conclusiones:

1. El test de PROP es un método eficaz para categorizar a los catadores en 3 clases, según su sensibilidad a los distintos sabores, tal y como ha mostrado el análisis discriminativo, que muestra una clasificación correcta del 92% de los individuos.
2. Se han visto diferencias estadísticamente significativas entre los SC (con mejores resultados) y el resto de catadores en los siguientes test:
 - Emparejamiento de sabores
 - Umbral de detección: dulce, umami y metálico
 - Umbral de identificación: umami y amargo
 - Ordenación de texturas
 - Uso de escala en muestras con distinta gomosidad
 - Percepción del perfil graso
 - Identificación de aromas
 - Discriminación del sabor dulce y salado en pruebas triangulares
3. De un grupo de 25 personas se ha seleccionado un panel de 8 jueces, siguiendo unos criterios de aptitud para cada una de las pruebas. Todos los miembros del panel son SC. Esto señala que el test de PROP es una buena herramienta para la selección.
4. No todos los SC han sido escogidos como jueces, con lo que se colige que el test de PROP, aunque eficaz, no es un método directo para la selección. Se propone ser usado como método de criba inicial, para reducir el número de candidatos únicamente al grupo de SC, aumentando de este modo el número de personas aptas entre ellos.

5. Las pruebas que se proponen a continuación de este test son aquellas que aportan más información sobre las características sensoriales de cada individuo (conocidas a partir de un PCA): emparejamiento de sabores, prueba de umbrales con sustancias características del producto a analizar o discriminación del perfil graso, y capacidad de uso de escalas en atributos de textura.

6. Se proponen una serie de vías para la mejora del presente estudio, además de otras características sensoriales a evaluar y verificar si existe relación con la clasificación realizada por el test de PROP.

Bibliografía

1. Murray J, Delahunty C., Baxter I. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Res Int.* 2001 Jan;34(6):461–71.
2. Sancho J, Bota E, Castro JJ. Introducción al análisis sensorial de alimentos. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona; 1999. 117-119 p.
3. AENOR. Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos. UNE-ISO. España; 2014;(8586:2012).
4. Luque MJ, Fernández MD, Díez MA. Directrices para la administración y puntuación del test de Mansworth-Munsell en 100 tonos. Departamento de I. Óptica de la Universidad de Valencia.; 2001.
5. AENOR. Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas. UNE-ISO. España; 2006;(4121:2003).
6. AENOR. Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura. UNE-ISO. España; 1996;(87025:1996).
7. AENOR. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata. UNE-ISO. España; 2010;(8589:2007).
8. Varela P, Ares G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Res Int.* 2012 Oct ;48(2):893–908.
9. Costell E, Duran L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación y selección de jueces y diseño estadístico. Vol. 21, *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 1981. p. 454–70.
10. Ares G. Methodological challenges in sensory characterization. *Curr Opin Food Sci.* 2015 Jun;3:1–5.
11. Wittes J, Turk A. The selection of judges for discrimination panels . 44th ed. ASTM. A symposium presented at 70th AM, editor. ASTM Special Technical publication; 1968. 45-59 p.
12. Minim VPR, Simiqueli AA, da Silva Moraes LE, Gomide AI, Minim LA. Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. *Food Qual Prefer.* 2012 Apr [cited 2015 May 2];24(1):190–200.
13. Ares G, Varela P, Rado G, Giménez A. Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavoured powdered drinks. *Int J Food Sci Technol.* 2011;46:1600–8.
14. Pagès J, Cadoret M, Le S. The sorted napping: a new holistic approach in sensory evaluation. *J Sens Stud.* 2010;25:637–58.
15. Albert A, Varela P, Salvador A, Hough G, Fiszman S. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA®, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. *Food Qual Prefer.* 2011;22:463–73.
16. Lawless HT. A comparison of different methods used to assess sensitivity to the PTC. *Chem senses.* 1980;5:257–256.
17. Blakeslee AF, Fox AL. Our different taste worlds. *J Hered.* 1932;23(3):97–107.
18. Harris H, Kalmus H. The measurement of taste sensitivity to PTC. *Ann Eugen.* 1949;15(1):24–31.
19. Stevens SS, Galanter EH. Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *J Exp Psychol.* 1957;54:377–411.
20. Bartoshuk LM. Bitter taste of saccharin: related to the genetic ability to taste the bitter substance 6-n-propylthiouracil. *Science (80-).* 1979;205(4409):934–5.

21. Bartoshuk LM. Sweetness: history, preference and genetic variability. *Food Technol.* 1991;45:108–13.
22. Reed DR, Bartoshuk LM, Miller IJ, Duffy VB, Lucchina LA. Localization of a gene for bitter taste perception to human chromosome. *Am J Hum Genet.* 1999;64:1478–80.
23. Kim UK, Drayna D. Genetics of individual differences in bitter taste perception: lessons from PTC gene. *Clin Genet.* 2004;67:275–80.
24. Bufe B, Breslin PA, Kuhn C, Reed DR, Slack PT. The molecular basis of individual differences in phenylthiocarbamide y 6-n-propylthiouracil bitterness perception. *Curr Biol.* 2005;15:322–7.
25. Orrù R, Atzori E, Padiglia A. Development of a molecular method for the rapid screening and identification of the three functionally relevant polymorphisms in the human TAS2R38 receptor gene in studies of sensitivity to the bitter taste of PROP. *Springerplus* . SpringerOpen; 2015 Jan;4(1):246–55.
26. Tepper B, Banni S, Melis M, Crnjar R, Tomassini Barbarossa I. Genetic Sensitivity to the Bitter Taste of 6-n-Propylthiouracil (PROP) and Its Association with Physiological Mechanisms Controlling Body Mass Index (BMI). *Nutrients* . 2014;6(9):3363–81.
27. Hayes JE, Bartoshuk LM, Kidd JR, Duffy VB. Supertasting and PROP bitterness depends on more than the TAS2R38 gene. *Chem Senses.* 2008;33:255–65.
28. Matsuo R, Yamauchi Y, Morimoto T. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Crit Revis Oral Biol Med.* 2000;11(3):216–9.
29. Melis M, Atzori E, Cabras S, Zonza A, Calò C, Muroli P, et al. The Gustin (CA6) gene polymorphism, rs2274333 (A/G), as a Mechanistic Link between PROP Tasting and Fungiform taste papilla density and maintenance. *PLoS One.* 2013;8(9):1–15.
30. Tepper BJ. 6-n-Propylthiouracil: a genetic marker for taste, with implications for food preference and dietary habits. *Am J Hum Genet* . 1998 Nov;63(5):1271–6.
31. Drewnowski a., Rock CL. The influence of genetic taste markers on food acceptance. *Am J Clin Nutr.* 1995;62(3):506–11.
32. Hall MJ, Bartoshuk LM, Cain WS, Stevens JC. PTC taste blindness and the taste of caffeine. 1975;253:242–53.
33. Mela DJ, Marshall RJ. Isohumulones: influence of sex and thiourea taster status. *Chem Senses.* 1990;15:485–90.
34. Bartoshuk LM, Duffy VB, Miller IJ. PTC/PROP tasting: anatomy, pshychophisics and sex effects. *Physiol Behav.* 1994;56:1165–71.
35. Tepper BJ, Nurse RJ. Fat perception is related to PROP taster status. *Physiol Behav.* 1997;61(6):949–54.
36. Gent JF, Bartoshuk LM. Sweetness of sucrose, neohesperidin dihydrochalcone, and saccharin is related to genetic ability to taste the bitter substance 6-n-propylthiouracil. *Chem Senses.* 1983;7:265–73.
37. Prescott J, Stevenson R. Effects of oral chemical irritation on tastes and flavors in frequent and infrequent users of chili. *Physiol Behav.* 1995;58(6):1117–27.
38. Tepper BJ. Nutritional implications of genetic taste variation: the role of PROP sensitivity and other taste phenotypes. *Annu Rev Nutr.* 2008;28:367–88.
39. Hall MJ, Bartoshuk LM, Cain WS, Stevens JC. PTC taste blindness and the taste of caffeine. *Nature.* 1975;253:442–3.
40. Gayathri DA, Ahlstrom Henderson S, Drewnowski A. Sensory acceptance of Japanese green tea and soy products is linked to genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil. *Nutr Cancer.* 1997;29:146–51.
41. Milunková J, Jandová A, Skoda V. Phenylthiocarbamide tasting ability and malignant tumours. *Hum Hered.* 1969;19:398–401.

42. Barbarossa IT, Carta G, Murru E, Melis M, Zonza A, Vacca C, et al. Taste sensitivity to 6-n-propylthiouracil is associated with endocannabinoid plasma levels in normal-weight individuals. *Nutrition*. 2013;29(3):531–6.
43. Duffy VB, Peterson JB, Bartoshuk LM. Associations between taste genetics, oral sensation and alcohol intake. *Physiol Behav*. 2004;82(2-3):435–45.
44. AENOR. Análisis sensorial de Alimento. Metodología. Guía General. 2008;UNE-ISO.(8856:2005):España.
45. Tepper BJ, Christensen CM, Cao J. Development of brief methods to classify individuals by PROP taster status. *Physiol Behav*. 2001;73(4):571–7.
46. Lawless H. Comparison of different methods used to assess sensitivity to the taste phenylthiocarbamide. *Chem Senses*. 1980;5:247–56.
47. Bartoshuk LM. Comparing sensory experiences across individuals: recent psychophysical advances illuminate genetic variation in taste perception. *Chem Senses*. 2000;25(4):447–60.
48. Zheng CJ, Hoffman HJ, Lucchina LA, Bartoshuk LM, Weiffenbach JM. Comparison of Green Scale versus Magnitude Estimation for Taste Perception. *Ann New York Acad*. 1998;885:820–2.
49. Green BG, Dalton P, Cowart B, Shaffer G, Ranking K, Higgins J. Evaluating the “Labeled Magnitude Scale” for measuring sensations of taste and smell. *Chem senses*. 1996;21(323-324).
50. AENOR. Análisis sensorial. Metodología. Método de investigación de la sensibilidad gustativa. UNE-ISO. España; 2014;(3972:2011).
51. Ishihara. The series of Plates Designed as a Test for Colour-Blindness. 38 Plates . 1995.
52. Bartoshuk LM, Duffy VB, Miller IJ. PTC/PROP tasting: anatomy, psychophysics and sex effects. *Physiol Behav*. 1994;56(6):1155–71.
53. Tepper BJ, Ranking K, Godinot N, Christensen CM. Assessment of different methods for 6-n-propylthiouracil status classification. In: Prescott J, editor. *Genetic Variation in taste sensitivity*. Marcel Decker; 2004. p. 63–88.
54. Perception of basic tastes and threshold sensitivity. *Potraniva*. 2013;7(1):12–7.
55. Silva R de C dos SN d, Minim VPR, Silva AN da, Peternelli LA, Minim LA. Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? *Food Qual Prefer* . 2014 Sep;36:3–11.
56. Cubero-Castillo E, Noble AC. Relationship of 6-n-propylthiouracil status to bitterness sensitivity. In: Prescott J, Tepper BJ, editors. *Genetic variation in taste sensitivity*. Marcel Decker; 2004. p. 105–16.
57. Prescott J, Bartoshuk LM, Prutkin J. 6-n-Propylthiouracil tastant and the perception of nontaste oral sensations. In: Prescott J, Tepper BJ, editors. *Genetic Variation in taste sensitivity*. Marcel Decker; 2004. p. 89–104.
58. Dawson W, West GB, H. K. Taste polymorphism to anetholtrithione and phenylthiocarbamate. *Ann Hum Genet*. 1967;30(3):273–6.

Normativa ISO

- AENOR. (2008). Análisis sensorial de Alimento. Metodología. Guía General, *UNE-ISO*.(8856:2005), España.
- AENOR. (2014). Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de catadores y catadores expertos. *UNE-ISO*, (8586:2012).
- AENOR. (2008). Análisis sensorial. Guía general para el personal de los laboratorios de evaluación sensorial. Parte II: Selección y formación de directores del jurado. *UNE-ISO*, (13300-2).
- AENOR. (1996). Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura. *UNE-ISO*, (87025:1996).
- AENOR. (2014). Análisis sensorial. Metodología. Método de investigación de la sensibilidad gustativa. *UNE-ISO*, (3972:2011).
- AENOR. (2010). Análisis sensorial. Vocabulario. *UNE-ISO*, (5492:2008).
- AENOR. (2009). Análisis sensorial. Metodología. Prueba de comparación por parejas. *UNE-ISO*, (5945:2005).
- AENOR. (2010). Análisis sensorial. Metodología. Guía general para establecer un perfil sensorial. *UNE-ISO*, (13299:2003).
- AENOR. (2010). Análisis sensorial. Metodología. Análisis secuencial. *UNE-ISO*, (16820:2004).
- AENOR. (2007). Análisis sensorial. Guía general para el personal de los laboratorios de evaluación sensorial. Parte I: Responsabilidad del personal. *UNE-ISO*, (13300-1).
- AENOR. (2010). Análisis sensorial. Guía general para el diseño de salas de cata. *UNE-ISO*, (8589:2007).
- AENOR. (2006). Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas. *UNE-ISO*, (4121:2003).
- AENOR. (1986). Análisis sensorial. Metodología. Prueba A-no A. *UNE*, (87-016-86).
- AENOR. (2010). Análisis sensorial. Metodología. Ordenación. *UNE-ISO*, (8587:2006).
- AENOR. (2002). Análisis sensorial. Metodología. Método de estimación de la magnitud. *UNE-ISO*, (87030:2002).
- AENOR. (2007). Análisis sensorial. Metodología. Prueba triangular. *UNE-ISO*, (4120:2004).

Anexo I. Normas generales para realizar las pruebas

Estimado candidato/a catador/a,

Estás a punto de entrar en el proceso de selección de jueces sensoriales, una colaboración muy valiosa para el estudio de una alternativa al proceso tradicional. Por lo tanto, primero de todo, **agradecer tu colaboración en este proyecto**

Aquí te presento una serie de "normas" o recomendaciones que deberías seguir, para que el desarrollo de las pruebas sea lo más correcto posible:

- ¡AVISA! Si tienes alguna **alergia**.
- (Sólo si eres **fumador**) Recuerda venir sin haber fumado al menos 1 hora antes.
- Intenta ser **puntual**.
- No hables con los compañeros, ni observes sus anotaciones, pues el **proceso es individual**, corresponde a tus habilidades personales.
- Generalmente, tendrás unos vasitos con las disoluciones. No hace falta que bebas todo el contenido de golpe.
 - Toma un sorbo, puedes inspirar fuerte mientras lo haces para potenciar la percepción del flavor.
 - Toma otro sorbo, puedes pasar toda la disolución por la boca para que toque todas las zonas de la lengua.
- Puedes volver a probar las muestras para compararlas unas con otras.
- Si necesitas más, puesto que todavía no estás seguro, pídelo.
- Puedes **tirar** el sorbo (el contenido de tu boca que ya hayas catado) en la pica de tu mesa.
- Entre muestra y muestra, **descansa** el rato que necesites enjuágate con **agua** o toma un**palito** para quitar el sabor de la anterior.
- **Respuesta obligatoria** de lo que tú creas (si no estás seguro, lo más probable). Por favor, no dejes respuestas en blanco.
- Si tienes cualquier **duda** sobre las instrucciones o el modo de rellenar las respuestas, pregunta.
- Si estás **resfriado** en el momento de la cata, anótalo en comentarios.
- Puedes hacer todos los comentarios que creas oportuno.

De nuevo, **muchas gracias**, y espero que ésta sea una nueva experiencia en la que tú también puedas aprender.

Anexo II. Fichas de cata

Encuesta inicial. Test PROP

Nombre y apellidos: _____

Fecha de nacimiento: __ / __ / _____

Profesión / Grado: _____

Esta encuesta se realiza con motivo de un Trabajo de Final de Grado, en el que se propone comprobar la viabilidad de una alternativa al proceso de selección de jueces sensoriales de alimentos.

El proyecto consiste en asistir, periódicamente, a la sala de catas para realizar una prueba, de corta duración, en las horas convenidas. Consta de unas 15 sesiones.

Si deseas participar y tienes disponibilidad, por favor, rellena esta encuesta y realiza la cata propuesta.

POR FAVOR, RECUERDA: En caso de realizar la prueba, por favor, te comprometes a asistir a las sesiones propuestas, para facilitar el desarrollo del proyecto.

Por favor, marca la casilla que corresponda en el siguiente cuestionario:

	SI	NO												
¿Te interesa el proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿Tienes alguna alergia alimentaria?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿A qué alimentos?														
¿Tienes alguna intolerancia alimentaria?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿A qué alimentos?														
¿Te disgusta algún alimento o sabor en especial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿Cuál/es de estos alimentos te disgusta?														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Café <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Té <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Vinagre / vinagreta <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Brócoli / coles <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Sabor picante <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Aceitunas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Nabos <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Col rizada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Palomitas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Chocolate <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Comida condimentada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td>Sirope <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Café <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Té <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Vinagre / vinagreta <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Brócoli / coles <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Sabor picante <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Aceitunas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Nabos <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Col rizada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Palomitas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Chocolate <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Comida condimentada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Sirope <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>		
Café <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Té <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Vinagre / vinagreta <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>												
Brócoli / coles <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Sabor picante <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Aceitunas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>												
Nabos <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Col rizada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Palomitas <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>												
Chocolate <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Comida condimentada <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Sirope <input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>												
¿Tienes alguna disfunción en los órganos sensoriales? (Agceusia, anosmia...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
¿Eres fumador habitual? *Si es así, recuerda evitar fumar 1 h antes de las catas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												

Comentarios:

Test PROP

Delante de ti hay 6 muestras consistentes en la dilución, a diferentes concentraciones, de dos sustancias en agua.

INSTRUCCIONES

- 1) Prueba las muestras de izquierda a derecha en el orden presentado, anotando su código en la hoja.
 - 2) Indica, para cada muestra, *la intensidad de la percepción de su sabor*, marcando con una señal el punto de la recta donde crees que se encuentra tal intensidad.
 - 3) Entre muestra y muestra, descansa 20 segundos, enjuagándote la boca con agua.
-

RESPUESTAS

Código

— — —	Imperceptible		El más alto imaginable
— — —	Imperceptible		El más alto imaginable
— — —	Imperceptible		El más alto imaginable
— — —	Imperceptible		El más alto imaginable
— — —	Imperceptible		El más alto imaginable
— — —	Imperceptible		El más alto imaginable

MUCHAS GRACIAS por tu colaboración.

Prueba de emparejamiento

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

En la mesa se encuentran 16 muestras de agua con una sustancia que les proporciona sabor. Están ordenadas en 2 filas de 8 muestras cada una. Las 2 filas tienen las mismas muestras en distinto orden.

La prueba consiste en emparejar las muestras de una fila con las de la otra, e identificar su sabor.

INSTRUCCIONES

- 1) Prueba las muestras de la fila A, de izquierda a derecha.
- 2) Prueba las muestras de la fila B, intentando encontrar su correspondiente pareja en la fila A.
- 3) Entre muestra y muestra, come palitos de pan o enjuágate con agua.
- 4) Anota tus respuestas en la ficha.

Puedes probar las muestras tantas veces como necesites

RESPUESTAS

Pareja		Sabor
Código muestra A	Código muestra B	Sabor identificado
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	
— — — —	— — — —	

Comentarios

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Prueba de umbrales

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

En la mesa hay 10 muestras ordenadas de izquierda a derecha. La concentración del sabor varía de una a la otra. Se deberán probar todas las muestras, identificando su sabor y descubriendo en qué casos la concentración aumenta o permanece constante

INSTRUCCIONES

- 1) Probar las muestras de izquierda a derecha.
- 2) Entre muestra y muestra, tomar alimento.
- 3) Llenar la ficha de respuestas de la siguiente manera:

No noto sabor	0
Noto algún sabor	1
Identifico el sabor	2 (y escribir de cuál se trata)

La concentración aumenta respecto a la muestra anterior.	+
La concentración es la misma que la de la muestra anterior	=

RESPUESTAS

Muestra A	Código	Número (0,1,2)	Signo (+ / =)
1	____		
2	____		
3	____		
4	____		
5	____		
6	____		
7	____		
8	____		
9	____		
10	____		

COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Percepción de aromas

Nombre del juez:

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Prueba de identificación de aromas. Presentación de 10 muestras (viales con sustancias aromáticas), que deberán atribuir a una sustancia (alimento, fruta, vegetal, especia, madera, olor ambiental...)

INSTRUCCIONES

- 1) Destapa el pote que se presenta
- 2) Pon las manos alrededor del tapón.
- 3) Huele el aroma olor que de él emana.
- 4) Indica en la tabla a qué te recuerda, a qué corresponde dicho aroma.

RESPUESTAS

Muestra	Aroma	Muestra	Aroma
5		42	
8		27	
9		32	
11		34	
13		49	

COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Percepción de textura y uso de escalas

Gomosidad

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Esta es una prueba para ordenar unas muestras según el atributo de textura **gomosidad**, que según la definición es:

- Propiedad mecánica de textura relativa a la cohesión de un producto blando.
- La sensación bucal está relacionada con el esfuerzo requerido para reducir el producto al estado necesario para su deglución.
- Relacionado con la dureza y cohesión del alimento.

INSTRUCCIONES

Delante de ti tienes 4 muestras de gelatina, con su correspondiente código.

El **método de análisis** consiste en:

- 1) Poner la muestra en la boca
- 2) Manipularla con la lengua con el paladar.
- 3) Evaluar el grado de manipulación necesario antes de su desintegración.

No obstante, también puedes analizar previamente la muestra observándola, moviéndola, agitándola, abocándola en algún sitio...

RESPUESTAS

Las respuestas se deben colocar en la línea siguiente, en orden CRECIENTE (Menor grado/ tiempo / dificultad de manipulación necesario para desintegrar a mayor)

Escribir los extremos donde está indicado y las otras dos muestras en la línea, indicando con una raya en vertical el punto donde iría (en comparación con los extremos) y su código.



Menor
gomosidad

Mayor
gomosidad

Código	Código
_ _ _ _	_ _ _ _

COMENTARIOS

Dureza

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Esta es una prueba para ordenar unas muestras según el atributo de textura

“Dureza”: Atributo mecánico relacionado con la fuerza requerida para lograr una determinada deformación, penetración o rotura de un producto

INSTRUCCIONES

- 1) Introducir el trozo de **MANZANA** en la boca.
- 2) Masticar una vez para ver la fuerza requerida para romper el producto.
- 3) Masticar varias veces para ver el tiempo o la fuerza necesaria para poder tragarlo.

RESPUESTAS

Realiza un trazo en la línea horizontal siguiente, poniendo las muestras en orden de dureza CRECIENTE, y donde creas que corresponda en una escala.

--

Código

Código

— — —

— — —

COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Viscosidad

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Esta es una prueba para ordenar unas muestras según el atributo de textura **VISCOSIDAD**, que según la definición es:

- Atributo relacionado con la resistencia a fluir
- Fuerza requerida para pasar un líquido de la cuchara a la lengua, o para untar el producto sobre un sustrato

INSTRUCCIONES

Delante de ti tienes 4 muestras de chocolate deshecho, con su correspondiente código. El **método de análisis** consiste en:

- 1) Manipular la muestra de **CHOCOLATE** con una cuchara en el vaso.
- 2) Estudiar la facilidad con la que pasa de la cuchara a la boca.
- 3) Estudiar cómo se mueve por la boca.
- 4) Estudiar facilidad de deglución.

RESPUESTAS

Las respuestas se deben colocar en la línea siguiente, en orden **CRECIENTE** (Menos a más)

Escribir los extremos donde está indicado y las otras dos muestras en la línea, indicando con una raya en vertical el punto donde iría (en comparación con los extremos) y su código.

Menor viscosidad

Mayor viscosidad

Código

Código

COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Discriminación de sabores en alimentos

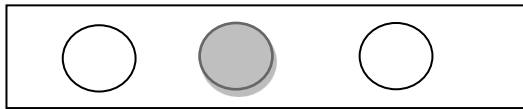
Salado

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

En la mesa hay 6 grupos de 3 muestras cada uno, consistentes en un puré de patatas elaborado con **leche de avena** (evitar intolerancias). Se diferencian en la cantidad de **SAL**. La prueba consiste en identificar, DE CADA GRUPO, qué muestra es la **diferente**



La muestra  es la diferente.

INSTRUCCIONES

1) Empezar por el grupo nº 1:

- 1.1) Probar las muestras en el orden deseado.
- 1.2) Tratar de identificar qué muestra es **diferente**. Puede ser que tenga MÁS O MENOS sal que las otras, dos.
- 1.3) Beber agua, enjuagar boca y limpiar paladar. Se puede tomar un palito.
- 1.4) Escribir, en la casilla 1, el código de la muestra diferente

2) Continuar con el grupo nº 2. Hacer los mismos pasos (1.1 a 1.4) para cada grupo posterior (nº2 – nº3 – nº4 – nº5 – nº6)

RESPUESTAS

Grupo de muestras	Código de la muestra diferente
1	__ __ __
2	__ __ __
3	__ __ __
4	__ __ __
5	__ __ __
6	__ __ __

COMENTARIOS

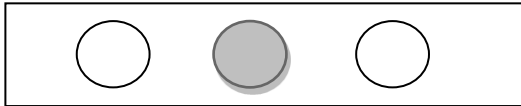
¡Muchas gracias por tu colaboración!

Dulce

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

En la mesa hay 6 grupos de 3 muestras cada uno. Se trata de un bizcocho que se diferencia en la cantidad de **AZÚCAR**. La prueba consiste en identificar, DE CADA GRUPO, qué muestra es la diferente.

La muestra  es la diferente.**INSTRUCCIONES****1) Empezar por el grupo nº 1:**

1.1) Probar las muestras en el orden deseado.

1.2) Tratar de identificar qué muestra es **diferente**. Puede ser que tenga **MÁS O MENOS** azúcar que las otras, dos.

1.3) Beber agua, enjuagar boca y limpiar paladar. Se puede tomar un palito.

1.4) Escribir, en la casilla 1, el código de la muestra diferente

2) Continuar con el grupo nº 2. Hacer los mismos pasos (1.1 a 1.4) para cada grupo posterior (nº2 – nº3 – nº4 – nº5 – nº6)**RESPUESTAS**

Grupo de muestras	Código de la muestra diferente
1	____
2	____
3	____
4	____
5	____
6	____

COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Discriminación del perfil graso

Nombre del juez: _____

Día: _____ Hora: ____:____

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Esta es una prueba para ordenar unas muestras según el contenido graso de la muestra. Se trata de averiguar cuál tiene menor a mayor contenido de aceite, y de ordenarlas según esto.

INSTRUCCIONES

Delante de ti tienes 4 muestras de salsa para fajitas, con su correspondiente código.

Se trata de probar las muestras e intentar distinguir el contenido graso (aceite) de cada una de ellas.

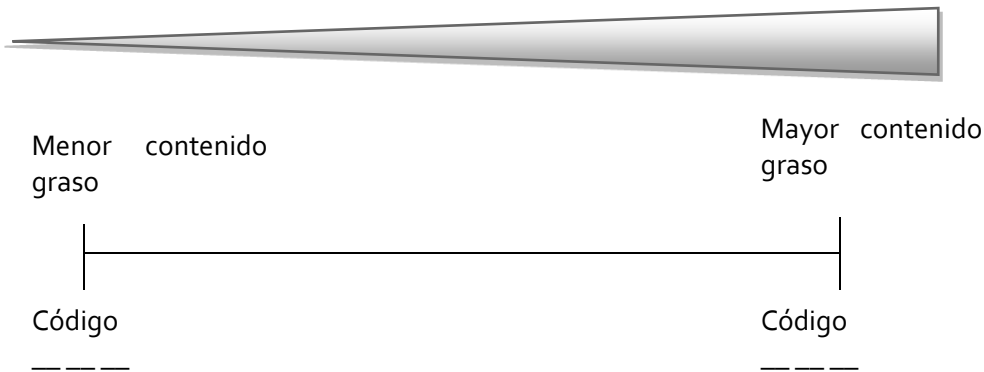
Para eso:

- 1) Probar las muestras de izquierda a derecha.
- 2) Coger con cuchara o con ayuda de un palito
- 3) Agua u otro producto entre muestras

RESPUESTAS

Las respuestas se deben colocar en la línea siguiente, en orden CRECIENTE (Menor contenido de grasa a mayor)

Escribir los extremos donde está indicado y las otras dos muestras en la línea, indicando con una raya en vertical el punto donde iría (en comparación con los extremos) y su código.



COMENTARIOS

¡Muchas gracias por tu colaboración!

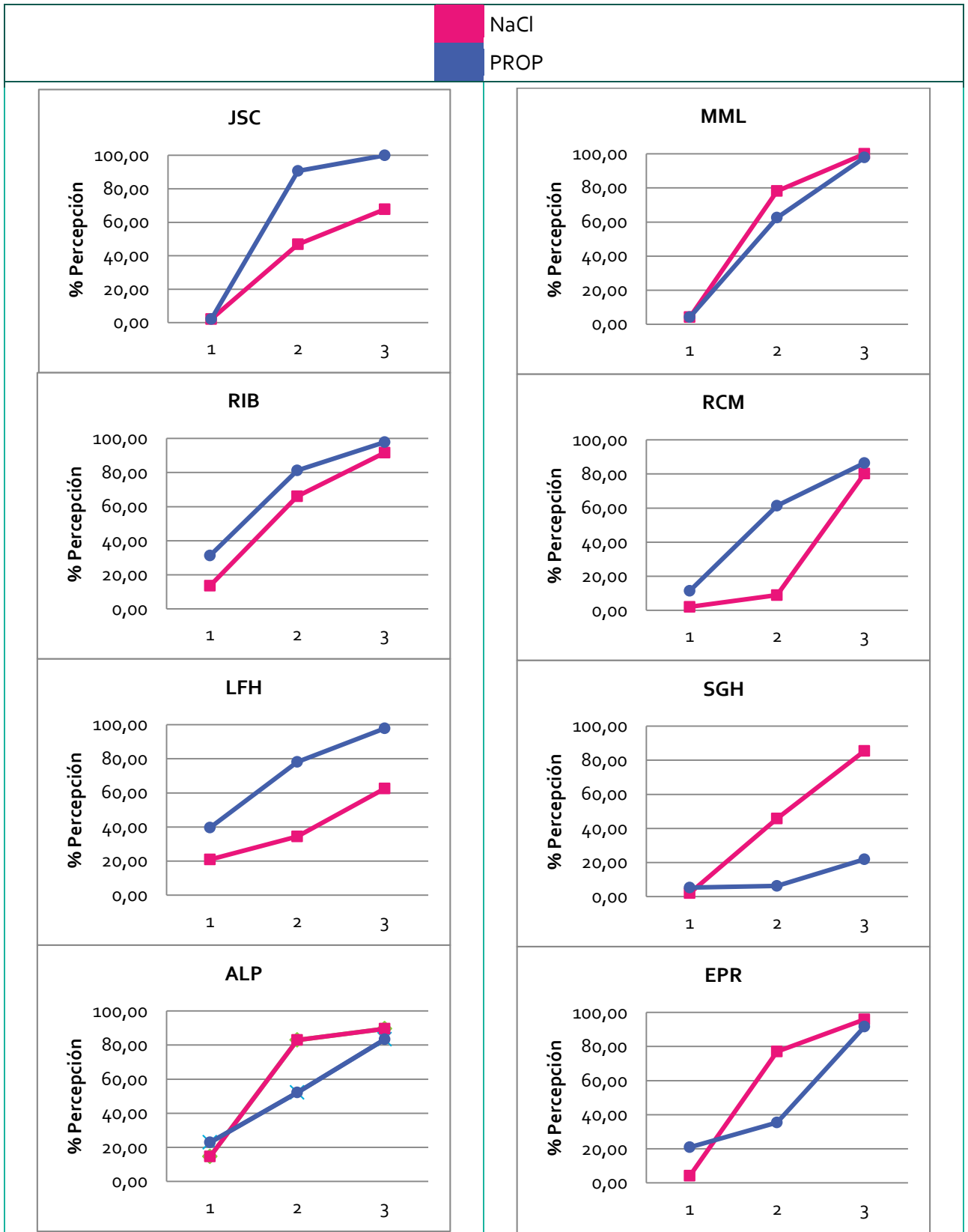
Anexo III. Figuras del test de Ishihara

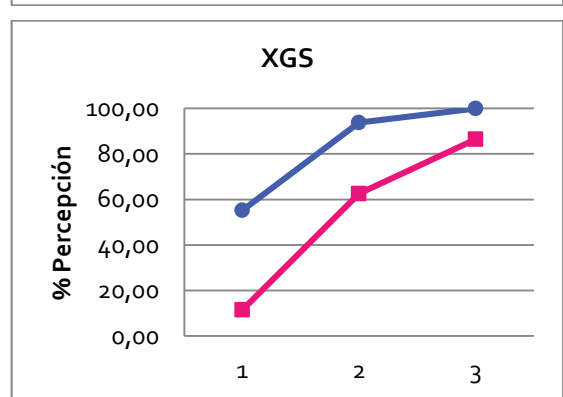
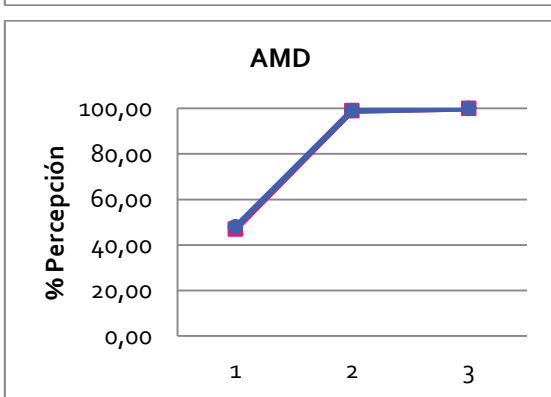
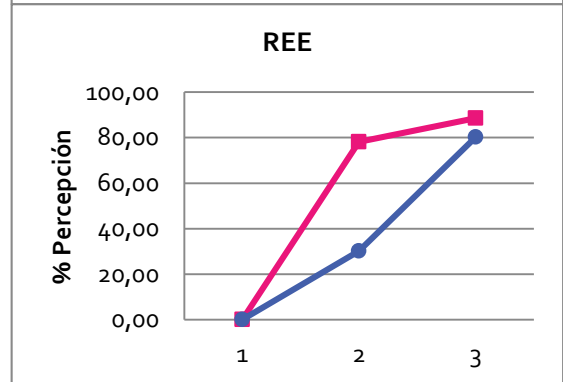
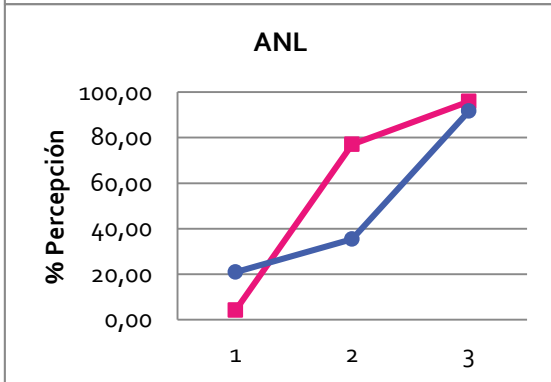
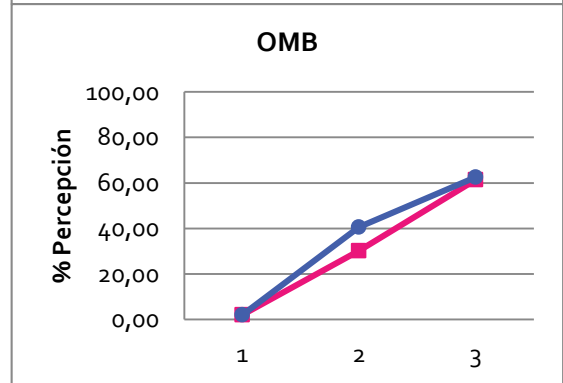
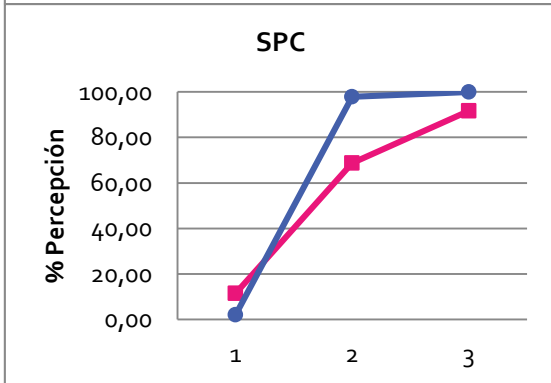
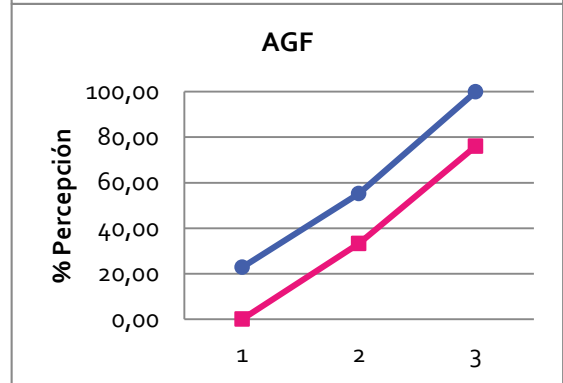
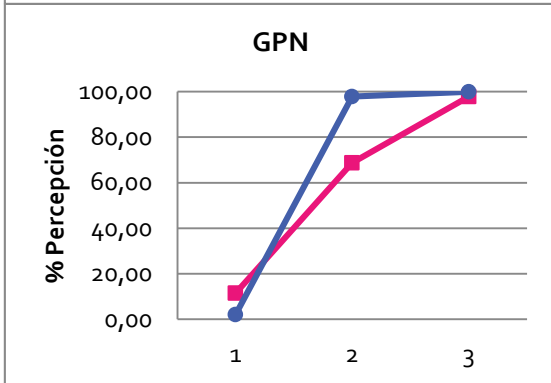
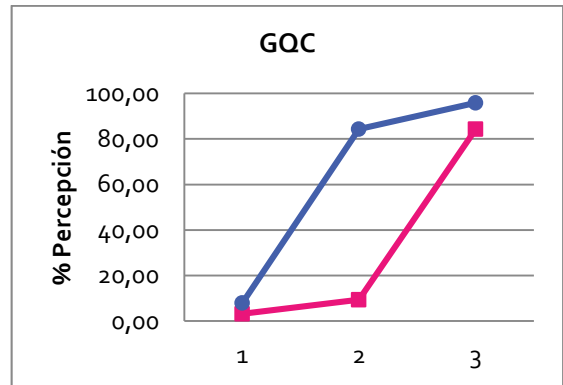
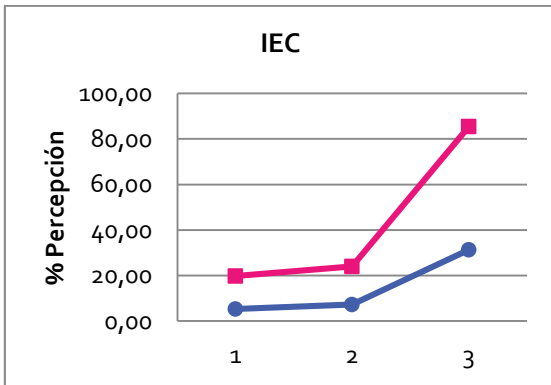


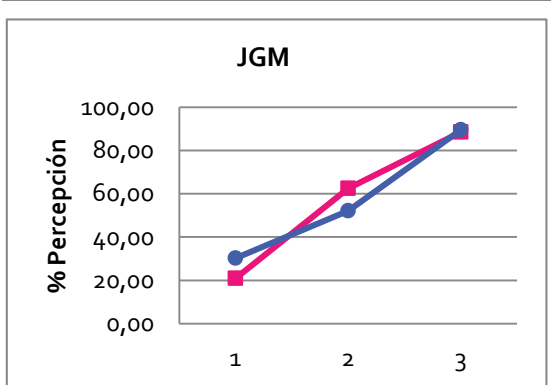
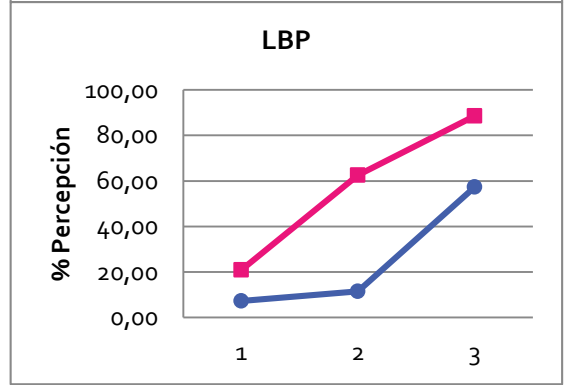
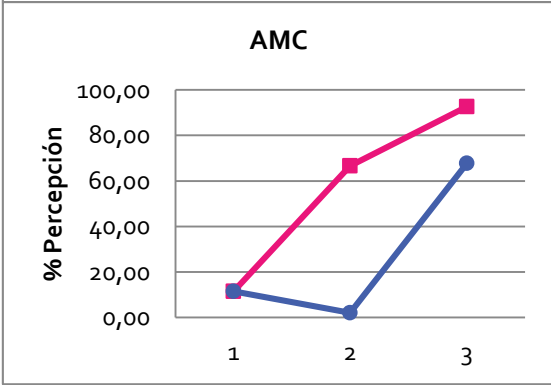
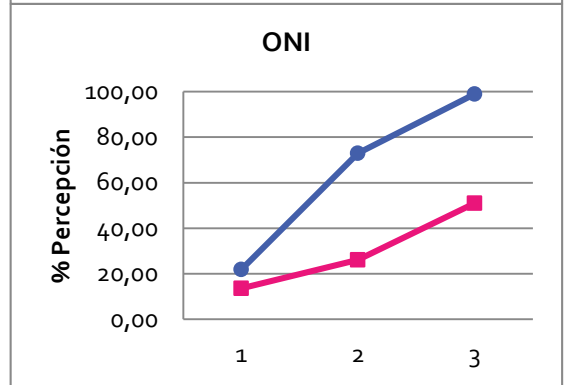
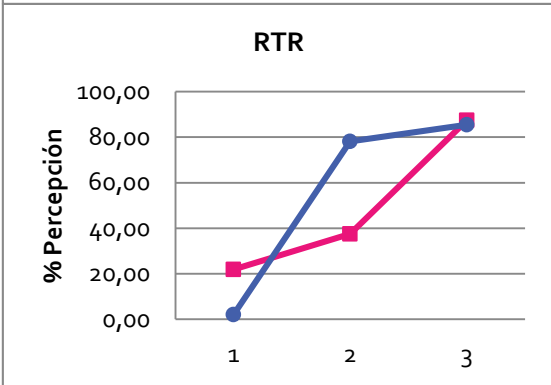
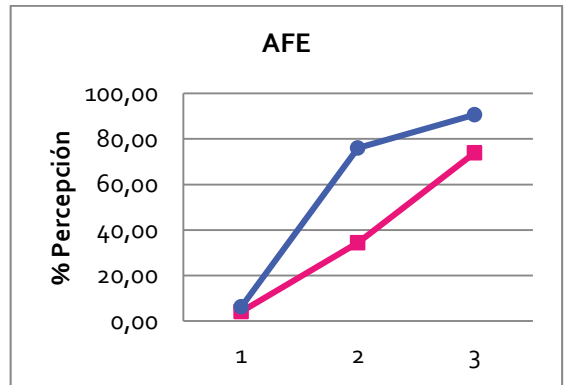
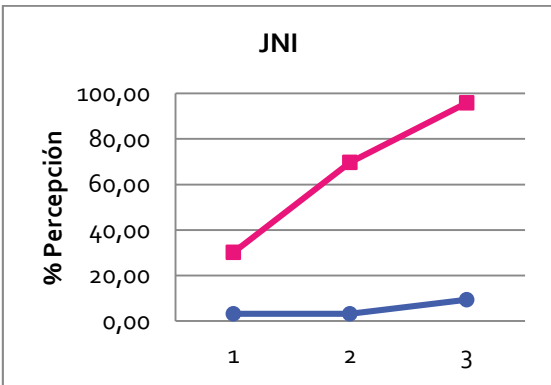
Anexo IV. Resultados individuales

1. Test de PROP

Nº juez	Identificación	NaCl			PROP		
		N1 0,01 mol/L	N2 0,1 mol/L	N3 1 mol/L	N1 0,032 mmol/L	N2 0,32 mmol/L	N3 3,2 mmol/L
1	JSC	2,08	46,88	67,71	2,08	90,63	100,00
2	RIB	13,54	66,67	91,67	31,25	81,25	97,92
3	LFH	20,83	34,38	62,50	39,58	78,13	97,92
4	ALP	14,58	82,29	89,58	22,92	52,08	83,33
5	MML	4,17	78,13	100,00	4,17	62,50	97,92
6	RCM	2,08	48,96	80,21	11,46	61,46	86,46
7	SGH	2,08	45,83	85,42	5,21	6,25	21,88
8	EPR	4,17	64,58	93,75	3,13	4,17	41,67
9	IEC	19,79	23,96	54,17	5,21	7,29	31,25
10	GPN	11,46	68,75	97,92	2,08	97,92	100,00
11	SPC	11,46	68,75	91,67	10,42	86,46	100,00
12	ANL	4,17	77,08	95,83	20,83	35,42	91,67
13	GQC	3,13	9,38	84,38	8,00	84,38	95,83
14	AGF	0,00	33,33	76,04	22,92	55,21	100,00
15	OMB	2,08	30,21	61,46	2,08	40,63	62,50
16	REE	0,00	78,13	88,54	0,00	30,21	80,21
17	AMD	46,88	98,96	100,00	47,92	98,96	100,00
18	JNI	30,21	69,79	95,83	3,13	3,13	9,38
19	RTR	21,88	37,50	87,50	2,08	78,13	85,42
20	AMC	11,46	66,67	92,71	11,46	2,08	67,71
21	XGS	11,46	62,50	86,46	55,21	93,75	100,00
22	AFE	4,17	34,38	73,96	6,25	76,04	90,63
23	ONI	13,54	26,04	51,04	21,88	72,92	98,96
24	LBP	20,83	62,50	88,54	7,29	11,46	57,29
25	JGM	15,63	48,96	87,50	30,21	52,08	89,58
26	XR	7,29	13,54	89,58	47,92	84,38	100,00







2. Emparejamiento de sabores (versión fácil)

Nº juez	Identificación	Tipo de catador	Puntuación detección	Puntuación identificación
7	SGH	NC	5	4
8	EPR	NC	8	4
9	IEC	NC	3	1
18	JNI	NC	1	0,5
20	AMC	NC	2	1
24	LBP	NC	6	0
4	ALP	MC	5	1
12	ANL	MC	5	3
14	AGF	MC	5	4
15	OMB	MC	5	3
16	REE	MC	5	2
25	JGM	MC	2	2
1	JSC	SC	4	1,5
2	RIB	SC	8	4
3	LFH	SC	6	3
5	MML	SC	4	2,5
6	RCM	SC	-	-
10	GPN	SC	7	6
11	SPC	SC	3	2
13	GQC	SC	6	5
17	AMD	SC	4	4
19	RTR	SC	5	2,5
21	XGS	SC	5	5
22	AFE	SC	8	5
23	ONI	SC	8	2
26	XR	SC	4	3

3. Umbrales de sabores básicos

TIPO	Catador	Salado (NaCl)			Ácido (ácido ascórbico)			Metálico (sulfato de hierro)			Umami (glutamato mono sódico)			Dulce (fructosa)			Amargo (cafeína)	
		Detección	Identificación	Puntos diferencia	Detección	Identificación	Puntos diferencia	Detección	Identificación	Puntos diferencia	Detección	Identificación	Puntos diferencia	Detección	Identificación	Puntos diferencia	Detección	Identificación
NC	SGH	0,69	0,69	1	0,38	0,48	0	0,008	0,029	0	>1,00	>1,00	0	4,32	12	0	0,07	0,14
NC	EPR	0,69	>2	0	0,2	0,25	0	0,008	0,029	0	0,24	>1,00	0	>12	>12	0	0,07	>0,22
NC	IEC	0,69	>2	0	0,16	>2	0	0,008	>0,06	0	0,24	>1,00	0	0,55	12	0	0,07	>0,22
NC	JNI	0,48	>2	0	0,25	0,6	0	0,029	>0,06	0	0,34	1	0	>12	>12	0	>0,22	>0,22
NC	AMC	0,34	1,4	2	0,16	0,2	1	0,008	>0,06	1	0,24	0,34	1	0,94	7,2	0	0,07	0,14
MC	ALP	0,16	2	1	0,16	>2	1	0,005	0,029	0	0,09	>1,00	0	>12	>12	0	0,07	>0,22
MC	ANL	0,69	>2	1	0,2	>2	1	0,005	0,042	1	0,12	>1,00	0	0,55	7,2	1	0,06	0,14
MC	AGF	0,24	0,98	1	0,13	0,13	2	0,008	0,042	1	0,12	>1,00	1	0,34	4,32	1	0,07	>0,22
MC	OMB	0,24	1,4	0	0,13	0,25	1	0,005	>0,06	0	0,09	>1,00	0	0,55	>12	2	0,06	0,22
MC	REE	0,24	0,98	1	0,2	>2	1	0,005	0,02	1	0,24	>1,00	0	4,32	>12	0	0,07	>0,22
MC	JGM	0,48	0,98	1	0,13	0,13	2	0,005	0,014	0	0,09	0,49	1	-	-	0	0,06	>0,22
SC	JSC	0,34	1,4	2	0,25	>2	1	0,02	0,042	0	0,24	>1,00	1	0,34	>12	2	0,06	0,14
SC	RIB	0,24	2	2	0,13	0,13	2	0,005	>0,06	1	0,09	0,24	1	0,55	12	0	0,07	0,14
SC	LFH	0,16	>2	0	>2	>2	0	0,008	>0,06	0	0,34	>1,00	0	-	-	0	0,06	0,09
SC	MML	0,16	0,69	2	0,2	0,38	1	0,005	>0,06	1	0,24	>1,00	1	0,55	4,32	1	0,06	0,17
SC	RCM	0,16	>2	0	0,2	>2	2	0,008	>0,06	1	0,09	0,24	0	0,55	7,2	0	0,07	0,09
SC	GPN	0,34	0,98	1	0,25	0,25	0	0,005	>0,06	0	0,09	>1,00	0	2,59	12	0	0,06	0,11
SC	SPC	0,48	>2	2	0,2	>2	0	0,005	>0,06	0	0,09	0,49	0	0,55	12	0	0,07	0,17
SC	GQC	0,16	0,98	0	0,13	0,13	2	>0,06	>0,06	0	0,09	0,09	1	0,94	12	1	0,06	0,07
SC	AMD	0,16	0,16	1	0,13	0,13	2	0,005	0,06	2	0,09	>1,00	2	0,34	>12	2	0,06	0,17
SC	RTR	0,24	0,24	1	0,13	0,38	0	0,005	0,06	1	0,09	0,17	0	0,34	4,32	1	-	-
SC	XGS	0,16	0,69	1	0,2	0,38	1	0,008	>0,06	2	0,09	0,24	1	0,34	0,34	1	0,06	0,17
SC	AFE	0,24	1,4	2	0,13	0,13	2	0,008	>0,06	2	0,09	0,12	2	0,34	0,55	2	0,07	0,09
SC	ONI	1,4	>2	0	0,25	>2	1	0,008	0,06	2	0,09	>1,00	0	0,94	4,32	0	-	-
SC	XR	0,48	>2	1	0,25	>2	1	0,029	>0,06	0	0,34	0,17	0	1,56	12	0	0,09	>0,22

4. Test de Ishihara

Tipo de catador	Identificación	Visión	Tipo de catador	Identificación	Visión
NC	SGH	Normovisión	SC	LFH	Normovisión
NC	EPR	Normovisión	SC	MML	Normovisión
NC	IEC	Normovisión	SC	RCM	Normovisión
NC	JNI	Normovisión	SC	GPN	Normovisión
NC	AMC	Normovisión	SC	SPC	Normovisión
MC	ALP	Normovisión	SC	GQC	Normovisión
MC	ANL	Normovisión	SC	AMD	Normovisión
MC	AGF	Normovisión	SC	RTR	Normovisión
MC	OMB	Normovisión	SC	XGS	Normovisión
MC	REE	Normovisión*	SC	AFE	Normovisión
MC	JGM	Normovisión	SC	ONI	Normovisión
SC	JSC	Normovisión*	SC	XR	Normovisión
SC	RIB	Normovisión*	SC		

* Estas personas tuvieron algún problema con la percepción de los símbolos de algunas láminas, sin embargo, centrando su atención sobre ella, consiguieron identificar correctamente el número.

5. Uso de escalas en atributos de textura

TIPO	Catador	Dureza (manzana)				Gomosidad (Gelatina)				Viscosidad (Chocolate)			
		Ordenación	Factor proporción	Espacio inicial	Espacio final	Ordenación	Desviación 1	Desviación 2	Desviación 1 + 2	Ordenación	Desviación 1	Desviación 2	Desviación 1 + 2
NC	SGH	1	3,895	19	26	3	5	10	15	2	3	35	38
NC	EPR	1	1,449	49	29	3	4	15	19	3	5	5	10
NC	IEC	1	4,105	19	22	3	10	10	20				0
NC	JNI	1	5,333	15	20	3	6	54	60	0	95	95	190
NC	AMC	1	4,045	22	11	3	3	21	24	3	9	2	11
MC	ALP	1	3,368	19	36	3	15	18	33	3	10	10	20
MC	ANL	1	3,684	19	30	3	13	29	42	2	3	48	51
MC	AGF	1	1,700	50	15	2	20	20	40	2	33	33	66
MC	OMB	1	21,250	4	15	3	11	11	22	3	14	5	19
MC	REE	1	7,077	13	8	3	48	33	81	2	50	33	83
MC	JGM	1	6,583	12	21	3	2	6	8	1	20	43	63
SC	JSC	1	7,667	9	31	3	13	23	36	2	48	8	56
SC	RIB	1	20,333	3	39	3	5	1	6	3	22	14	36
SC	LFH	1	7,538	13	2	3	4	15	19	3	14	5	19
SC	MLL	1	4,824	17	18	3	30	33	63	3	4	17	21
SC	RCM	-	-	-	-	3	4	24	28	3	1	0	1
SC	GPN	1	12,167	6	27	3	2	6	8	3	6	5	11
SC	SPC	1	3,833	24	8	3	25	26	51	3	1	10	11
SC	GQC	1	14,000	6	16	3	15	2	17	3	17	12	29
SC	AMD	1	4,556	18	18	3	1	8	9	3	1	0	1
SC	RTR	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	14	17
SC	XGS	1	1,806	36	35	3	5	13	18	3	2	1	3
SC	AFE	1	2,667	30	20	3	2	0	2				0
SC	ONI	1	4,667	15	30	1	-	-	-	2	8	30	38
SC	XR	1	2,484	31	23	3	15	16	31	3	9	8	17

6. Percepción de aromas

Tipo de catador	Identificación	Puntuación	Tipo de catador	Identificación	Puntuación
NC	SGH	5	SC	LFH	5,5
NC	EPR	2	SC	MML	7,5
NC	IEC	1,5	SC	RCM	6
NC	JNI	3,5	SC	GPN	3,5
NC	AMC	5	SC	SPC	4
MC	ALP	5,5	SC	GQC	7
MC	ANL	4	SC	AMD	7
MC	AGF	5,5	SC	RTR	6,5
MC	OMB	3,5	SC	XGS	7,5
MC	REE	2,5	SC	AFE	9
MC	JGM	4	SC	ONI	2
SC	JSC	4	SC	XR	7,5
SC	RIB	6	SC		5,5

7. Discriminación de sabores en alimentos

Tipo de catador	Identificación	Dulce (Bizcocho con azúcar)							Salado (Puré de patata con sal)						
		AAB	AAC	BBC	ABB	CCA	CCB	Total	AAB	AAC	BBC	ABB	CCA	CCB	Total
NC	SGH	0	0	1	1	0	1	3	1	1	1	0	1	0	4
NC	EPR	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	3
NC	IEC	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	0	2
NC	JNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
NC	AMC	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	3
MC	ALP	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	1	0	4
MC	ANL	0	0	1	1	0	1	3	1	1	0	1	1	0	4
MC	AGF	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	2
MC	OMB	0	0	1	1	1	1	4	1	1	0	1	1	0	4
MC	REE	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
MC	JGM	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
SC	JSC	1	1	0	0	1	0	3	-	-	-	-	-	-	-
SC	RIB	0	0	1	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1	5
SC	LFH	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1	1	0	4
SC	MML	0	1	1	1	0	1	4	1	1	1	1	1	0	5
SC	RCM	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2
SC	GPN	1	1	0	1	0	1	4	1	1	1	1	1	1	6
SC	SPC	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	2
SC	GQC	0	1	0	1	0	1	3	1	0	1	1	1	1	5
SC	AMD	1	1	0	1	0	1	4	1	0	1	1	1	1	5
SC	RTR	0	1	1	0	0	1	3	0	1	0	1	1	1	4
SC	XGS	1	1	1	0	0	1	4	1	1	1	1	1	0	5
SC	AFE	0	1	1	1	0	1	4	0	1	1	0	1	1	4
SC	ONI	1	1	1	0	0	1	4	1	0	1	1	1	0	4
SC	XR	0	0	1	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0

8. Percepción del contenido graso

Tipo de catador	Identificación	Puntuación en versión Fácil	Puntuación en versión difícil	Total de puntos obtenidos
NC	SGH	0	0	0
NC	EPR	2	0	2
NC	IEC	0	-	0
NC	JNI	2	0	2
NC	AMC	1	1	2
MC	ALP	0	2	2
MC	ANL	2	1	3
MC	AGF	2	3	5
MC	OMB	2	0	2
MC	REE	2	1	3
MC	JGM	-	2	2
SC	JSC	2	2	4
SC	RIB	3	2	5
SC	LFH	-	2	2
SC	MML	2	0	2
SC	RCM	1	1	2
SC	GPN	2	1	3
SC	SPC	3	3	6
SC	GQC	3	2	5
SC	AMD	2	2	4
SC	RTR	2	2	4
SC	XGS	1	1	2
SC	AFE	2	-	2
SC	ONI	0	1	1
SC	XR	2	1	3

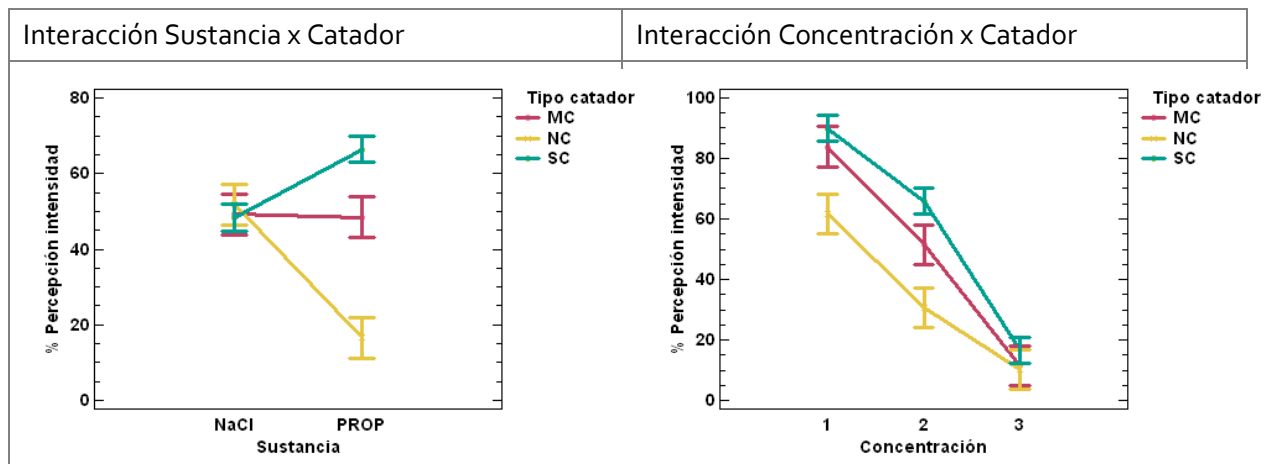
Anexo V. Tablas del análisis estadístico

Test de Prop

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
Sustancia	1195,6	1	1195,6	4,49	0,0358
Concentración	96407,7	2	48203,9	181,00	0,0000
Tipo catador	13635,2	2	6817,62	25,60	0,0000
INTERACCIONES					
Sustancia x Catador	17854,9	2	8927,45	33,52	0,0000
Concentración x Catador	4054,4	4	1013,6	3,81	0,0057
RESIDUOS	38350,1	144	266,32		
TOTAL (CORREGIDO)	195736,	155			

- Se observan diferencias significativas entre sustancias, concentraciones y Tipos de catador, puesto que Valor -P es menor que 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.
- También se observan interacciones significativas entre Sustancia x Catador y Concentración x Catador. Por este motivo se ha realizado el estudio por separado en el cuerpo del trabajo.



Emparejamiento**Versión fácil (F) - Detección**

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	17,4026	2	8,70128	2,95	0,0743
Intra grupos	61,9308	21	2,94908		
Total (Corr.)	79,3333	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (Tipos de catador), puesto que Valor $-P < 0,10$. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
NC - MC		-1,1	1,78935	NC	3,4	X
NC - SC	*	-2,13846	1,55503	MC	4,5	XX
MC - SC		-1,03846	1,45844	SC	5,53846	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90,0%.

Versión Fácil (F) - Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	13,485	2	6,7425	3,23	0,0587
Intra grupos	45,875	22	2,08523		
Total (Corr.)	59,36	24			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (Tipos de catador), puesto que Valor $-P < 0,10$. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
NC - MC		-0,75	1,72902	NC	1,75	X
NC - SC	*	-1,75	1,47805	MC	2,5	XX
MC - SC		-1,0	1,47805	SC	3,5	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90,0%.

Versión difícil (D)- Detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,60952	2	2,30476	0,75	0,4859
Intra grupos	55,2	18	3,06667		
Total (Corr.)	59,8095	20			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90,0% de confianza.

Versión difícil (D) – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	13,4095	2	6,70476	2,92	0,0800
Intra grupos	41,4	18	2,3		
Total (Corr.)	54,8095	20			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (SC en versión difícil – MC, NC en versión fácil), puesto que el Valor -P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
NC(F) – MC(F)		1,2	1,2	NC (F)	1,75	X
NC(F) – SC (D)		-0,8	1,64535	MC (F)	2,5	XX
MC(F) – SC(D)	*	-2,0	1,74516	SC (D)	3,5	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Umbrales**Sabor salado – Detección**

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000233183	2	0,000116591	0,76	0,4803
Intra grupos	0,00338266	22	0,000153757		
Total (Corr.)	0,00361584	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor salado – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,318441	2	0,159221	0,39	0,6798
Intra grupos	8,91902	22	0,40541		
Total (Corr.)	9,23746	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor ácido – Detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,113281	2	0,0566405	0,40	0,6755
Intra grupos	3,11952	22	0,141796		
Total (Corr.)	3,2328	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor ácido – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,432009	2	0,216004	0,26	0,7701
Intra grupos	17,9764	22	0,817109		
Total (Corr.)	18,4084	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor ácido – Diferenciación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,8981	2	1,94905	3,88	0,0361
Intra grupos	11,0619	22	0,502814		
Total (Corr.)	14,96	24			

- Se observan diferencias significativas entre tipos de catadores, puesto que el Valor –P es inferior a 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC	*	1,13333	0,890476	NC (F)	0,2	X
MC - SC		0,261905	0,717566	MC (F)	1,07143	X
NC - SC	*	-0,871429	0,766151	SC (D)	1,3333	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90,0%.

Sabor metálico – Detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000233183	2	0,000116591	0,76	0,4803
Intra grupos	0,00338266	22	0,000153757		
Total (Corr.)	0,00361584	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor metálico – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00252188	2	0,00126094	9,64	0,0010
Intra grupos	0,00287756	22	0,000130798		
Total (Corr.)	0,00539944	24			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (SC en versión difícil – MC, NC en versión fácil), puesto que el Valor –P<0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		-0,0131	0,0143621	NC	0,0476	XX
MC - SC	*	-0,0242143	0,0115733	MC	0,0345	X
NC - SC		-0,0111143	0,012357	SC	0,0587143	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor umami – detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,34286	2	0,671429	1,39	0,2711
Intra grupos	10,6571	22	0,484416		
Total (Corr.)	12,0	24			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor Umami – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,296908	2	0,148454	5,62	0,0107
Intra grupos	0,580916	22	0,0264053		
Total (Corr.)	0,877824	24			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (SC en versión difícil – MC, NC en versión fácil), puesto que el Valor $-P < 0,10$. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC	*	-0,287	0,204063	NC	0,412	X
MC - SC		-0,0221429	0,164439	MC	0,125	X
NC - SC	*	0,264857	0,175572	SC	0,147143	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor dulce – Detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	96,4245	2	48,2123	3,69	0,0455
Intra grupos	235,425	18	13,0791		
Total (Corr.)	331,849	20			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC – MC – SC), puesto que el Valor –P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
NC-SC		-2,41	4,80541	NC	0,8027	X
MC - SC		2,74927	4,09807	MC	3,552	XX
NC - SC	*	5,15927	4,09807	SC	5,962	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor dulce – Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22,2952	2	11,1476	0,63	0,5452
Intra grupos	319,787	18	17,766		
Total (Corr.)	342,082	20			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor dulce – Diferenciación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,95758	2	1,47879	2,74	0,0913
Intra grupos	9,70909	18	0,539394		
Total (Corr.)	12,6667	20			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor –P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		0,8	0,805469	NC	0	X
MC - SC		-0,109091	0,686907	MC	0,8	XX
NC - SC	*	-0,909091	0,686907	SC	0,909	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor amargo – Detección

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00464529	2	0,00232264	2,44	0,1127
Intra grupos	0,0190417	20	0,000952083		
Total (Corr.)	0,023687	22			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Sabor amargo - Identificación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0232602	2	0,0116301	6,44	0,0069
Intra grupos	0,036105	20	0,00180525		
Total (Corr.)	0,0593652	22			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		0,8	0,805469	NC	0	X
MC - SC	*	-0,109091	0,686907	MC	0,8	XX
NC - SC	*	-0,909091	0,686907	SC	0,909	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Textura y uso de escalas**Gomosidad – ordenación**

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,21349	2	1,60674	3,05	0,0696
Intra grupos	10,5256	20	0,526282		
Total (Corr.)	13,7391	22			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – $P < 0,10$. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
NC - MC		-0,166667	0,807649	NC	2,0	X
NC - SC	*	-0,846154	0,715404	MC	2,16	X
MC - SC	*	-0,679487	0,61753	SC	2,84	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Gomosidad – primera marca

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1163,09	2	581,544	1,22	0,3167
Intra grupos	9544,56	20	477,228		
Total (Corr.)	10707,7	22			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Gomosidad – segunda marca

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2653,99	2	1327,0	3,35	0,0558
Intra grupos	7933,31	20	396,666		
Total (Corr.)	10587,3	22			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – $P < 0,10$. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		-5,58333	26,8173	NC	34,25	X
MC - SC		19,1282	20,5045	MC	28,66	XX
NC - SC	*	24,7115	23,7543	SC	9,53	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Viscosidad – ordenación

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,099359	2	0,0496795	0,23	0,7961
Intra grupos	4,52564	21	0,215507		
Total (Corr.)	4,625	23			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Viscosidad – primera marca

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	462,963	2	231,482	2,02	0,1583
Intra grupos	2286,95	20	114,348		
Total (Corr.)	2749,91	22			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Viscosidad – segunda marca

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	276,192	2	138,096	0,87	0,4362
Intra grupos	3192,42	20	159,621		
Total (Corr.)	3468,61	22			

Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Determinación de aromas

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	29,0381	2	14,519	4,84	0,0181
Intra grupos	65,9619	22	2,99827		
Total (Corr.)	95,0	24			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		0,0186667	0,0536676	NC	0,188	X
MC - SC	*	0,0708333	0,0443145	MC	0,209	X
NC - SC	*	0,0521667	0,0471764	SC	0,135	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor dulce en alimentos

Diferencia pequeña (AAB-BBA)

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,91474	2	0,957372	1,37	0,2767
Intra grupos	14,7103	21	0,700488		
Total (Corr.)	16,625	23			

- No se observan diferencias significativas con un nivel de confianza del 90% entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor -P de la razón F es mayor a 0,10.

Diferencia media (BBC-CCB)

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,73269	2	1,86635	3,83	0,0381
Intra grupos	10,2256	21	0,486935		
Total (Corr.)	13,9583	23			

- Como el Valor-P de la razón F es mayor que 0,10, no se observan diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%.

Diferencia grande (AAC-CCA)

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,66859	2	1,33429	4,03	0,0331
Intra grupos	6,95641	21	0,331258		
Total (Corr.)	9,625	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P<0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		-0,233333	0,599702	NC	0,4	X
MC - SC	*	-0,75641	0,488798	MC	0,16667	X
NC - SC	*	-0,523077	0,52117	SC	0,92	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Resultados totales

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11,284	2	5,64199	4,18	0,0296
Intra grupos	28,341	21	1,34957		
Total (Corr.)	39,625	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P<0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		0,566667	1,46291	NC	1,6	X
MC - SC		-1,0641	1,19237	MC	2,166	XX
NC - SC	*	-1,63077	1,27134	SC	3,23	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Sabor salado en alimentos**Diferencia pequeña (AAB-BBA)**

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,3	2	0,65	2,26	0,01289
Intra grupos	6,03333	21	0,287302		
Total (Corr.)	7,33333	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Diferencia media (BBC-CCB)

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,73269	2	1,86635	3,83	0,0381
Intra grupos	10,2256	21	0,486935		
Total (Corr.)	13,9583	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor – P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		-0,0666667	0,878729	NC	0,4	XX
MC - SC	*	-0,820513	0,716224	MC	0,33	X
NC - SC		-0,753846	0,763658	SC	1,15385	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Diferencia grande (AAC-CCA)

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,91474	2	0,957372	1,37	0,2767
Intra grupos	14,7103	21	0,700488		
Total (Corr.)	16,625	23			

- Como el Valor-P de la razón F es mayor que 0,10, no se observan diferencias significativas con un nivel de confianza del 90,0%.

Resultados totales

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11,9019	2	5,95096	2,27	0,1281
Intra grupos	55,0564	21	2,62173		
Total (Corr.)	66,9583	23			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor -P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		-0,466667	1,68712	NC	2,8	XX
MC - SC	*	-1,58974	1,37512	MC	2,33	X
NC - SC		-1,12308	1,46619	SC	3,923	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Percepción del contenido graso**Prueba fácil**

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,09431	2	1,54716	1,92	0,1728
Intra grupos	16,1231	20	0,806154		
Total (Corr.)	19,2174	22			

- Debido a que el Valor-P de la razón-F es mayor a 0,10, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la detección entre un tipo de catador y otro, con un 90% de confianza.

Prueba difícil

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,55546	2	2,77773	4,17	0,0306
Intra grupos	13,3141	20	0,665705		
Total (Corr.)	18,8696	22			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor -P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC	*	1,41666	0,908353	NC	0,25	X
MC - SC		0,20518	0,694238	MC	1,66	X
NC - SC	*	-1,21154	0,8046	SC	1,46	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Puntuación total

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15,0495	2	7,52476	4,14	0,0298
Intra grupos	39,9905	22	1,81775		
Total (Corr.)	55,04	24			

- Se observan diferencias significativas entre grupos (NC-MC-SC), puesto que el Valor-P < 0,10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

Para saber entre qué tipos existe tal diferencia, se hace una separación de medias:

Prueba de múltiples rangos (LSD)

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	TIPO	Media	Grupos Homogéneos
MC - NC		1,63333	1,69311	NC	1,20	X
MC - SC		-0,380952	1,36435	MC	2,83	XX
NC - SC	*	-2,01429	1,45673	SC	3,21	X

*Presenta una diferencia significativa con un nivel de confianza del 90%.

Análisis discriminante

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	g.l.	Valor-P	Funciones Derivadas
1	0,0957965	38,7012	24	0,0293	1
2	0,346859	17,4708	11	0,0947	2

- La función discriminante con Valor-P menor que 0,05 es estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95,0%. 10. Las muestras son diferentes, con un nivel de confianza del 90,0%.

