

Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos

María Reyna Liria Domínguez
Nutricionista Investigadora

Lima, 2007



“Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos”

Elaborada por:

María Reyna Liria Domínguez

Nutricionista Investigadora
Instituto de Investigación Nutricional – IIN
Consultora - AgroSalud

Revisada por:

Helena Pachón

Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT

Lima, 2007

Financiada por el Proyecto AgroSalud (CIDA 7034161)

IIN: www.iin.sld.pe

Se agradece a todos quienes hicieron posible el desarrollo de esta Guía:

Proyecto AgroSalud (CIDA 7034161) por el financiamiento recibido para escribir esta guía y financiar el Taller en Nicaragua

La Universidad de Cornell por el financiamiento recibido para asistir al Curso “Applied Sensory Evaluation Workshop and Applied Statistics Workshop”

Harry Lawless por darnos el permiso de utilizar sus materiales y libro para el desarrollo de esta Guía

USDA – SCRP con el Proyecto “Collaboration Among Human, Animal and Food Scientists in the US and Peru to Develop Safe, Bioavailable, and Nutritious Infant Foods” que permitió el desarrollo del Curso “Evaluación Sensorial de Alimentos Aplicada a Programas Sociales”

Los participantes del curso de Perú por el valioso apoyo de experiencias que ayudaron en el desarrollo de esta Guía

Patricia Carrillo (CIAT – Nicaragua) por ayudar en la logística del Taller desarrollado en Nicaragua

Los participantes del curso de Nicaragua por el valioso apoyo de experiencias que ayudaron en el desarrollo de esta guía:

Adilia Carolina Dauria Noguera

Erika Madeira M. da Silva

Ena yolanda vilchez

Carolina Netto Rangel

Jose Alberto Godoy Godoy

Aracely Serrano Romero

Orlando Chaveco Pérez

Clara Michelle Sandino Silva

Sonia Gallego Castillo

Jeanine Castro Arechavala

Yolanda Eliette Palacio

Maritza Sanchez Christoffle

Patricia Carrillo

Miguel E. Lacayo Chavez

Ana Maria Gutierrez Carcache

Guía para la evaluación sensorial de alimentos

Introducción:

La calidad de un alimento está determinada por diferentes aspectos: cantidad y calidad de los nutrientes que lo contienen y la calidad y seguridad sanitaria. Sin embargo lo que determinará la aceptación o rechazo del mismo está relacionado con la percepción subjetiva del consumidor, es decir aspectos ligados a la preferencia del color, sabor, textura, consistencia, presentación, etc. del producto. Por esto es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento.

Esta guía ha sido desarrollada tomando como base los documentos: “Applied Sensory Evaluation Workshop” elaborado por el Dr. Harry Lawless, Catedrático del Departamento de Ciencias de los Alimentos de la Universidad de Cornell¹ y “Applied Statistics Workshop” elaborado por el Dr. Harry Lawless y el Dr. David A. Stevens, Catedrático del Departamento de Psicología de la Universidad Clark².

La guía cuenta con cinco capítulos, en el primero se presentan conceptos generales sobre la evaluación sensorial de los alimentos. El segundo capítulo describe los principios para buenas prácticas para el desarrollo de las evaluaciones. En el tercer, cuarto y quinto capítulo se presentan los diferentes tipos de evaluaciones sensoriales.

Capítulo I

Generalidades

1. Definición de evaluación sensorial de alimentos:

Disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales^{1 3}. Al consumir un alimento se estimulan diferentes sentidos^{4 5}:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.
- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibroso, grumoso, harinoso, grasosos, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fetídico, ácido
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante
- Estímulos gustativos percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, agrio, ácido.

La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor.

2. Clasificación y objetivos de la evaluación sensorial:

Existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que queremos evaluar en el alimento o preparación (Tabla 1):

Clasificación	Objetivo	Pregunta de interés	Tipo de prueba	Características de panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados a la método usado, algunas veces entrenados
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipos de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados

Tabla 1: Clasificación de las pruebas sensoriales

Capítulo II

Principios de buenas prácticas

Existen tres aspectos básicos que se recomiendan controlar con el fin de obtener información más confiable: (1) las instalaciones o ambiente de trabajo; (2) la muestra o alimento que se desea probar y (3) los panelistas^{1 5}.

1. Instalaciones o ambiente de trabajo:

Para ayudar a disminuir las variaciones de errores y mejorar la sensibilidad en las pruebas es recomendable cumplir con los siguientes criterios:

- a. El color de las paredes y del ambiente debe ser de color blanco o blanco hueso.
- b. Controlar la iluminación, de preferencia usar luz natural. Se puede usar iluminación monocromática o de colores para reducir señales visuales cuando la situación lo requiere.
- c. Buena ventilación, áreas de prueba deben estar libres de olores.
- d. Silencio, libre de ruidos molestos.

El concepto de las cabinas

- Engloba las consideraciones antes mencionadas.
- Los individuos deben estar separados uno del otro. Más de un individuo puede estar evaluando el producto a la vez.
- Las cabinas pueden ser adyacentes, pero separados del área de preparación (Foto 1).



Foto 1: Concepto de cabinas

- Se pueden colocar ventanas para conectar 2 áreas (ejm: puertas corredizas) (Foto 2).



Foto 2: Ventanas para conectar dos áreas⁶

2. La muestra

Existen dos aspectos que debemos controlar en lo que respecta al alimento o preparación que vamos a estudiar: (a) aspectos relacionados con el alimento y (b) aspectos relacionados con el diseño experimental:

- Aspectos a ser controlados en el alimento y/o preparación:
 - Preparación de la muestra: usar utensilios que no afecten el sabor del alimento o preparación (gusto y olor), de ser posible contar con campanas extractoras para eliminar olores en la preparación.
 - Temperatura: servir el alimento o preparación a la misma temperatura a todos los panelistas, teniendo en cuenta que si se realizan en días diferentes se debe tratar de presentar siempre a la misma temperatura. Esto puede afectar el sabor, consistencia y aceptabilidad del alimento o preparación.

- iii. Cantidad servida: ésta dependerá del tipo de alimento que estamos probando. Para definir la cantidad primero es importante contestar estas preguntas: ¿Cuál es el propósito del estudio?, ¿Cuál es el tamaño de la porción normal servida del producto?, ¿Cuál es la cantidad usual de un bocado? y ¿Cuántos atributos se tienen que evaluar? Contestando estas preguntas es preferible servir un poco más. Asimismo, se recomienda servir la misma cantidad a cada individuo.
 - iv. Métodos de preparación y de conservación: usar la misma cantidad de cada uno de los ingredientes, el mismo tiempo y temperatura de preparación y cocción, la misma forma, tiempo y temperatura de conservación. Esto se debe tener en cuenta cada vez que se realice la prueba.
 - v. Métodos de servido e instrucciones del experimentador: usar de preferencia contenedores (vasos, tazones u otro) sin color y transparentes, del mismo tamaño, para no interferir en la evaluación del producto.
 - vi. Dar las mismas instrucciones a todos los panelistas, antes de iniciar la prueba. Para esto se puede tener una guía pre-diseñada y leerla siempre que se inicie una sesión, de esta manera se tiene la información impartida estandarizada a todos los panelistas.
- b. Consideraciones para el diseño experimental:
- i. Para evitar sesgos en la evaluación se debe asignar aleatoriamente el orden de presentación de los productos (Prueba por parejas y dúo-trío: AB, BA; Prueba Triangular: AAB, ABA, BAA, ABB, BAB, BBA). (Foto3):
 - ii. Usar códigos de 3 dígitos asignados aleatoriamente, se puede una función en Excel (“=ENTERO(ALEATORIO()*1000)”).



Foto 3: Asignación numérica a cada producto

- iii. Servir las porciones al azar, a menos que el diseño experimental requiera conocer el efecto del orden de servido.

3. Los panelistas

Al momento de elegir a los panelistas o evaluadores debemos responder dos preguntas:

- a. ¿Quiénes deberían ser nuestros sujetos?, esto va a depender del tipo de prueba y más aún de los objetivos de la evaluación:
 - i. ¿Entrenados y orientados o totalmente no entrenados?, en el caso de productos industrializados y en empresas se suelen usar sujetos entrenados, pero si lo que queremos es ver la respuesta de la gente a la que va dirigido el producto podemos usar a población en general.
 - ii. Al elegir los sujetos que van a realizar la evaluación se recomienda buscar sujetos que correspondan a la población objetivo del producto de acuerdo a la: edad, sexo, grupo étnico y/o otras características demográficas. En el caso de que la población objetivo sea niños pequeños es recomendable realizar la evaluación en los mismos niños y además en la madre, para evitar que el producto (aunque tenga muy buena aceptabilidad en los niños) no sea finalmente aceptado por la persona que es la responsable de la alimentación del niño. También debemos tener en cuenta si el producto va dirigido a población sana o enferma, así tenemos que si va dirigido por ejemplo a personas con diabetes, nuestro público objetivo de evaluación serían sujetos con diabetes.
- b. ¿Qué motivará a los sujetos?
 - i. ¿Qué es lo que hará participar a la gente con un alto grado de seriedad y cumplimiento de las instrucciones?, como principio general: Todos los paneles requieren de algún incentivo por su participación

10 reglas para la práctica de Evaluación Sensorial¹

1. Ambiente de prueba:
 - Limpio, libre de malos olores y ruidos.
 - Bien iluminado
2. Librar a los panelistas de potenciales distracciones.
3. Los panelistas no deben conocer la identidad del producto:
 - Identificar muestras por códigos de tres dígitos
4. Servir las muestras en orden aleatorio para cada panelista:
 - Para evitar los efectos del orden en la selección de la muestra.
 - Combinar todos los órdenes posibles.
5. No probar muchas muestras en una sesión:
 - Para no cansar a los panelistas.
6. Brindar agua o galletas sin sal:
 - Para limpiar el paladar. Funcionan para todo tipo de productos.
7. La paciencia es importante:
 - Dar tiempo para evaluar cada muestra y para la limpieza oral/nasal entre

muestras.

8. Motivar a los panelistas es importante.
9. Los panelistas deben entender el procedimiento y los cuestionarios para la degustación:
 - No asumir nada.
10. Establecer condiciones estándares:
 - El tamaño de la muestra, volumen, temperatura y otros que pueden afectar las respuestas.

Guías para la participación en Evaluaciones Sensoriales¹

1. Estar en buena condición física y mental.
2. Conocer antes de empezar la ficha de registro para evitar confusiones.
3. Percibir el aroma inmediatamente después de abrir la muestra para percibir el olor con mayor claridad.
4. Probar suficiente de la muestra para asegurar de degustar adecuadamente el producto.
5. Prestar atención a la secuencia de los productos presentados, empezar por el de mano izquierda y continuar por el de la derecha. No cambiarlos de posición para evitar confusión en el llenado del formulario.
6. Enjuagarse la boca al cambiar el producto que se está degustando y cada vez que lo requiera, siempre que la situación lo requiera.
7. Concentrarse en la prueba y bloquear otras distracciones.
8. No ser demasiado crítico, no sobre-juzgar un producto.
9. Utilizar toda la escala presentada para la evaluación del producto (evitar marcar sólo alrededor de la mitad de la escala).
10. No cambiar su manera de pensar.
11. Revisar los puntajes asignados a los productos, para estar seguros de la evaluación realizada.
12. Ser honesto con usted mismo en la evaluación.
13. Para llegar a ser un panelista experto es necesario practicar. La experiencia y habilidad para realizar evaluaciones sensoriales vienen lentamente. Ser paciente.
14. No fumar, beber o comer por lo menos 30 minutos antes de su participación.
15. No usar perfume, loción de afeitar, jabones perfumados y lociones de mano. Debido a que puede confundir los resultados, sobre todo cuando se está evaluando el olor de un producto.
16. Los panelistas entrenados requieren conocer de antemano los defectos y el rango de intensidad probable del producto.
17. La evaluación sensorial es un trabajo serio por lo tanto se deben evitar bromas y egos y se debe insistir en controles experimentales apropiados.

Capítulo IV

Pruebas discriminatorias

1. Características generales de la prueba:

Las pruebas discriminatorias se usan para detectar diferencias aunque no necesariamente detectan el tipo de diferencia encontrada⁵. Generalmente se usa cuando queremos introducir un nuevo producto y queremos saber si este es diferente al anterior, si la población detecta la diferencia. Si las muestras son perceptiblemente diferentes no se aplica esta técnica, las diferencias deben ser sutiles⁷.

Dentro de las pruebas discriminatorias podemos encontrar: pruebas de comparación pareada, prueba triangular, prueba dúo-trío, prueba 'A/no A', prueba dúo estándar y sorteo (en este capítulo trataremos las tres primeras).

En este tipo de pruebas lo que se desea reflejar en la hipótesis nula es si la Muestra 'A' = Muestra 'B' ($H_0: A=B$).

Para este tipo de pruebas se requiere entre 25 a 50 panelistas entrenados por prueba y escogidos por agudeza.

Cuando tenemos un producto en el mercado que es bien aceptado y queremos hacerle algunos cambios como mejorar sus características por ejemplo nutricionales o cambiar alguno de los insumos u otro, podemos aplicar una prueba discriminatoria para evaluar si la población los detecta. De acuerdo a los resultados, cuando encontramos que los panelistas no logran detectar las diferencias entre dos productos, no es necesario seguir haciendo otro tipo de pruebas (como descriptivas), debido a que hemos logrado hacer cambios que no son perceptibles.

- **Montaje Típico**

Se requieren por lo general entre 25 a 50 panelistas por prueba, los cuales son reclutados por agudeza en su evaluación sensorial, para realizar esto se puede realizar una sesión de evaluación sensorial e identificar a las personas que mejor discriminen las características a evaluar.

- **Ventajas y limitaciones del método**

Dentro de las ventajas principales tenemos que es un método rápido, fácil tanto en su procedimiento como en su análisis.

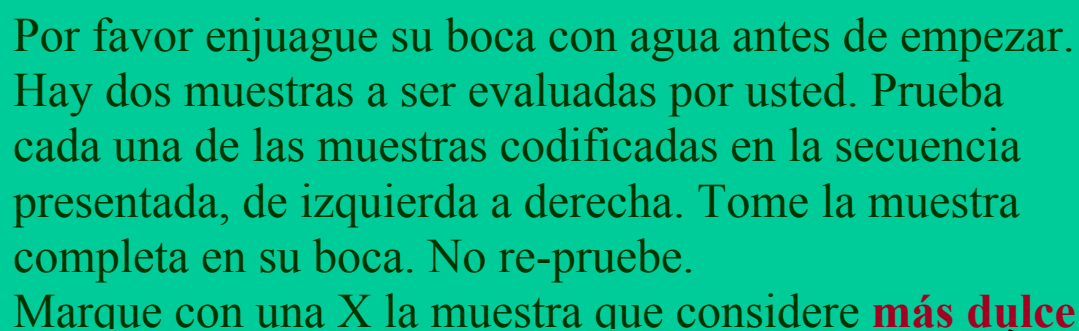
Las principales limitaciones del método se refieren a: la limitada información brindada (sólo hay dos posibles respuestas: sí, no), no puede ser usada cuando las diferencias entre los productos o muestras evaluadas son fáciles de detectar, si las preguntas no se enfocan en atributos específicos pierde sensibilidad.

- **Uso de las pruebas discriminatorias**

Las pruebas discriminatorias pueden usarse cuando queremos evaluar en el producto:

- El aporte de nuevas tecnologías.
 - La sustitución de alguno de sus ingredientes.
 - El cambio en los insumos crudos o materia prima.
 - El tiempo de vida útil o de conservación.
 - El cambio de envase.
 - Evaluación del tipo de almacenamiento
 - El cambio en las condiciones de procesamiento.
 - Antes de una prueba de consumo más cara.
- **Explicación a los panelistas:**

Se les debe explicar a los panelistas antes de iniciar la evaluación lo que queremos que detecten en el producto: más dulce, más salado, más ácido, cuál es diferente, cuál es igual, etc. Se puede entregar un pequeño papel con las indicaciones específicas (Figura 1). Asimismo explicar que deben enjuagar la boca con el vaso de agua que se les coloca junto con los productos que se van a evaluar.



Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.
Hay dos muestras a ser evaluadas por usted. Prueba
cada una de las muestras codificadas en la secuencia
presentada, de izquierda a derecha. Tome la muestra
completa en su boca. No re-pruebe.
Marque con una X la muestra que considere **más dulce**

Figura 1: Ejemplo de instrucciones a panelistas en una prueba discriminatoria pareada

2. Prueba de comparación pareada

Determina si hay diferencias en alguna dimensión específica entre dos muestras: acidez, dulce, salado, consistencia, color, etc. Es una prueba sencilla.

Para su aplicación se presentan dos muestras y se pregunta si hay diferencias (Figura 2). El orden de presentación debe ser aleatorio: AB, BA.

La hipótesis nula (H_0): $PA = PB = \frac{1}{2}$ (debido a que la probabilidad de acertar por azar es de un medio o 50%).

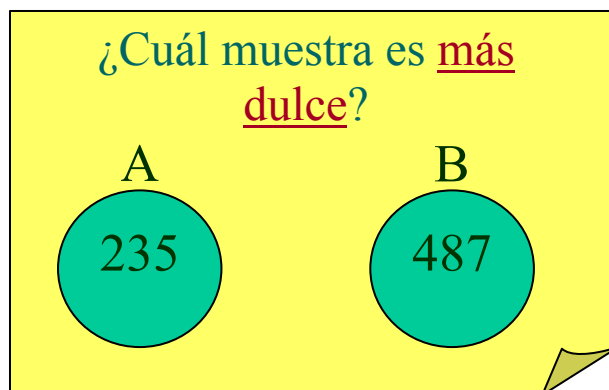


Figura 2: Ejemplo de ficha – Prueba de comparación pareada

3. Prueba triangular

Mediante esta prueba se pueden detectar pequeñas diferencias entre muestras. Produce más fatiga sensorial que la comparación pareada. Aquí se presentan tres productos, pero sólo uno de ellos es diferente. En este caso la pregunta es: ¿Cuál es la diferente?

Para su aplicación se presentan tres muestras y se pregunta cuál es diferente (Figura 3). La posible combinación de productos es como sigue: AAB, ABA, BAA, ABB, BAB, BBA, las cuales deben presentarse aleatoriamente.

La hipótesis nula (H_0): $P_t = 1/3$ (debido a que la probabilidad de acertar por azar es de un tercio).

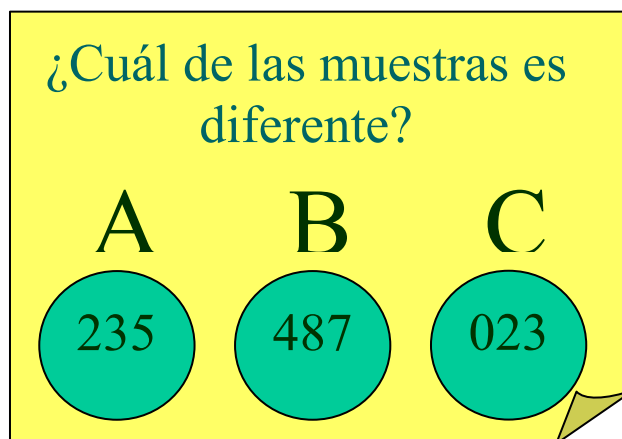


Figura 3: Ejemplo de ficha – Prueba Triangular

4. Prueba dúo-trío

En este caso se desea determinar si hay alguna diferencia sensorial entre una muestra dada y una de referencia. Aquí los panelistas deben conocer bien la muestra de referencia, para poder detectar la diferencia en el caso que la hubiera.

Se presentan tres muestras, una de ellas como referencia y se pregunta ¿Cuál de las otras dos es igual a ella? (Figura 4). Por lo tanto la hipótesis nula (H_0): $P_t = 1/2$ (porque la probabilidad de acertar por azar es del 50%).

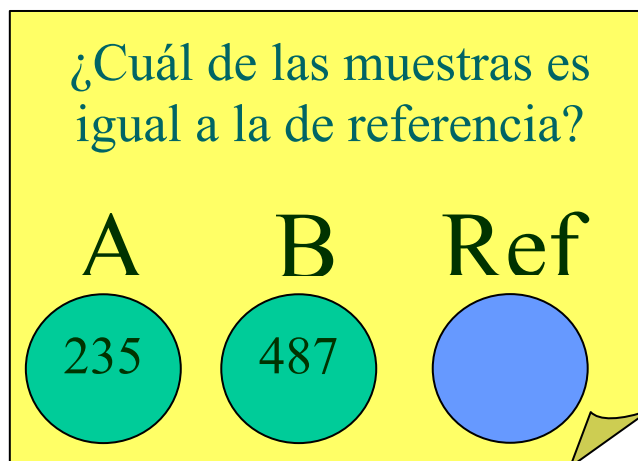


Figura 4: Ejemplo de ficha – Prueba Dúo-Trío

5. Manejo de datos en pruebas discriminatorias

Las preguntas claves para determinar la muestra en las pruebas discriminatorias son:

- ¿El resultado de la investigación es significativo para detectar la diferencia o existe evidencia de una diferencia en el producto?
Para esto tenemos que definir cuál es el riesgo alfa (α) vs beta (β), lo que producirá cambios en el número de panelistas requeridos.
- ¿Qué proporción de los discriminadores darían este resultado?
Es necesario considerar un factor de corrección para asegurar que el resultado no se debe a un efecto aleatorio de las respuestas (que hayan adivinado).
- ¿El resultado es estadísticamente significativo?

5.1 Supuestos en pruebas discriminatorias

Se asume que en las pruebas discriminatorias existen dos tipos de personas: discriminadores y no discriminadores. Esto nos lleva a tres suposiciones dentro de las mismas:

Supuesto 1

- Discriminadores: quienes reconocen en forma correcta las diferencias y seleccionan correctamente la muestra.
- No discriminadores: quienes no identifican la diferencia y adivinan.

Supuesto 2

- No discriminadores: incluyen personas que adivinan correctamente y personas que adivinan incorrectamente.
- La mejor estimación del número de no discriminadores quienes adivinan correctamente está basada a efecto aleatorio.

Inferencia

- El número total de respuestas correctas del panel refleja la suma de discriminadores y la fracción de no discriminadores quienes adivinaron correctamente (Tabla 2).

		Resultado de evaluación	
		Diferencia reportada	Ninguna diferencia reportada
Verdad	Diferencia existe	Aceptación correcta	Error tipo β
	Diferencia no existe	Error tipo α	Rechazo correcto

Tabla 2: Tipo de errores en medición

5.2 Determinación de la muestra:

- Para definir la muestra debemos definir:
 - Error tipo α (5-10%)
 - Error tipo β (5-10%)
 - ¿Cuán grande es la diferencia que deseamos encontrar? (% de aciertos esperados).

$$N = \left[\frac{Z_{\alpha} \sqrt{pq} + Z_{\beta} \sqrt{p_a q_a}}{p - p_a} \right]^2$$

- $Z_{\alpha} = 1.65$ (5%, una cola)
- p = proporción de acierto en la prueba
- q = probabilidad de rechazo en la prueba
- $Z_{\beta} = 1.65$ (5%, una cola)
- $p_a = C \cdot P(1-C)$
 - C = % de aciertos esperados (definido por el investigador: 1 de 5 personas, 1 de 4 personas, 1 de 3 personas, etc.)
 - P = Probabilidad de aciertos
- $q_a = 1-p_a$

En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo de número de personas necesarias para una prueba por parejas y dúo trío, asumiendo un $Z_{\alpha} = 1.65$ (Tabla 3).

Discriminatorias	Fórmula para definir la muestra								
	Z _α	p	q	Z _β	p _a =C+P(1-C)			q _a = 1-p _a	Muestra
					C	P	p _a		
Pareada, dúo-trío	1.65	0.5	0.5	1.65	0.50	0.50	0.75	0.25	37.9 = 38 personas
Triangular	1.65	0.33	0.67	1.65	0.33	0.33	0.56	0.44	51.8 = 52 personas

Tabla 3: Ejemplo de determinación de la muestra en pruebas discriminatorias (ver en página de Excel las fórmulas usadas para determinar la muestra: Muestra por prueba)

5.3 ¿Cómo definimos nuestra error tipo α ?

De acuerdo al nivel de evidencia que queremos lograr en nuestra prueba, aplicaremos la el nivel de error α (Tabla 4).

α	Evidencia de diferencia
0.05 a 0.10	Ligera
0.010 a 0.049	Moderada
0.001 a 0.009	Fuerte
< 0.001	Muy fuerte

Tabla 4: Evidencia del nivel α en la prueba

5.4 Análisis de los datos

Los datos pueden ser analizados por diferentes métodos estadísticos usando: prueba binomial, chi cuadrada ajustada y prueba de distribución normal.

- **Binomial**

Permite determinar si el resultado del estudio fue debido a la probabilidad o si se percibió una diferencia entre las muestras⁸:

En el anexo 1 podemos observar una tabla simple en donde nos indica (usando la prueba binomial), cuántos aciertos mínimos deben haber para poder definir que los panelistas identifican una diferencia entre los productos evaluados (es decir aceptamos nuestra hipótesis nula: los productos no son diferentes).

Por ejemplo: estamos aplicando una prueba dúo-trío a un grupo de 25 panelistas con la finalidad de que identifiquen entre dos galletas cuál se asemeja al patrón. Tenemos definido previamente usar una prueba de una cola, a un nivel de significancia del 5% ($p=0.05$). Después de aplicar la prueba encontramos que 19 de ellos identifican correctamente el producto similar al patrón, por lo tanto decimos que el producto A y B son diferentes, pues para 25 panelistas requerimos que al menos 18 de ellos identifiquen el producto igual a la referencia.

- **Chi cuadrada ajustada**

Permite comparar un grupo de frecuencias observadas equiparándolas con un grupo de frecuencias esperadas (hipotetizadas)

$$\chi^2 = \left[\frac{(|O_1 - E_1|^2) - 0.5}{E_1} \right] + \left[\frac{(|O_2 - E_2|^2) - 0.5}{E_2} \right]$$

Dónde:

O_1 = # observado de elecciones correctas

O_2 = # observado de elecciones incorrectas

E_1 = # esperado de elecciones correctas (np):

$p=0.500$: Dúo-trío; comparación pareada.

$p = 0.333$: Prueba triangular
 $E_2 =$ # esperado de elecciones correctas (nq):
 $q = 0.500$: Dúo-trío; comparación pareada.
 $q = 0.667$: Prueba triangular
 $n =$ # de panelistas

A continuación se muestran dos ejemplos de pruebas discriminatorias realizadas.

Ejemplo 1: En una prueba pareada de 33 panelistas, encontramos que 20 identificaron la preparación más dulce, cuando aplicamos la prueba, la χ^2 nos da un resultado de 1.424 (Tabla 5). Al buscar en la Anexo 2: valores críticos de χ^2 , el valor crítico para un grado de libertad es de 3.84 (dos muestras que están siendo probadas menos 1 es igual a 1 grado de libertad), por lo tanto asumimos que para un alfa de 5%, los panelistas no discriminan muy bien el producto más dulce, por lo tanto concluimos que los dos productos son iguales.

Ejemplo 2: En una prueba triangular, de 30 panelistas 17 identifican la muestra que es diferente, el valor de χ^2 es de 7.275. Considerando que el valor crítico de χ^2 para 1 grado de libertad es de 3.84, decimos que los panelistas lograron discriminar la muestra diferente, por lo tanto los dos productos son diferentes, el nivel de evidencia es fuerte, debido a que se encuentra entre un p de 0.001 y 0.005 (Tabla 5).

		Tipo de Prueba	
		Pareada, Dúo-Trío	Triangular
n	Número de panelistas	33	30
O ₁	# observado de elecciones correctas	20	17
O ₂	# observado de elecciones incorrectas	13	13
E ₁	# esperado de elecciones correctas (np):		
p	Prueba Pareada, Dúo-Trío: 0.500	16.5	10.0
p	Prueba Triangular: 0.333		
E ₂	# esperado de elecciones incorrectas (nq):		
q	Prueba Pareada, Dúo-Trío: 0.500	16.5	20.0
q	Prueba Triangular: 0.667		
	χ^2	1.424	7.275
	Grados de libertad	1	1
	Chi para 1 grado de libertad y 5% de significancia (p=0.05)	3.84	3.84
	Interpretación	No logran discriminar	Los panelistas discriminan entre ambas muestras

Tabla 5: Ejemplo de prueba de chi para determinar diferencia o igualdad entre dos muestras evaluadas para una prueba pareada o dúo-trío y triangular (ver en página de Excel las fórmulas usadas en Discriminatoria chi)

- Distribución normal

Se puede usar el área bajo la curva de probabilidad normal para estimar la probabilidad de oportunidades in el resultado de las pruebas discriminatorias.

$$Z = \frac{X - np - 0.5}{\sqrt{npq}}$$

Dónde:

X = # de respuestas correctas

n = # de respuestas

p = probabilidad de decisión por oportunidad

p= 1/2: Dúo-trío; comparación pareada.

p= 1/3: Prueba triangular

Z-score < 1.65 provee suficiente evidencia a favor de la hipótesis nula (igualdad).

En la Tabla 4 se muestran ejemplos de dos pruebas. En el primer caso, asumamos una prueba Dúo-Trío, en la que se pidió a 45 panelistas que identifiquen entre dos tipos de frejoles cuál es igual a la referencia, 29 de ellos identificaron correctamente. Aplicando la prueba Z, encontramos que el valor es 1.79, esto nos indica un nivel de significancia de 0.0367 (1-0.9633) (Anexo 3), es decir se concluye que existe un nivel de evidencia moderada para asumir que los dos productos son diferentes (Tabla 6).

Para el caso de la prueba triangular, se aplicó a 32 panelistas a los que se les pidió que identificaran entre 3 tipos de pan cuál de ellos era diferente. Del total de panelistas 14 identificaron correctamente. Aplicando la prueba Z, encontramos que el valor es 1.06, es decir que los dos productos son iguales.

		Tipo de Prueba	
		Pareada, Dúo-Trío	Triangular
n	muestra	45	32
X	# de respuestas correctas	29	14
p	probabilidad de decisión por oportunidad	0.5	0.33
	Prueba Pareada, Dúo-Trío: 0.500		
	Prueba Triangular: 0.333		
q	1-p	0.5	0.67
	Prueba Pareada, Dúo-Trío: 0.500		
	Prueba Triangular: 0.667		
	Z-score	1.79	1.06
	Probabilidad	0.0367	0.1446
	Prueba Pareada; Dúo-trío (1-0.9633)		
	Prueba Triangular (1-0. 8554)		
	Resultados	Los panelistas discriminan entre ambas muestras	No logran discriminar

Tabla 6: Ejemplo de prueba de z para determinar diferencia o igualdad entre dos muestras evaluadas para una prueba pareada o dúo-trío y triangular (ver en página de Excel las fórmulas usadas en Discriminatoria Z)

Capítulo IV

Pruebas afectivas o hedónicas

1. Características generales de la prueba:

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial.

Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas podemos encontrar: pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad.

Muchas veces se confunden el término preferencia con aceptabilidad, sin embargo son terminologías diferentes. Aceptabilidad se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto. Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas (dos o más productos). Cuando se usan dos productos se refiere a una prueba pareada. Cuando se usan dos o más productos se refieren a una prueba de ranking.

Comúnmente se utilizan pruebas hedónicas para evaluar la preferencia y/o aceptabilidad de un producto¹⁵⁷⁹.

1.1 Montaje Típico

Se requieren entre 75 a 150 panelistas por prueba, los cuales son reclutados por ser usuarios del producto.

1.2 Ventajas y limitaciones del método

Una de las principales ventajas es que provee de información esencial del producto. Asimismo permite identificar el grado de gusto o disgusto de un producto y relaciona el perfil descriptivo y otras variables para poder optimizar o mejorar el producto.

Dentro de las limitaciones es que los resultados pueden no ser claros y pueden dar un pobre diagnóstico, debido a que se trata de la apreciación en relación a los gustos y preferencias de panelistas. Puede resultar difícil obtener un panel representativo de la población objetivo y finalmente los datos o categorías de preferencia pueden ser ambiguos⁷.

1.3 Uso de las pruebas afectivas y hedónicas:

El uso de las pruebas afectivas o hedónicas dependen del tipo de prueba que realicemos: pruebas de preferencia o pruebas de aceptabilidad.

Las pruebas de preferencia nos ayudan a:

- Identificar un producto elegido entre 2 ó más alternativas.
- Decidir cuál sería la mejor opción entre la elaboración de diversos productos en los que se ha utilizado diferentes formulaciones, todas igualmente convenientes.
- Las pruebas de preferencia se utilizan para medir factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Las pruebas de aceptabilidad son usadas para:

- Nos permite identificar las características de un producto traducidas en grados de aceptabilidad de diferentes cualidades del mismo, por ejemplo: la aceptabilidad del sabor, color, consistencia, grado de dulzor, etc.
- Las pruebas de aceptabilidad se pueden realizar incluso ante situaciones adversas en el ambiente, es decir se pueden realizar en el hogar, en ambientes no especialmente diseñados para la prueba.

Las pruebas de preferencia y aceptabilidad pueden combinarse con otros análisis sensoriales para determinar el diseño óptimo del producto:

- Se quiere introducir un producto al mercado y se quiere indagar las expectativas del consumidor.
- Cuando se tiene un producto en el mercado y se quiere obtener información sobre las quejas en la formulación del producto o el producto en sí a fin de diseñar uno óptimo.

2. Pruebas de preferencia

Las pruebas de preferencia pueden ser a su vez de preferencia pareada o categorías de preferencia.

2.1 Prueba de preferencia pareada:

Se usa cuando uno quiere comparar un producto en relación al otro, ejemplo: comparar un producto mejorado vs otro; comparar un producto vs otra marca.

Este tipo de prueba se aplica a panelistas sin entrenamiento e incluso poco nivel educativo. Permite hacer series de diferencias pareadas.

Se trata de una prueba sencilla que responde a la pregunta: ¿Cuál prefiere?, en este caso se evalúa el producto como un todo.

El panelista debe elegir de todas maneras una de las opciones, aunque en algunas ocasiones se puede usar una alternativa de no preferencia por ninguna de las muestras. Sin embargo, esto produce ciertos inconvenientes como por ejemplo: puede ocasionar la disminución de la muestra de datos (por lo que se requeriría mayor número de panelistas para controlar las pérdidas debidas a las respuestas de no preferencia), puede complicar el análisis y causar diferencias por omisión. También se pueden usar escalas de intensidad de preferencia: prefiere fuertemente, prefiere moderadamente y prefiere.

Al ser una prueba de preferencia pareada sólo existen dos códigos, con dos posibles secuencias de servido elegidas al azar: AB, BA. Las dos muestras se deben mostrar simultáneamente (Figura 5).

Nombre:	Fecha:
Número de prueba:	Código de la sesión:

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.
 Por favor pruebe las dos muestras de productos presentados, empezando por el de la izquierda y luego seguir con el de la derecha. Usted puede beber agua tanto como desee, pero al menos debe consumir la mitad de la muestra presentada.
 Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla.
 Marque con una X el producto de su preferencia

A

563

No
prefiero
ninguna*

B

829

Gracias por su participación.

* Opcional

Figura 5: Ejemplo de una ficha para la Prueba de Preferencia Pareada⁷

2.2.1 Análisis de los datos:

Los datos pueden ser analizados por uno de los siguientes métodos estadísticos de distribución binomial, chi cuadrada y distribución normal.

A. Distribución binomial

Una forma rápida de conocer si los panelistas prefieren el Producto A en lugar del Producto B es verificando en la Tabla “Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad” (Anexo 1) si el número de aciertos es mayor al número de aciertos mínimos de acuerdo al número de panelistas.

Por ejemplo: estamos aplicando una prueba de preferencia pareada a un grupo de 80 panelistas con la finalidad de evaluar entre dos tipos de

empanadas (“A” y “B”), cuál es la preferida. Tenemos definido previamente usar una prueba de dos colas, a un nivel de significancia del 5% ($p=0.05$). Después de aplicar la prueba encontramos que 65 de ellos prefieren la empanada “A” y 15 la empanada “B”. Al observar la tabla de número de aciertos encontramos que se requiere al menos 50, 52 y 56 personas (a un nivel de significancia de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente) que se inclinen por uno de los productos para decir que existe una diferencia de preferencia. Por lo tanto decimos que el producto “A” fue significativamente más preferido que el producto “B” ($p<0.001$).

B. Chi cuadrada ajustada

Permite comprar un grupo de frecuencias observadas equiparándolas con un grupo de frecuencias esperadas (hipotetizadas).

$$\chi^2 = \left[\frac{(|O_1 - E_1|^2) - 0.5}{E_1} \right] + \left[\frac{(|O_2 - E_2|^2) - 0.5}{E_2} \right]$$

Dónde:

- O_1 = # observado de elecciones Producto A
- O_2 = # observado de elecciones Producto B
- E_1 = # esperado de elecciones Producto A (np): $p=0.500$
- E_2 = # esperado de elecciones correctas (nq): $q=0.500$
- n = # de panelistas

Por ejemplo, hicimos una prueba de preferencia entre dos papillas infantiles. La misma que aplicamos a 120 madres con niños entre 7 y 12 meses de edad. Encontramos que 70 de ellas prefirieron la papilla 1 y 50 la papilla 2. Al aplicar la prueba χ^2 el resultado es de 3.3167. Estamos probando 2 productos por lo tanto a un grado de libertad el valor crítico de χ^2 es de 3.84 a un $p=0.05$ y 2.71 a un $p=0.10$, según Anexo 2. Por lo tanto decimos que hay una preferencia ligeramente mayor hacia el Producto “1” que al Producto “2” (Tabla 7).

Preferencia pareada		
N	Muestra	120
O_1	Observado en papilla 1	70
O_2	Observado en papilla 2	50
E_1	Esperado en muestra 1 (np)	60
E_2	Esperado en muestra 2 (nq)	60
χ^2		3.32
Grados de libertad (2 productos-1=1)		1
Resultado Preferencia ligera hacia producto 1		

Tabla 7: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de preferencia pareada usando la prueba χ^2 (ver en página de Excel las fórmulas usadas)

C. Distribución normal y prueba z de proporciones

Se puede usar el área bajo la curva de probabilidad normal para estimar la probabilidad de oportunidades en el resultado de la muestra 1 y muestra 2.

$$Z = \frac{X - Np - 0.5}{\sqrt{Npq}}$$

Dónde:

- X = # de respuestas de preferencia
- N = # total de juicios
- p = probabilidad de elegir la muestra preferida (0.50)
- q = 1 - p = 0.5
- Z-score < 1.96 provee suficiente evidencia a favor de la hipótesis nula.

Por ejemplo: se realizó una prueba de preferencia pareada para comparar si las arepas elaboradas con maíz biofortificado son preferidas al compararlas con arepas elaboradas con maíz convencional. Se encuentra que 65 de los panelistas prefieren las arepas en las que se usó el maíz biofortificado, mientras que 35 prefirieron las convencionales. Al aplicar la prueba Z, obtenemos un valor de 2.9, si observamos la tabla del Anexo 3 encontramos que la probabilidad para este valor z es de 0.0019 (1-0.9981). Esto nos indica que las arepas biofortificadas son fuertemente preferidas a las arepas convencionales (p= 0.05 – 0.001) (Tabla 8).

		Preferencia pareada
N	Número de panelistas	100
X	Número de preferencias a arepas con maíz biofortificado	65
p	Probabilidad de escoger al azar	0.5
q	Probabilidad de no escoger al azar	0.5
Z		2.9
Probabilidad (1-0.9981)		0.0019
Resultados		Los panelistas prefieren las arepas biofortificadas, a un nivel de evidencia fuerte

Tabla 8: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de preferencia pareada usando la prueba de distribución normal (ver en página de Excel las fórmulas usadas)

2.2 Categorías de preferencia

A través de la prueba de categorías de preferencia se establece una escala ascendente o descendente en orden de preferencia o gusto. Esto permite evaluar la dirección de preferencia, sin embargo no se puede establecer el tamaño de la preferencia.

Al ser una prueba de preferencia pareada sólo existen dos códigos, con dos posibles secuencias de servido elegidas al azar: AB, BA. Las dos muestras se deben mostrar simultáneamente (Figura 5).

En las pruebas de preferencia se pueden evaluar múltiples productos, a diferencia de la prueba pareada, por lo tanto el número de muestras que se prueban pueden ser 3 ó más. El orden de las muestras se debe presentar en forma aleatoria (ver página de Excel). Aquí no se permiten empates como en la prueba de preferencia pareada (Tabla 9).

Nombre:	Fecha:
Número de prueba:	Código de la sesión:
<p>Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.</p> <p>Por favor pruebe las cinco muestras de productos presentados, empezando en el orden presentado, de izquierda a derecha. Usted puede beber agua tanto como desee. Usted puede probar nuevamente las muestras una vez que haya terminado de probar todas las que se presentan.</p> <p>Asigne un orden de preferencia a los productos presentados usando las siguientes categorías:</p> <p>1= Más preferida, 5= Menos preferida</p>	
<p>Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla.</p>	
Producto	Orden de preferencia (no se permiten empates)
478	
530	
937	
715	
109	
<p>Gracias por su participación.</p>	

Tabla 9: Ejemplo de una ficha para la Prueba de Categorías de Preferencia⁷

2.2.1 Análisis de datos

Debido a que son niveles de preferencia trabajamos con datos ordinales por lo tanto se usan pruebas no paramétricas: Prueba de Basker, Friedman o Kramer.

A. Prueba de Basker

Utilizando la prueba de Basker podemos identificar cuál de entre varios productos evaluados (más de 2) es preferido entre varios panelistas.

Por ejemplo, realizamos una prueba de categoría de preferencia de diferentes tipos de galletas y pedimos a los panelistas que las categorizaran por orden de preferencia. El producto preferido tiene 1 punto, el siguiente 2 y el último 7. En la Tabla 10 se muestran los resultados de 20 panelistas (recordar que para pruebas de preferencia se debe tener una muestra entre 75 a 150 panelistas). En esta prueba se debe obtener la suma del orden de preferencia de cada producto y la suma de cada panelista (ésta última para corroborar que no hay error de digitación (debe forzarse un orden a cada producto, no se admiten empates).

Panelistas	Producto							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
1	3	7	2	1	5	4	6	28
2	2	3	5	1	4	7	6	28
3	4	2	7	1	3	6	5	28
4	2	3	1	5	7	4	6	28
5	4	6	3	1	2	7	5	28
6	3	7	2	1	5	4	6	28
7	6	7	2	1	3	4	5	28
8	6	3	5	2	1	4	7	28
9	5	4	1	2	3	6	7	28
10	6	5	2	1	3	4	7	28
11	7	6	5	3	2	1	4	28
12	4	7	3	1	2	5	6	28
13	7	6	2	3	1	5	4	28
14	4	5	3	2	6	1	7	28
15	5	3	4	1	2	7	6	28
16	3	5	7	2	6	1	4	28
17	3	5	1	4	2	6	7	28
18	3	4	5	1	2	6	7	28
19	4	2	5	1	7	3	6	28
20	6	4	2	1	3	5	7	28
Suma de categorías	87	94	67	35	69	90	118	560

Tabla 10: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de categorías preferencia usando la prueba de Basker

De acuerdo al número de panelistas y número de productos se define el valor crítico utilizando la Tabla de Basker (Anexo 4). Tenemos 20 panelista para 7 productos, es decir el valor crítico es de 40.3.

Posteriormente se toman los datos sumados (suma de categorías) y se colocan en una tabla de dos por dos (en cada entrada se colocan los datos, unos en forma vertical y los otros en forma horizontal) (Tabla 11). Cada columna vertical se resta con la columna horizontal, como se muestra en la tabla. En este caso el Producto D es diferente a los Productos A, B, F y G (porque el valor absoluto de los Productos A, B, F y G son mayores a 40.3); y el Producto C es diferente al Producto G. Dado que el menor puntaje corresponde al producto de mayor preferencia (definido al realizar la prueba, producto preferido es 1 y el último en preferencia es el 7), decimos que el producto “D” fue preferido al Producto “A”, “B”, “F” y “G”, sin embargo no fue diferente al Producto “C” y “E”. También se encontró que el producto “G” sólo fue menos preferido que los Productos “C” y “D”.

Producto	Producto	A	B	C	D	E	F	G
	Suma de categorías	87	94	67	35	69	90	118
A	87	0	-7	20	52	18	-3	-31
B	94	7	0	27	59	25	4	-24
C	67	-20	-27	0	32	-2	-23	-51
D	35	-52	-59	-32	0	-34	-55	-83
E	69	-18	-25	2	34	0	-21	-49
F	90	3	-4	23	55	21	0	-28
G	118	31	24	51	83	49	28	0

Tabla 11: Organización de resultados de la prueba de categoría de preferencia usando la Prueba Basker (ver Hoja de Excel las fórmulas usadas)

B. Análisis de Varianza por Rangos Prueba de Friedman

Esta prueba es usada cuando evaluamos la preferencia de más de dos productos.

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{(k)(J)(J+1)} * \sum T_j^2 \right] - 3k(J+1)$$

Dónde:

- T = # total de cada columna
- J = # de productos o columnas
- k = # de panelistas o filas

Por ejemplo: 26 panelistas degustaron 3 tipos de queso (A, B y C). En la Tabla 12 se muestra el nivel de preferencia de cada uno de los productos por cada uno de los panelistas, dónde 1 corresponde al producto más preferido y 3 al menos preferido en este caso se permitió dar empate a dos productos. Al aplicar prueba de Friedman obtuvimos un valor de 11.5, comparamos el resultado en la tabla de χ^2 (3 productos – 1 = 2 grados de libertad) y para 2 grados de libertad el valor crítico es de 5.99 (Anexo 2). Como el χ^2 calculado es mayor al valor crítico decimos que el nivel de preferencia de los tres productos es diferente.

Panelistas (k)	Producto (J)		
	A	B	C
1	2	1	3
2	1	2	3
3	1	3	2
4	1	2	3
5	2	3	1
6	2	3	1
7	2	1	3
8	1	3	2
9	2	2	2
10	1	2	3

11*	1.5	1.5	3
12	1	2	3
13*	1	2.5	2.5
14	2	1	3
15*	1.5	1.5	3
16	2	2	2
17*	1	2.5	2.5
18*	1.5	3	1.5
19	1	2	3
20*	1.5	3	1.5
21*	1.5	1.5	3
22	2	3	1
23*	1	2.5	2.5
24	1.5	3	1.5
25*	1	2.5	2.5
26	2	2	2
Suma total	38	57.5	60.5
Suma²	1444	3306.25	3660.25
X²			11.5

*En el caso de dar empate en el primer lugar de preferencia corresponde poner un valor de 1.5 a los productos, en el caso de que el segundo lugar es el empate el valor sería de 2.5 para cada uno

Tabla 12: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de categorías preferencia usando la Prueba de Friedman

C. Prueba de Kramer

Siguiendo el mismo ejemplo que el anterior podemos usar la prueba de Kramer para determinar si existe un producto preferido frente a otros. Esta prueba requiere menos fórmulas que la anterior.

En esta prueba lo que se hace es comparar la suma total de preferencia de un producto vs la suma de los otros (“A” vs “B”, “A” vs “C” y “B” vs “C”) (Tabla 13). Según la Tabla de Basker (Anexo 4) el valor crítico para una prueba con 26 panelistas y 3 productos es 16.9. Por lo tanto decimos que el producto “A” es más preferido que el producto “B” y “C”, pero el nivel de preferencia del producto “B” es igual al “C”.

Productos/suma preferencia		A	B	C
		39	57.5	61.5
A	39	0	-18.5	-22.5
B	57.5	18.5	0	-4
C	61.5	22.5	4	0

Tabla 13: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de categorías preferencia usando la Prueba de Friedman

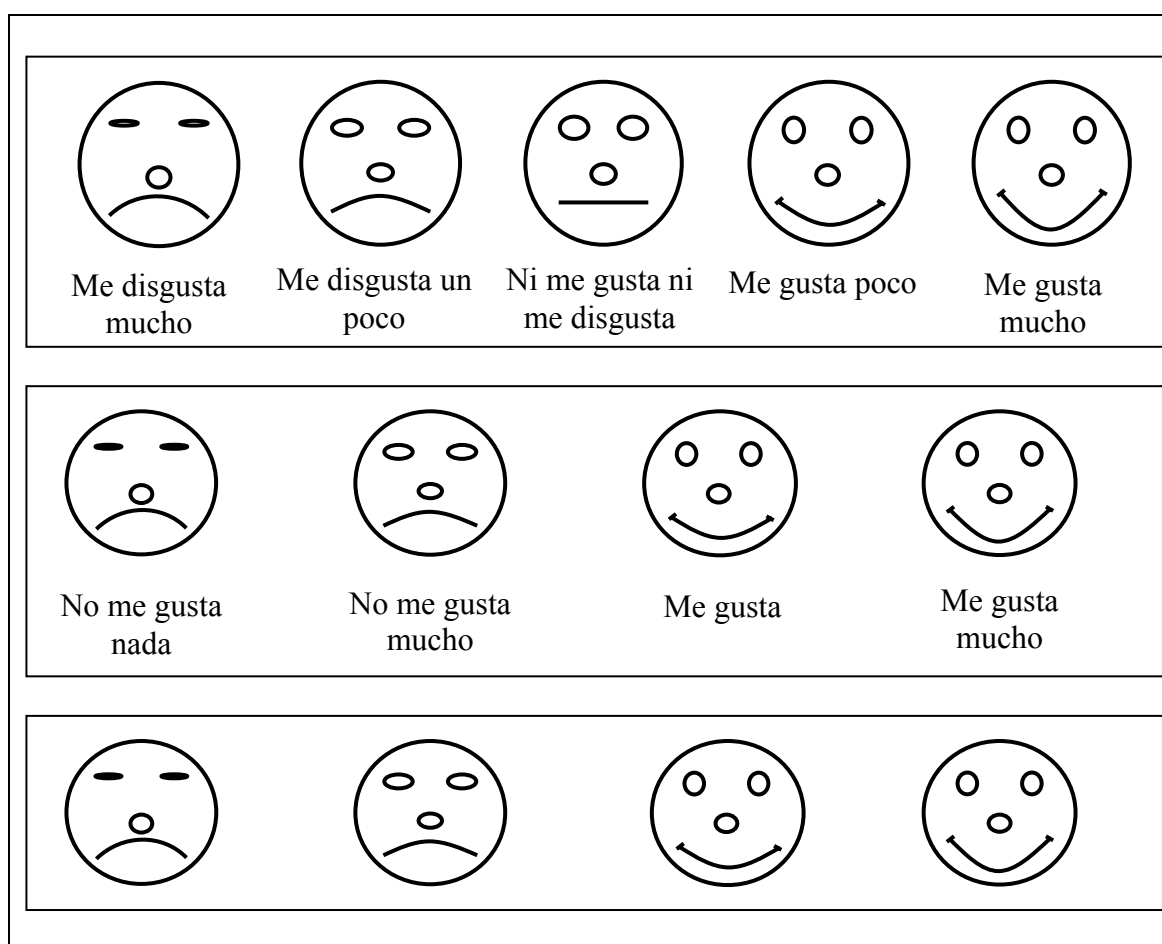
3. Pruebas de aceptabilidad

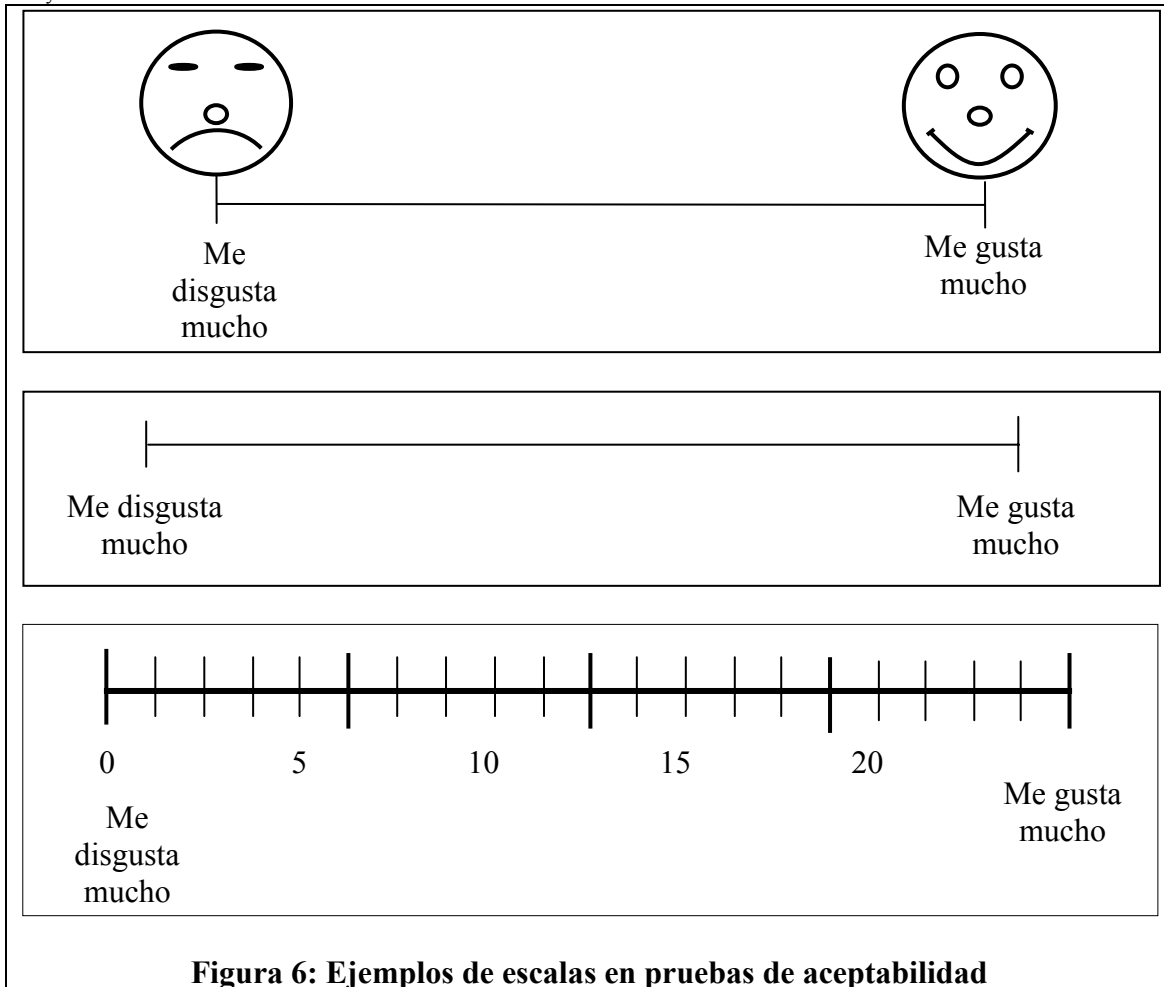
En este tipo de pruebas se asume que el nivel de aceptabilidad del consumidor existe en un continuo, no necesariamente hay el mismo nivel de escala entre me gusta

mucho y me gusta, que entre me disgusta mucho y me disgusta. Las respuestas están categorizadas en escalas desde gusta a no gusta, también se pueden evaluar otros atributos del alimento por ejemplo: salado, dulce, espeso, aguado, etc. Para el análisis se asigna un valor numérico a cada escala. No se debe buscar otra alternativa o alternativas intermedias, se usa las que están dadas (sobre todo en las ya definidas).

El número de escalas puede variar, en la figura 6 se muestran algunos ejemplos. Así se puede usar las categorías cinco niveles de escala entre me disgusta mucho a me gusta mucho, incluyendo una intermedia no me gusta ni me disgusta (A; Figura 6). Otra alternativa con cuatro niveles de aceptabilidad: no me gusta nada, no me gusta mucho, me gusta, me gusta mucho (B, C; Figura 6). También se puede usar una línea de conexión entre no me gusta, me gusta (D; Figura 6).

Como se puede observar en los ejemplos de la Figura 6 se puede usar diferentes niveles de aceptabilidad representados por caritas indicando a que se refiere cada una (A, B), caritas sólo (C), caritas con líneas punteadas entre los extremos (D), una línea indicando en palabras el significado de cada extremo (E) ó sólo líneas punteadas indicando en cada extremo el significado.





3.1 Supuestos en pruebas de aceptabilidad

En las pruebas de aceptabilidad se usa una escala hedónica para categorizar el nivel de aceptabilidad de un producto o varios, dentro de éstos hay supuestos a tomar en cuenta:

- Se asume que las preferencias del consumidor existen en un continuo, lo cual no es totalmente cierto, pues no necesariamente existe la misma distancia entre no me gusta, no me gusta nada, que entre me gusta y no me gusta ni me disgusta.
- Por lo general se asigna un valor numérico a cada escala para el análisis, hay que tener cuidado, por lo expuesto en el punto anterior.
- Generalmente se usan escalas entre me gusta y no gusta, las cuales pueden aumentar o disminuir (4 a 9 escalas). Por ejemplo: me disgusta en lo extremo, me disgusta mucho, me disgusta moderadamente, me disgusta poco, no me gusta ni me disgusta, me gusta poco, me gusta moderadamente, me gusta mucho, degusta en extremo.
- Es necesario ser cuidadosos y evitar jugar con las escalas.
- Se debe tomar en cuenta que se deben usar sólo las alternativas que se muestran, es decir si existe 7 escalas entre me disgusta y me gusta, se tiene que optar por una de ellas, no se debe marcar entre dos escalas.

3.2 Análisis de datos

El análisis de los datos en pruebas de preferencia se hace a través de medidas de tendencia central y t-test para definir diferencias.

Ejemplo: Se probaron dos tipos de puré de papa, preparados con diferentes variedades de la misma, en dos grupos de personas. El Puré “1” fue degustado por 21 panelistas y el “2” por 22 panelistas. Se les pidió que dieran su opinión sobre la consistencia y el sabor, usando una escala de 8 puntos en el nivel de aceptabilidad, desde no me gusta nada a me gusta mucho (no me gusta nada “1” y me gusta mucho “2”). Los resultados se muestran en la Tabla 14. Para observar si los productos tienen la aceptación de los panelistas (traducida en escala numérica) determinamos la media y desviación estándar y para verificar la diferencia entre ambos productos calculamos el valor t para una prueba independiente. Los resultados nos muestran que el valor t para la consistencia fue de 2.374 y para el sabor 0.694. Para una $\alpha=0.05$ a dos colas y para 41 grados de libertad ($21+22-1=41$) el valor crítico para el t-test es de 2.020 (Anexo 5) por lo tanto concluimos que la consistencia del Puré “1” es preferida al Puré “2” (el mayor puntaje es el mejor, media 4.81 vs 4.00) a un nivel de significancia de 0.05. Sin embargo, con respecto al sabor los dos tipos de puré fueron igualmente aceptados, es decir que no hay diferencia significativa entre ambos.

Panelistas	Consistencia		Sabor	
	Puré 1	Puré 2	Puré 1	Puré 2
1	6	2	6	6
2	5	4	5	5
3	4	5	6	5
4	5	6	5	4
5	3	5	3	3
6	4	4	2	4
7	5	3	6	5
8	6	5	5	3
9	5	4	6	2
10	3	6	5	6
11	4	4	4	5
12	6	3	6	4
13	5	6	5	6
14	4	4	4	3
15	6	5	6	5
16	4	4	3	3
17	5	3	4	5
18	6	2	5	6
19	5	4	6	3
20	4	2	4	4
21	6	3	3	5
22		4		6
Media	4.81	4.00	4.71	4.45
DE	0.98	1.23	1.23	1.22
Suma X	101	88	99	98
Suma X²	505	384	497	468

N	21	22	21	22
Grados de libertad				
21 + 22 panelistas-2	41		41	
Valor t	2.020		2.020	
t	2.374		0.694	
Resultados	Consistencia de Producto “1” mejor a Producto “2”		Sabor de Producto “1” igual a Producto “2”	

Tabla 14: Ejemplo de análisis de datos de una prueba de aceptabilidad usando pruebas de tendencia central y t-test

Capítulo V

Prueba descriptiva

1. Características generales de la prueba

Constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. El análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de personas entrenadas y estandarizadas. Los panelistas deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo.

Dentro de las pruebas descriptivas podemos encontrar pruebas de: perfil del sabor, perfil de textura y análisis cuantitativo (estimación magnitudinal, grados o porcentajes, valoración de atributos).

El objetivo de las pruebas es obtener especificaciones cuantitativas, a través de su descripción de aspectos importantes del producto que se está evaluando.

A través de este método se ayuda a identificar ingredientes esenciales y variables del proceso o cómo difiere el producto en aspectos sensoriales específicos. Asimismo determina cuáles de los atributos son más importantes para la aceptabilidad. Los atributos están pre-definidos y se presentan en grados o escalas.

Mediante esta técnica se reportan percepciones, no se hacen preguntas acerca de la aceptabilidad del producto.

En este tipo de pruebas la terminología debe ser específica, singular, concreta y tener concordancia con los estándares de referencia de acuerdo al producto que se está analizando. Por lo tanto los términos utilizados no deben ser hedónicos, complejos, vagos, multidimensionales.

1.1 Montaje Típico

Se requiere de 8 a 12 panelistas, escogidos por agudeza, motivación y entrenamiento. Existe un programa específico a seguir para seleccionar y entrenar a los panelistas que realizan pruebas descriptivas, estas pueden ser revisadas en el Libro “Sensory Evaluation of Food”⁷.

1.2 Ventajas y limitaciones del método

Dentro de las ventajas más importantes tenemos que a través de las pruebas de análisis descriptivo se puede obtener información muy detallada del producto: qué atributos caracterizan al producto, en qué difieren los productos y cuánto difieren los productos. El hecho de conocer la característica diferencial permite mantenerla o modificarla.

La información puede estar relacionada a la opinión del consumidor o a mediciones instrumentales específicas. Permite obtener información detallada de diferentes variables: ingredientes, procesamiento y/o empaque.

Dentro de las limitaciones más importantes tenemos que es el método más costoso y requiere de más tiempo, debido a la necesidad de un panel entrenado para su evaluación. Al tratarse de un panel entrenado se puede obtener sobrevalorar analíticamente el producto. Puede no llegar a capturar una impresión integrada entre todos los panelistas⁷.

1.3 Uso de las pruebas de análisis descriptivo

Las pruebas de análisis descriptivo pueden usarse cuando se:

- Ha sustituido algún ingrediente, insumo, empaque o cambiado algún aspecto del procesamiento.
- Quiere evaluar los cambios del producto en el transcurso del tiempo.
- Requiere evaluar especificaciones en el control de calidad.
- Desea interpretar el rechazo de un producto por parte del consumidor.
- Se varía la alimentación por ejemplo de los pollos y se quiere evaluar el efecto en el sabor de la carne o los huevos, otro uso es en alimentos genéticamente modificados, cuando se cambia la forma de cultivo (hidropónica), entre otros.

2. Pruebas de perfil del sabor.

La prueba de perfil del sabor nos permite describir cualitativamente la intensidad del sabor, el orden de percepción del sabor, identificar el sabor que queda al final en la boca (denominado regusto) y la amplitud del sabor (Tabla 15). El producto que se evalúa debe estar en la forma en la que se ofrecerá al consumidor final, por ejemplo mermelada de fresa en un pastel.

Este tipo de prueba requiere de un panel entrenado por 2 a 3 semanas, en este caso el panel evalúa el producto en conjunto para finalmente llegar a un consenso (no se usan métodos estadísticos). Al evaluar en consenso el líder del panel puede influenciar en el entrenamiento por su liderazgo y tratar de direccionar la calidad del producto por el concepto de amplitud, es decir que puede influir en la característica real percibida del producto. El líder del panel es un elemento clave en la evaluación, su rol es el de: dirigir, coordinar la producción y preparación de la muestra, tiene una participación activa, es encargado de moderar las interacciones entre los panelistas, llevar al grupo entero hacia una decisión unánime, emitir la evaluación final, debe ser muy paciente, sensible y diplomático.

Ranking	Explicación
0	No presente
)(No reconocible
1	Suave
2	Moderado
3	Fuerte

Tabla 15: Ejemplo de categorías que se pueden usar en las pruebas de perfil del sabor

2.1 Selección de los panelistas para el Perfil del Sabor

Para la elección de los panelistas, además de los aspectos mencionados en el Capítulo II (Guías para la participación en Evaluaciones Sensoriales), se deben considerar los siguientes aspectos:

- La disponibilidad de tiempo a largo plazo, se quiere entrenar personas que van a quedarse por largo tiempo en la institución o empresa debido a que toma mucho tiempo, esfuerzo y dinero el entrenamiento.
- Deben tener alto interés en el producto y en desarrollar el trabajo, a su vez ayuda si conocen el producto.
- Ser seleccionados por sus percepciones normales del sabor y olor usando productos reales para medir estas categorías.
- Ser agudos en identificar olores que están en el ambiente para evitar confusión con los olores propios del producto.
- Ser consistentes en su evaluación, sinceros y con personalidad apropiada, no deben ser tímidos ni agresivos.

3. Perfil de la textura

Cuando se habla de textura de un producto nos referimos a: “Atributos reológicos y estructurales (geométricos y de superficie), mediante aspectos mecánicos, táctiles, visuales y auditivos”. La textura es un indicador de la calidad del alimento para el consumidor. Esta se mide de manera segmentada en el tiempo de la prueba: mordida inicial vs masticación vs residual.

La escala está inicialmente anclada a referencias comunes de productos específicos, sobre las que se espera que se encuentre idealmente cada atributo evaluado (Tabla 16).

Atributos de textura	Escala	Producto
Dureza	Bajo	Queso crema
	Medio	Salchicha Frankfurter
	Alto	Caramelo duro
Adhesividad al paladar	Bajo	Aceite vegetal hidrogenado
	Medio	Marshmellow
	Alto	Mantequilla de maní
Fracturabilidad	Bajo	Muffin de maíz
	Medio	Crujido del jengibre
	Alto	Caramelo duro
Sequedad	Bajo	Galletas cracker
	Medio	Jamón
	Alto	Wafer

Tabla 16: Ejemplos de muestra anclada

Dentro de la definición de algunos atributos que medimos en la textura de los alimentos tenemos:

- Dureza: Se requiere de fuerza para masticar a través del producto colocado entre los molares.

- Adhesividad al paladar: Se requiere de fuerza para remover el producto completamente del paladar usando la lengua.
- Fracturabilidad: Fuerza con la cual el producto se rompe entre los molares, masticándolo completamente con movimientos rápidos.
- Sequedad: Cantidad de humedad percibida en la superficie del producto cuando entra en contacto con el labio superior.

La textura de los alimentos se puede clasificar de acuerdo a las características de la misma: mecánicas, geométricas u otras (Tabla 17).

Término primario	Término secundario	Término del consumidor
Características mecánicas		
Adhesividad		Viscoso, pegajoso, empalagoso
Cohesividad	Nivel de fragilidad	Se desmigaja con facilidad, crujiente, quebradizo.
	Necesidad de masticar antes de tragar	Fácil de masticar y cortar, masticable, duro.
	Nivel de chiclosidad	No duradero, se siente suave y seco al comer, pastoso, gomoso
Elasticidad		Plástica, elástica
Dureza		Suave, firme, duro.
Viscosidad		Ligera, gruesa
Características geométricas		
Orientación y forma		Celular, cristalino, fibroso, etc.
Tamaño y forma		Aspero, grueso, granuloso, arenoso
Otras características		
Contenido de grasa		Grasoso
		Aceitoso
Contenido de humedad		Seco, húmedo, aguado

Tabla 17: Clasificación de la textura para definir las descripciones en los consumidores

Dentro de esta prueba se evalúa la textura: visual, táctil y auditiva. En algunos casos sólo se usa uno de los sentidos y en otros la combinación completa o parcial: por ejemplo: la cáscara de la naranja es rugosa (visual y táctil) ausente en la cáscara de la manzana, el sonido de las papitas en hojuela en la boca se refiere tanto a la textura táctil como a la auditiva.

Para medir la textura visual se evalúa la apariencia de fresco del producto (recién cosechado, marchito, seco, fresco, etc.), la misma que crea una expectativa del producto en la boca. Cuando la textura visual y táctil de un producto varía puede ocasionar una disminución en la aceptabilidad del producto en el consumidor final.

4. Análisis descriptivo cuantitativo

Es un método mejorado al Perfil del Sabor. Se usa una escala lineal no estructurada para describir la intensidad de los atributos del producto. En esta escala se mide

exactamente la distancia del punto marcado. El problema que se puede presentar es que la escala lineal puede reducir la tendencia de los panelistas a usar sólo la parte central de la escala rechazando muy altos o muy bajos puntajes (el puntaje se calcula al medir la distancia desde el extremo izquierdo de la línea hasta el punto exacto marcado por el panelista) (Figura 7). La elección del rango del producto está referida al propósito del estudio.

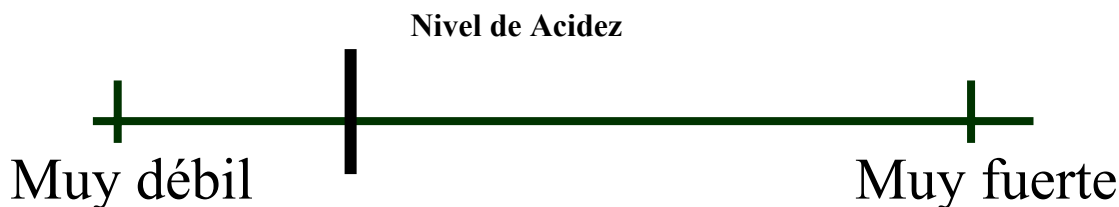


Figura 7: Ejemplo de escala lineal de medición

Esta prueba tiene similitudes, pero también diferencias con la Prueba de Perfil del Sabor. Dentro de las similitudes tenemos que:

- En consenso los panelistas desarrollan un vocabulario estandarizado para describir las diferencias sensoriales.
- El grupo de panelistas decide los estándares de referencia y las definiciones verbales que se usan para anclar los términos descriptivos.
- Los panelistas deciden la secuencia para evaluar cada atributo.
- Hay un líder que dirige al grupo.
- Es importante el entrenamiento para poder establecer los parámetros de medición.

Dentro de las diferencias con la Prueba del Perfil del Sabor tenemos que en la Prueba de Análisis Descriptivo cuantitativo:

- Los productos no tienen que ser servidos en la forma en que se presenta al consumidor, se sirve la mermelada de fresa no en el pastel sino sola.
- Cada panelista se sienta en cabinas aisladas para evaluar el producto.
- Se requiere tener en cuenta la codificación de las muestras, características del ambiente, características de la degustación.

4.1 Selección de los jueces para el análisis descriptivo cuantitativo

Para la elección de los panelistas se debe considerar:

- La disponibilidad de tiempo a largo plazo, se quiere entrenar personas que van a quedarse por largo tiempo en la empresa debido a que toma mucho tiempo, esfuerzo y dinero el entrenamiento.
- Ser seleccionados por sus percepciones normales del sabor y olor usando productos reales para medir estas categorías.
- Ser consistentes en su evaluación y sinceros.
- Líder del panel no tiene una participación tan activa como en el Perfil del Sabor, sólo facilita el proceso.

5. Análisis de Pruebas Descriptivas

Para analizar los datos en este tipo de pruebas se realizan análisis descriptivos:

- Estadística paramétrica y medidas de tendencia central y varianza.
- Prueba de significancia estadística de las diferencias entre dos productos: t-test entre dos productos, Prueba de Duncan, Tukey y LSD.
- Análisis de varianza en el caso de comparaciones entre más de dos productos. El diseño más común usado es de:
 - Comparación entre productos
 - Comparación entre panelistas
 - Comparación en réplicas
 - Examen de interacciones estadísticas:
 - Juicio entre productos: debido a que los panelistas pueden evaluar los productos de manera diferente.
 - Juicio por réplica: los panelistas pueden cambiar su evaluación en la repetición.
 - Productos por réplica: los productos pueden cambiar sus características en la réplica (puede tratarse de lotes diferentes)

Se debe tener en cuenta ciertos criterios dentro del análisis como:

- Cada atributo descriptivo se analiza por separado.
- Los datos se describen en medias, DE, EE para cada producto y cada atributo.
- Se pueden realizar gráficas o tabulaciones de resultados.

Si se requiere de mayor información se puede buscar en el Libro “Sensory Evaluation of Food”⁷.

Anexo 1:

Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad según Distribución Binomial

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trío, Preferencia Pareada						Triangular		
	Una cola			Dos colas			Una cola		
	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	--	7	--	--	5	6	7
8	7	8	--	8	8	--	6	7	8
9	8	9	--	8	9	--	6	7	8
10	9	10	10	9	10	--	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
70	43	46	49	44	47	50	32	34	37
80	48	51	55	50	52	56	35	38	41
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

Anexo 2:**Tabla de valores críticos de Chi Cuadrada. Bajo la probabilidad de que $H_0 \geq X^2$**

Grados de libertad	Nivel de significancia					
	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	7.83
2	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	4.64	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	5.99	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	7.29	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7
6	8.56	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5
7	9.8	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3
8	11.03	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0
9	12.24	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6
10	13.44	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2
11	14.63	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8
12	15.81	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3
13	16.98	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8
14	18.15	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3
15	19.31	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8
16	20.46	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3
17	21.62	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7
18	22.76	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2
19	23.9	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6
20	25.04	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0
21	26.17	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4
22	27.3	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8
23	28.43	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2
24	29.55	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6
25	30.68	34.4	37.7	40.6	44.3	46.5
26	31.8	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3
27	32.91	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6
28	34.03	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0
29	35.14	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3
30	36.25	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo 3:**Tabla de valores críticos de Chi Cuadrada. Bajo probabilidad de que $H_0 \geq X^2$**

Grados de libertad	Niveles de significación					
	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	7.83
2	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	4.64	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4	5.99	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	7.29	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7
6	8.56	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5
7	9.8	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3
8	11.03	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0
9	12.24	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6
10	13.44	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2
11	14.63	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8
12	15.81	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3
13	16.98	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8
14	18.15	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3
15	19.31	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8
16	20.46	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3
17	21.62	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7
18	22.76	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2
19	23.9	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6
20	25.04	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0
21	26.17	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4
22	27.3	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8
23	28.43	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2
24	29.55	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6
25	30.68	34.4	37.7	40.6	44.3	46.5
26	31.8	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3
27	32.91	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6
28	34.03	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0
29	35.14	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3
30	36.25	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo 3: Distribución normal estándar acumulada (1- α). Valores de la probabilidad acumulado por debajo de Z

z	0.0000	0.0100	0.0200	0.0300	0.0400	0.0500	0.0600	0.0700	0.0800	0.0900
0.00	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.10	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.20	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.30	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.40	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.50	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.60	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.70	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.80	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.90	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.00	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.10	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.20	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.30	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.40	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.50	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.60	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.70	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.80	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.90	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.00	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.10	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.20	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.30	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.40	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.50	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.60	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.70	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.80	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.90	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.00	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.10	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.20	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.30	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.40	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.50	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

Ref: Lawlees HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo 4: Tabla de Prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo 5: Upper critical values of Student's t distribution with degrees of freedom

Grados de libertad	Probability of exceeding the critical value (una cola)					
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	Probability of exceeding the critical value (dos colas)					
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.313
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.782
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.499
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.296
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.143
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.024
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.929
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
31	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365
33	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348
35	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333
37	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319
39	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
41	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301
42	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296
43	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291
44	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286
45	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281
46	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277
47	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273
48	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269
49	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261

51	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258
52	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255
53	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251
54	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248
55	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245
56	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242
57	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239
58	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237
59	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
61	1.296	1.670	2.000	2.389	2.659	3.229
62	1.295	1.670	1.999	2.388	2.657	3.227
63	1.295	1.669	1.998	2.387	2.656	3.225
64	1.295	1.669	1.998	2.386	2.655	3.223
65	1.295	1.669	1.997	2.385	2.654	3.220
66	1.295	1.668	1.997	2.384	2.652	3.218
67	1.294	1.668	1.996	2.383	2.651	3.216
68	1.294	1.668	1.995	2.382	2.650	3.214
69	1.294	1.667	1.995	2.382	2.649	3.213
70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211
71	1.294	1.667	1.994	2.380	2.647	3.209
72	1.293	1.666	1.993	2.379	2.646	3.207
73	1.293	1.666	1.993	2.379	2.645	3.206
74	1.293	1.666	1.993	2.378	2.644	3.204
75	1.293	1.665	1.992	2.377	2.643	3.202
76	1.293	1.665	1.992	2.376	2.642	3.201
77	1.293	1.665	1.991	2.376	2.641	3.199
78	1.292	1.665	1.991	2.375	2.640	3.198
79	1.292	1.664	1.990	2.374	2.640	3.197
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195
81	1.292	1.664	1.990	2.373	2.638	3.194
82	1.292	1.664	1.989	2.373	2.637	3.193
83	1.292	1.663	1.989	2.372	2.636	3.191
84	1.292	1.663	1.989	2.372	2.636	3.190
85	1.292	1.663	1.988	2.371	2.635	3.189
86	1.291	1.663	1.988	2.370	2.634	3.188
87	1.291	1.663	1.988	2.370	2.634	3.187
88	1.291	1.662	1.987	2.369	2.633	3.185
89	1.291	1.662	1.987	2.369	2.632	3.184
90	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	3.183
91	1.291	1.662	1.986	2.368	2.631	3.182
92	1.291	1.662	1.986	2.368	2.630	3.181
93	1.291	1.661	1.986	2.367	2.630	3.180
94	1.291	1.661	1.986	2.367	2.629	3.179
95	1.291	1.661	1.985	2.366	2.629	3.178
96	1.290	1.661	1.985	2.366	2.628	3.177
97	1.290	1.661	1.985	2.365	2.627	3.176
98	1.290	1.661	1.984	2.365	2.627	3.175
99	1.290	1.660	1.984	2.365	2.626	3.175
100	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174
∞	1.282	1.645	1.96	2.326	2.576	3.090

Ref: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda3672.htm>

¹ Lawless H, Horne J, Chapman K. Sensory Workshops. Applied Sensory Evaluation Workshop. Cornell University. Institute of Food Science. Ithaca NY, June 16-17, 2004.

-
- ² Lawless H, Stevens DA. Sensory Workshops. Applied Statistics Workshop. Cornell University. Institute of Food Science. Ithaca NY, June 14-15, 2004.
- ³ ASTM, COMMITTEE E-18 on Sensory of Materials and Productos
- ⁴ Etaio I, Pérez FJ, Albisu M, Salmerón J, Ojeda M, Gastón E. Guía para la evaluación sensorial de la calidad de los vinos tintos de Rioja Alavesa. Vinos jóvenes y vinos con crianza en barrica. Colección LUR N° 10. Gobierno Vasco, Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación, Universidad del País Vasco, Asociación de Bodegas Vascas Alavesa, LASEHU, Vitoria-Gasteiz, 2007.
- ⁵ Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.
http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html
- ⁶ http://www.percepnet.com/img/fotos/cienc_foto1.jpg, 13 de Setiembre 2007.
- ⁷ Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.
- ⁸ Lawless H, Stevens, DA, Chapman K. Sensory Workshops. Applied Statistics Workshop. Cornell University . Institute of Food Science. Ithaca NY, June 14-15, 2004.
- ⁹ Iniciación al Análisis Sensorial de Alimentos.
http://www.edu.xunta.es/cfr/ferrol/recursos/archivo/cursos2001/curso_analise_sensorial/as2.ppt#256,1,I
NICIACIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS. 18 de Setiembre 2007.