

EMMA WITTIG DE PENNA

EVALUACION SENSORIAL
Una metodología actual
para tecnología de
alimentos

*A Fernando,
a nuestros hijos: Fernando, Max y Astrid
sin cuya comprensión y apoyo
esta obra no habría sido una realidad.*

Ante la necesidad de contar con algún texto sobre Evaluación Sensorial en castellano que pudiera ser útil tanto a estudiantes como profesionales que necesitan de esta metódica, me entusiasmé por elaborar esta pequeña obra, en la que he reunido la experiencia de diferentes investigadores, a través de revisiones de la literatura, y la experiencia personal que he adquirido tanto en Chile como en Alemania.

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos al Dr. rer. techn. Hermann Schmidt-Hebbel, Profesor Extraordinario y Miembro Académico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas de la Universidad de Chile, por haberme impulsado a hacerlo, a la Dra. Q.F. Dipl. en Tecnología de Alimentos Valentina Parraguirre, por transmitirme sus valiosos conocimientos y el entusiasmo a especializarme en este campo, a la Dra. Chem. Gisela Jellinek, por su desinteresada ayuda y positivo criticismo, siempre oportuno y ejemplar, que me han permitido perfeccionar la docencia impartida tanto en los cursos curriculares, de Ingeniería de Alimentos y de Nutrición y Dietética, como en cursos de post grado del área de Alimentos.

No puedo dejar de mencionar mi reconocido agradecimiento a todos aquellos que han participado como panelistas, sin cuyo valioso aporte y entusiasmo esta labor no habría sido fructífera.

A todos ellos, y a Uds. que desean interiorizarse en la Evaluación Sensorial va dedicada esta obra.

Emma Wittig de Penna

CONTENIDO

	Pág.
Prólogo Prof. Dr. Hermann Schmidt-Hebbel	11
Prólogo Prof. Dr. Fernando Monckeberg	13
Introducción al Estudio de la Evaluación Sensorial	15
Capítulo I	17
Los sentidos como herramienta de análisis	17
Atributos sensoriales, propiedades y aspectos más relevantes	21
1. Gusto y sabor (taste y flavor)	21
– Definición	21
– Calidad	22
– Intensidad relativa	23
– Umbrales	23
– Teorías del gusto	23
– Naturaleza de los estímulos químicos	24
2. Aroma y olor	25
– Definición	25
– Clasificación	25
– Especificidad química	26
– Técnicas para evaluar aromas	26
– Umbral del olfato	27
– Teorías del olfato	28
3. Color y apariencia	28
– Definición	28
4. Textura	29
– Definición	29
– Clasificación	30
– Relación entre receptor y características texturales	30
5. Audición y ruidos	30
Capítulo II	31
Factores que influyen en la evaluación sensorial	31
1. Factores de personalidad y actitud	31
– Individuos analíticos y sintéticos	31
– Individuos objetivos y subjetivos	31
– Individuos activos y pasivos.	31
– Individuos confiados y cautelosos o precavidos	32

– Individuos que reaccionan al color y a la forma	32
– Individuos visuales y táctiles	32
2. Motivación	32
3. Errores psicológicos de los juicios	32
– Error de hábito	32
– Error por expectación	33
– Error por estímulo	33
– Error lógico	33
– Error por benevolencia	33
– Error de tendencia central	33
– Error por contraste	33
– Error de proximidad	33
– Error de posición y tiempo	34
– Error de asociación	34
– Error de primera clase	34
– Error de segunda clase	34
– Influencia de la memoria	34
4. Relación entre estímulo y percepción	34
– Adaptación	35
– Factores que influyen en la preferencia y aceptación	36
Capítulo III	38
Requisitos para una Evaluación Sensorial de Alimentos	38
– Laboratorio de pruebas	38
– Muestras	39
– Preparación	39
– Presentación	40
– Panel de degustadores	41
– Tests sensoriales	44
Capítulo IV	47
Metodología de Evaluación Sensorial	47
Métodos para tests de respuesta objetiva	47
Tests de valoración. (Rating Tests)	47
1. Test descriptivo	47
2. Test numérico	48
3. Test de puntaje compuesto	56
Métodos para detectar diferencias	57
1. Test de estímulo único	58
2. Test pareado	58
3. Test de dúo-trío	60
4. Test triangular	61
5. Test de comparación múltiple	65
Métodos analíticos	66
1. Test de muestra única	66
2. Test de sabor extraño específico	67
3. Test analítico descriptivo (profile)	68
4. Test de valoración de calidad con escala por parámetro	75
Métodos para tests de respuesta subjetiva	78
I. Tests de preferencia	78
1. Test de simple preferencia o pareado preferencia	78
2. Test de ordenamiento o ranking	80
3. Test de escala hedónica	83
II. Tests de aceptabilidad	85
1. Test de panel piloto	86
2. Test panel de consumidores	86

Importancia de los tests de Aceptabilidad	86
Objetivos de los estudios de preferencia del consumidor	88
Información obtenida a través del estudio de consumidores	89
Factores que influyen en los resultados de los tests de consumidores	90
Comparación entre paneles de Laboratorio y paneles de consumidores	92
Capítulo V	93
Aplicaciones de la Evaluación Sensorial realizadas por la autora	93
Bibliografía	117
Apéndice	123
Tablas de uso frecuente en Evaluación Sensorial (A-G2)	

PROLOGO

Como es sabido por los que se dedican, en una u otra forma, a la investigación de los alimentos, su Control comprende, tanto la determinación de su calidad tecnológica a base de análisis físicos, químicos y microbiológicos como su calidad estética mediante la apreciación de sus caracteres organolépticos. Mientras en un principio esta última calidad se establecía sólo en forma un tanto subjetiva a través de observaciones relacionadas con el aspecto, olor, sabor y textura, el método actual del Análisis Sensorial permite determinar en forma mucho más científica y objetiva la evaluación de estos caracteres, que tanto influyen en el consumidor en la aceptabilidad del alimento o bebida. De este modo, la calificación final de un producto alimenticio comprende hoy en día, además de la determinación de su valor nutritivo y calórico, también los resultados de su Análisis Sensorial, como complemento necesario para su evaluación integral.

La autora de la presente publicación, la Profesora Emma Wittig, después de obtener su título de Químico-Farmacéutico, perfeccionó sus estudios de bioquímica en la Universidad de Colonia (Alemania). Posteriormente se especializó en Evaluación Sensorial, teniendo la oportunidad de estudiar y practicar esta disciplina en tres oportunidades en los importantes Centros Científicos de esta especialidad en Holzminden y Karlsruhe (Alemania). Actualmente ejerce esta disciplina tanto en sus aspectos docentes como de investigación, en la Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile, con especial eficiencia y versación.

Dada la escasez de literatura científica que existe en nuestro idioma sobre la materia de este libro y la preparación científica y profesional de la autora en esta especialidad, es de esperar que esta obra encuentre una acogida favorable por parte de los interesados en el tema.

Prof. Dr. Hermann Schmidt-Hebbel

PROLOGO

La evaluación sensorial de los alimentos, constituye hoy en día un pilar fundamental para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios. Sin duda, el poder medir en el laboratorio el grado de satisfacción que brindará un determinado producto, nos permite anticipar la aceptabilidad que éste tendrá.

La evaluación sensorial es también un elemento necesario para desarrollar una estrategia de marketing, ya que el placer o satisfacción sensorial hedónica es una determinante importante del consumo de alimentos.

Quienquiera diseñar productos alimenticios con fines de conquistar déficits nutricionales, prevenir la malnutrición, satisfacer los apetitos del consumidor o simplemente asegurar una buena rentabilidad de capital invertido, deberá poner especial atención a las enseñanzas de la Dra. Emma Wittig y respetar los resultados obtenidos por la evaluación que jueces imparciales hagan del producto. No cumplir con este precepto básico ha llevado al fracaso a muchos esfuerzos por introducir nuevos alimentos dados por el sector privado o el público.

El libro que tiene en sus manos es una valiosa síntesis de esta técnica emergida en las últimas décadas. La evaluación sensorial presentada por la Dra. Wittig combina la fisiología de la percepción sensorial, en especial de gusto, olfato y visión, la elaboración mental que se hace en la corteza cerebral a partir de lo percibido en la cual se incorpora la subjetividad de lo sentido, el uso de la estadística moderna que permite poner a prueba una hipótesis y dar respuestas objetivas con confiabilidad y error medible y, finalmente, una excelente presentación de los aspectos técnicos y prácticos de las pruebas específicas.

La autora, como lo señala el Dr. Schmidt-Hebbel, está muy bien calificada para tratar este tema y lo hace en forma directa, científica y orientada al usuario de la evaluación sensorial. Sin duda, este libro llenará un vacío en nuestro medio y su mensaje permitirá a los profesionales contar con una guía teórica y práctica de evaluación sensorial cuyo fin último es obtener un consumidor satisfecho.

Fernando Monckeberg

INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA EVALUACION SENSORIAL.

La Evaluación Sensorial es una disciplina desarrollada desde hace algunos años; nació durante la segunda guerra mundial, ante la necesidad de establecer las razones que hacían que las tropas rechazaran en gran volumen las raciones de campaña. El hecho aparecía insólito e inesperado: las dietas estaban perfectamente balanceadas y cumplían los requerimientos nutritivos de los usuarios; pero éstos las rechazaban.

Luego de reunir abundante información a través de entrevistas y encuestas, y analizar cuidadosamente la situación, se concluyó que la causa del rechazo era el deterioro en mayor o menor grado de algunos o todos los parámetros de calidad organoléptica de los alimentos que conformaban la dieta.

Se postularon diferentes hipótesis con el fin de determinar las causas que producían el deterioro, señalándose que éste podría provenir de la materia prima, o del proceso de elaboración, o del envasado, o del almacenamiento. Una herramienta muy valiosa para investigar estas causas ha sido la Evaluación Sensorial.

La Evaluación Sensorial trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ello depende en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados. Mediante un entrenamiento adecuado es posible obtener el mismo grado de seguridad que en un método instrumental, teniendo la ventaja que la sensibilidad del test sensorial es mayor, esto es, los sentidos son capaces de pesquisar concentraciones menores. Así por ejemplo, cuando los métodos instrumentales se aplican a análisis de trazas, en que se alcanza el límite de detección del método, cuando en el análisis cromatográfico ya no aparecen más "peaks", es posible la mayoría de las veces percibir claramente "algo" en el sabor y aroma. Se evidencia lo que Jellinek llama el "detector biológico". Como ejemplo de este detector biológico tenemos los valores de umbral de estímulo para olfacción de etilmercaptano en el aire, que alcanza a $4,5 \times 10^{-15}$ g/l y de ácido butírico en aire que alcanza a $8,8 \times 10^{-13}$ g/l (Ohloff 1971, "Die Chemie des Geruchssinnes"). Ambos ejemplos ponen de manifiesto la alta sensibilidad que caracteriza al sentido del olfato.

Muchos han sido los esfuerzos de los investigadores para reemplazar los test sensoriales. Así por ejemplo, se estudiaron varios tests instrumentales para medir calidad de leche en polvo con el fin de establecer cuál era el más conveniente y a la vez permitiera reemplazar el test de puntaje usado en el análisis sensorial del producto. Los tests investigados fueron los siguientes:

- Absorción de O_2 y H_2O del polvo.
- Valor de peróxido y clorofila de la grasa.
- Estimación del pardeamiento del polvo.

- Medición de la fluorescencia.
- Estimación de los cambios en el contenido de peroxidasa, trimetilamina, sulfuros volátiles y diacetilo.
- Solubilidad, por centrifugación y método del KCl.
- Coagulación, por ácidos, alcohol y cuajo.
- Acidez titulable.
- pH.
- Números de congorrubina y hierro.
- Volumen de espuma.
- Constante dieléctrica.
- Intensidad y calidad de color.
- Índice de refracción.
- Viscosidad y tensión superficial.

Finalmente, se concluyó que la Evaluación Sensorial era el método más preciso para medir calidad de leche en polvo (Pierce, 1945).

Claro está que los métodos de Evaluación Sensorial tienen también limitaciones puesto que se trabaja con paneles de laboratorio, formados por seres humanos, sujetos también a ciertas limitaciones que han sido descritas in extenso en estudios biológicos. Los jueces están sujetos a variaciones en las respuestas debido a un gran número de factores, que al ser conocidos pueden evitarse o minimizarse. Además los resultados se expresan en términos relativos y no en términos absolutos. Para llegar a resultados válidos se requiere de mucho tiempo y material. De ahí la importancia de contar con un panel bien entrenado que entregue resultados confiables y reproducibles.

La realidad demuestra que la Evaluación Sensorial proporciona información integral de la calidad, junto con proporcionar una información de las expectativas de aceptabilidad por parte del consumidor. Ya vimos en el ejemplo presentado, que los métodos instrumentales nos informan aisladamente acerca de los diferentes constituyentes de los alimentos, pero nada nos dicen acerca de cómo éstos se interaccionan entre sí para conformar un producto peculiar, y es esa peculiaridad la que hace que el consumidor acepte, rechace o prefiera ese producto.

CAPITULO I. LOS SENTIDOS COMO HERRAMIENTA DE ANALISIS.

Desde hace bastante tiempo se ha aplicado la Evaluación Sensorial sin base científica en la industria de alimentos. Se trata de exámenes organolépticos especializados, habitualmente usados en bebidas estimulantes. Se ha logrado una certeza sorprendente con los catadores de vinos, que pueden llegar a establecer la zona, viña y año de producción. También se conocen resultados exitosos obtenidos por los catadores de cerveza, té, café y yerba mate.

La Evaluación Sensorial usa técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción.

¿Qué es percepción?

Cada objeto, un libro, una flor, un alimento, tiene características propias, y así, el alimento tiene su propio peso, estructura, composición, color, etc. Cuando el observador se percata de la existencia de los objetos que le rodean, se debe a que éstos han actuado como "estímulo" sobre sus sentidos. Este estímulo produce un efecto en el observador: una sensación que es función de las características innatas del objeto. La percepción se produce cuando el observador ha recibido un estímulo de magnitud igual o mayor al umbral, y comprende la filtración, interpretación y reconstrucción de la variada y abundante información que reciben los receptores sensoriales.

Entre sensación y percepción, existe la misma diferencia que hay entre "mirar", "ver", "oír" y "escuchar".

La mente guarda las percepciones en su memoria, y éstas son modificadas continuamente por nuevas percepciones. Estas modificaciones son las que comúnmente llamamos "impresiones".

Pensemos en un día cualquiera de un sujeto cualquiera: su mente recibe millares de impresiones, triviales, fantásticas, que se desvanecen o graban intensamente. De todos lados llega una incesante corriente de átomos, y caen, como transformándose en la vida del Lunes a Martes...

En el proceso total de la percepción, las señales, su integración e interpretación no son fácilmente separables.

El grado de agrado que produce un alimento está unido a este proceso subjetivo, aunque puede hacerse también un análisis más objetivo, usando introspección y adoptando una actitud crítica consciente.

El primer estado de percepción ocurre a nivel de los receptores sensoriales cuya especificidad y sensibilidad determina la percepción. El estímulo consiste en una emisión de energía emitida por el objeto, que es captada por el receptor. La cantidad mínima de energía requerida para producir una respuesta sensorial se define como

umbral sensorial, y a partir de esta percepción, puede ser determinada la eficiencia de los detectores. El **umbral de detección** se define como el estímulo mínimo capaz de producir una respuesta sensorial en un 50% (o mejor 75%) de una población dada. El **umbral de identificación** es la cantidad mínima de estímulo que produce la identificación de él, por un 50% de una población dada. El **umbral máximo** o **umbral de saturación** es la máxima concentración o intensidad del estímulo que puede ser captada, o sea, si se aumenta la intensidad del estímulo la respuesta es la misma, también referido a la respuesta de un 50% de una población dada. El continuo de la percepción se extiende entre el umbral y el máximo de intensidad percibida.

También es importante señalar el **umbral de diferenciación** que corresponde al incremento mínimo del estímulo, requerido para producir una diferencia detectable en la percepción. Esta es una medida de la discriminación del receptor.

Si la diferencia en cantidad del estímulo es ΔC y vale:

$$\Delta C = C_2 - C_1$$

El promedio del continuo de percepción, según Weber es una constante, y constituye una ley general de la percepción.

$$\frac{\Delta C}{C_1} = \text{constante}$$

La relación entre la intensidad del estímulo C y la intensidad de la percepción ψ fue expresado por Fechner como:

$$\psi = N \log C \quad \text{siendo } N = \text{constante}$$

Más tarde esta fórmula fue corregida por Stevens:

$$\log \psi = N \log C \quad \text{o bien, } \psi = C^N$$

y aquí N debe ser determinado para cada tipo de percepción.

Respecto a la intensidad del estímulo, debe tenerse en consideración la calidad de él.

RECEPTORES SENSORIALES: Tanto los órganos de los sentidos como los receptores sensoriales que se usan en la percepción de los alimentos, determinan la calidad específica de la percepción (Fig. 1).

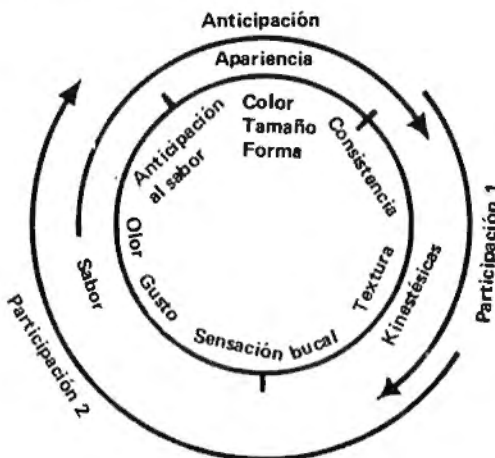


Fig. 1. Esquema de la calidad sensorial de los alimentos, presentado como un continuo finito.

(Kramer y Szczesniak, 1973).

Así por ejemplo, el sentido de la vista nos informa sobre la apariencia del alimento: estado físico (sólido, líquido, semilíquido, gel), tamaño, forma, textura, consistencia, color. La estimación de estas características hace que los otros órganos sensoriales se preparen para sus propias percepciones, haciendo más intensa la respuesta. Salivación ante un alimento atractivo por ejemplo.

Las imágenes visuales son muy importantes en control de calidad de materia prima, al juzgar la frescura de frutas y pescados, y en control de proceso, por ejemplo, al estimar el grado de tostación del café por el color. El impacto visual es un recurso de gran valor en la industria de alimentos, por ejemplo, la coloración de bebidas de fantasía, de caramelos, la decoración de platos preparados. No podemos desconocer el tremendo impacto visual que produce una bandeja de bocadillos de cocktail debidamente decorados, o los platos aderezados de un banquete, o la exposición de las bandejas con los alimentos en una cena americana.

El sentido del tacto y los receptores táctiles nos entregan información sobre la textura, forma, peso, temperatura y consistencia del alimento. Estos receptores se ubican en las manos y boca (labios, mejillas, lengua y paladar).

Cuántas veces nos llevamos una sorpresa grande al complementar la información que teníamos por vía visual con la que nos entregan los receptores táctiles. Los receptores bucales son muy sensitivos y discriminan partículas de hasta 20 a 25 μ de diámetro para estimar una textura granulosa. Los receptores kinestésicos musculares de las mandíbulas y dientes perciben la consistencia del alimento. La llamada "sensación bucal irritante" es la resultante de la sumatoria de las sensaciones percibidas por los receptores táctiles y los receptores químicos sensibles a estas sustancias irritantes, (ají, vinagre).

La sensibilidad depende de la temperatura: un ambiente frío la disminuye.

Las percepciones táctiles influyen notoriamente sobre el placer de comer. Así por ejemplo, muchas personas rechazan comer ostras debido a su consistencia viscosa; en cambio el aspecto vital y la sensación de suavidad de las gelatinas hacen que a muchos degustadores les parezcan apetecibles, y en cambio a otros les disgusten. Cuando la textura de los alimentos es compleja, el proceso de masticación y deglución se dificulta, ya que se debe poner en juego un buen control de toda la musculatura que permite una buena operación; esto hace que este tipo de alimentos resulten desagradables para los niños, que no tienen aún buen control muscular en el hábito de comer, y en cambio es agradable en los adultos, que disfrutan sensaciones más sofisticadas.

Las sensaciones kinestésicas comprenden el examen de madurez de las frutas o quesos medido por la presión con los dedos. Este mismo examen se practica en productos de cecinería con el fin de establecer la evolución de la madurez. Instrumentalmente esta medición se realiza con penetrómetros, suculómetros, plunger, texturómetros, etc. que tienen un principio semejante; sin embargo, estas mediciones instrumentales de textura y reología de los alimentos son bastante complejas, a menudo empíricas y no siempre se correlacionan bien con las percepciones sensoriales.

El sentido de la audición está también asociado al proceso de comer. Los sonidos provocados por el masticar o morder un alimento, complementan la percepción de textura del alimento y forman también parte del placer de comer. Y así por ejemplo, las manzanas deben ser jugosas, las galletas crujientes, el apio tierno y turgente etc.

Los receptores de la audición se ubican en el oído interno y son sensibles a vibraciones de 10^1 a 10^4 Herz.

Las vibraciones acústicas de masticar y tragar llegan al oído interno a través del tubo de Eustaquio o por los huesos del cráneo. Drake demostró que los sonidos producidos durante la masticación varían con la dotación dental del sujeto.

El sentido del olfato, al igual que el sentido del gusto, es estimulado por energía química principalmente. Es capaz de percibir algunas moléculas diluidas en el aire. La innumerable variedad de olores que existe hace difícil la tarea de nominarlos, y es bastante frecuente dar el nombre de una asociación conocida. Así por ejemplo, se habla del olor de una taza de café recién preparado o del perfume de una rosa. Se han hecho muchos intentos de clasificación, pero el éxito aún no ha sido completo. Gracias a grandes esfuerzos realizados durante los últimos 20 años, el avance ha sido más sustantivo, sumado a los resultados que entrega la cromatografía de gases y la física de gases.

El oler está íntimamente ligado al comer: no podemos negar la atracción producida por un desayuno constituido por un café humeante y aromático acompañado de crujientes tostadas recién preparadas.

En la parte superior de la nariz está el epitelio sensitivo, la pituitaria amarilla que recibe una pequeña fracción del aire inspirado. Está constituida por células sensitivas provistas de vellosidades en las que se encuentran terminaciones de las neuronas olfatorias. Está conectado al cerebro a través del bulbo olfatorio y de allí salen numerosas conexiones a las diferentes zonas del cerebro. Así se explica que el acto de oler, evoca la memoria y estimula emociones. En el acto de comer, al masticar y luego deglutir el alimento, los aromas de éste llegan hasta la pituitaria amarilla, a través de la vía retranasal, que une la nariz y la tráquea, integrándose entonces la sensación de sabor.

El sentido del gusto tiene sus receptores ubicados en la boca, principalmente en la lengua, paladar y labios. Estos receptores no son rigurosamente específicos a una determinada calidad de gusto, a veces un receptor responde a un tipo de azúcar y no a otro edulcorante, y sí puede responder débilmente a un compuesto amargo. El campo de percepción se refiere a cuatro gustos básicos (ácido, amargo, salado y dulce). Estos cuatro gustos originan toda la gama de gustos conocida, por interacción mutua de dos o más de ellos, produciendo reforzamiento o enmascaramiento. La sensibilidad del gusto se mide con soluciones acuosas de sustancias puras. Esta sensibilidad es mayor a temperaturas de 20 - 30°C.

INTERACCIONES SENSORIALES: La información captada por los diferentes receptores sensoriales es transmitida en forma de potenciales de acción hasta el cerebro, donde es interpretada. Es aquí donde cobran importancia las interacciones sensoriales y las asociaciones psicológicas, y así hay asociaciones entre color y temperatura, textura y gusto, color y olor, etc. Así por ejemplo, un color azul parece más profundo y oscuro si se presenta acompañado de un sonido suave, y parecerá más claro si el sonido es agudo. El agua destilada teñida débilmente de verde parece más ácida que el agua incolora de referencia. Una pizca de color café en una crema de vainilla amarilla, intensifica su sabor. Un trago de agua servido en un vaso craquelado parece más fresca que si se sirve en un vaso liso. Para demostrar que existen efectos no fisiológicos, se puede evidenciar adicionando iguales cantidades de azúcar a agua y a un fluido viscoso, por ejemplo gelatina sin sabor, y al degustar ambos, se capta una intensidad de dulzor diferente por la distinta actividad química y habilidad para contactar receptores, lo que está influyendo en reforzar la asociación existente entre gusto y textura.

Hay diferencias en la sensibilidad individual a gustos, sonidos, formas, iluminación, olores, de tal forma que cada uno de nosotros tiene una imagen global del mundo. Esta variabilidad es aún reforzada por la educación, nivel social, cultura y personalidad, influyendo profundamente en la actitud tomada frente a una situación dada, la atención dada a un problema o al medio que nos rodea, produciendo todas las diferencias en los sentimientos personales y la realidad interna.

La problemática de la evaluación sensorial reside en el hecho que los receptores sensoriales detectan algunas propiedades objetivas del alimento y el consumidor elabora un juicio subjetivo como resultado de un proceso que depende de su psicología y fisiología. El experimentador debe saber, lo que es percibido con el mínimo de interpretación subjetiva, de tal forma que los resultados puedan ser relacionados significativamente con las mediciones mecánicas e instrumentales y el análisis de mercado. Es en este punto donde se necesita asegurar las condiciones que hagan que el juez juzgue el producto con una interpretación personal pero analizándolo más objetivamente.

ATRIBUTOS SENSORIALES, PROPIEDADES Y ASPECTOS MAS RELEVANTES

1. Gusto y sabor (taste y flavor).

1.1. Definición: Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. El resto de las sensaciones gustativas proviene de mezclas de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define "sabor" como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor.

Los receptores del sentido del gusto lo constituyen los botones gustativos, éstos se agrupan en número de alrededor de 250 para constituir las papilas gustativas. Las papilas gustativas se ubican en la lengua, existiendo cuatro tipos morfológicamente diferentes: filiformes, foliadas, fungiformes y caliciformes. Las filiformes no tienen importancia en la evaluación del gusto, son las más numerosas y carecen de botones gustativos, participan en la elaboración de la sensación de tacto. Las foliadas están ubicadas en los dos tercios posteriores de la lengua, no están desarrolladas, de ahí que tengan poca importancia en la sensación gustativa. Las fungiformes se ubican en los dos tercios delanteros de la lengua, son grandes, en forma de hongo, y tienen importancia en las sensaciones del gusto y tacto. Las caliciformes se ubican en la V lingual, son escasas, en número de no más de 15, son grandes y fácilmente visibles.

Los botones gustativos están constituidos por células gustativas y células de sostén. De los botones gustativos salen fibras nerviosas que transmiten los estímulos gustativos al cerebro. Para que esto suceda, el estímulo gustativo debe entrar en contacto con la saliva y disolverse en ella.

Los cuatro gustos básicos son registrados por diferentes células gustativas, distribuidas desigualmente en la lengua. Los receptores del gusto dulce están en la punta, los receptores del salado en los bordes anteriores, los del ácido en los costados y los del amargo en el fondo de la lengua, en la V lingual (Moncrieff, 1951) (Fig. 2).

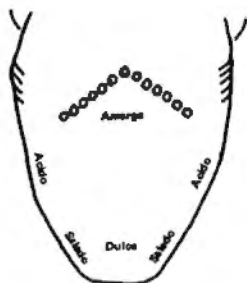


Fig. 2. Distribución de receptores para los gustos básicos. (Moncrieff, 1951).

Esta distribución desigual de los diferentes botones gustativos puede comprobarse degustando soluciones diluidas de soluciones puras de los gustos básicos (sacarosa, cloruro de sodio, cafeína y ácido cítrico) agregando movimientos de cabeza: de adelante hacia atrás para amargo y dulce, y de hombro a hombro para ácido (Jellinek, 1975).

1.2. Calidad: Sensaciones de agrado o desagrado para soluciones puras de los gustos básicos están en relación con la concentración. Ya en 1928, Engell describió que al incrementar la concentración de glucosa aumenta la sensación de agrado, pero esto es válido dentro de un rango, ya que a concentraciones mayores la sensación se torna desagradable. Experiencias realizadas con los cuatro gustos básicos demuestran que el 100% de los jueces encontró agradable la solución de glucosa al 9%, 66% calificó de agradable la solución 0,28% de ácido tártrico, 54% calificó de agradable la solución de cloruro de sodio al 2%, y sólo un 24% consideró agradable la solución 7×10^{-4} % de sulfato de quinina.

Los gustos básicos no se pueden neutralizar entre sí, pero sí pueden modificarse, ya sea para disminuir la intensidad del gusto o para hacerlo resaltar. Cuando se mezclan gustos, es difícil predecir el agrado o desagrado como función de la concentración. En cambio cuando se mezclan diferentes colores pueden producirse neutralizaciones o nuevos tonos, en los que los componentes de la mezcla ya no son identificables. Este fenómeno no se produce al mezclar gustos, siempre es posible, dentro de ciertos límites, reconocer e identificar los diferentes componentes. Sin embargo, si uno de los gustos está cercano a la concentración umbral y el otro es muy concentrado, el primero no será percibido ni por el más sensible de los jueces. Esto lo observamos también en la vida diaria: se agrega sal al melón para resaltar el sabor dulce, adicionamos azúcar al té o café para disminuir el amargo, agregamos azúcar a una limonada para disminuir el ácido, etc. Sin embargo, aunque un gusto modifica a otro, no lo anula.

Existe una estrecha relación entre el sentido del gusto y el de la vista, y entre gusto y olfato. Se ha demostrado experimentalmente que sólo muy pocos jueces de un total de 200, fueron capaces de identificar componentes aromáticos adicionados a jarabes incoloros, o que habían sido coloreados en forma atípica especialmente para esa experiencia. También se considera que los vinos rosados saben más dulces que los blancos y rojos, y que el chocolate blanco tiene menos sabor a chocolate que el chocolate oscuro.

Al eliminar la sensación del olfato difícilmente se puede distinguir entre el sabor de manzanas, peras y nabos, o entre agua y vino.

1.3. Intensidad relativa: Cada gusto tiene una intensidad que es función del medio en el cual se degusta. Si sólo tomamos soluciones acuosas, de azúcares por ejemplo, la intensidad del dulzor será función de la naturaleza química del edulcorante. La metódica que permite conocer esta materia se refiere a entregar a los jueces pares de soluciones y preguntarles cuál de las dos soluciones de cada par es la más intensa. Los pares de soluciones se preparan dejando fijo uno de ellos, a la intensidad de dulzor de la concentración que se desea reemplazar. Así por ejemplo, si queremos saber qué concentración de sacarina equivale a una concentración de sacarosa al 7%, prepararemos una gradiente de concentraciones de sacarina que van de 7×10^{-3} a 3×10^{-2} %, formaremos pares de cada una de ellas con la solución de sacarosa al 7%. Un cálculo sencillo, en que se consideran las respuestas de todos los jueces, nos permite determinar cuál es la concentración de sacarina equivalente en dulzor a la solución de sacarosa al 7%.

$$X = S - \left\{ \frac{P(S - s)}{n} \right\}$$

siendo:

- X = concentración de sacarina equivalente en dulzor a sacarosa 70/o.
- S = concentración máxima de sacarina.
- s = concentración mínima de sacarina.
- P = Σ 0/o respuestas favorables a la sacarina.
- n = Σ 0/o de los jueces.

1.4. Umbrales: Ya vimos qué significa una concentración umbral y los tipos de umbral que existen. Se han descrito concentraciones umbrales poblacionales para cada uno de los gustos básicos, o sea las concentraciones mínimas que producen una respuesta sensorial en un 750/o de las personas, y así tenemos:

Gusto	Compuesto químico	Concentración umbral poblacional
Dulce	Sacarosa	10.000 ppm
Acido	Acido Clorhídrico	100 ppm
Salado	Cloruro de sodio	5.000 ppm
Amargo	Quinina	1 ppm

La sensibilidad de detección de umbrales es afectada por diferentes condiciones: pureza de los compuestos usados, test usado, orden de presentación de las muestras, hora del test, horas de sueño o vigilia, estado de hambre y tipo de dieta ingerida, edad, hábito de fumar, temperatura a que se entregan las soluciones, etc.

1.5. Teorías del gusto: En 1952 Beidler puntualizó los requerimientos mínimos que deben considerarse al tratar de explicar por qué se produce la sensación de gusto, siendo estos puntos comunes a todas las teorías descriptas:

- los receptores del gusto responden rápidamente a un estímulo químico.
- todas las sustancias degustadas deben tener una forma soluble.
- son muchas y variadas las sustancias que estimulan los receptores gustativos.
- las concentraciones umbrales de estimulación, no son muy altas.
- muchas de las sustancias degustadas son productos no fisiológicos, por ejemplo NaCl en concentración 0,1 M, ácidos a pH inferior a 2,5 etc.
- los receptores alcanzan rápidamente un nivel constante de respuesta, con una magnitud que es función de la concentración de la sustancia aplicada.
- la respuesta a muchas sustancias permanece constante durante un largo período de adaptación.
- la estimulación de los receptores va seguida de una depolarización eléctrica de la membrana nerviosa, posiblemente precedida de la depolarización del órgano final mismo.
- el lavado con agua reduce rápidamente la respuesta al gusto.
- los receptores poseen especificidad química.
- hay variaciones genéticas en la habilidad para degustar.

Las teorías más aceptadas son las siguientes:

- Teoría enzimática o bioquímica: Postula que la actividad enzimática en la vecindad de la fibra nerviosa produce cambios iónicos que inducen la formación de impulsos nerviosos. Las sustancias que se degustan, inhiben las enzimas de algunos sitios solamente, alterando el set de impulsos que llegan al cerebro. De esta forma pueden ser distinguidos los diferentes gustos, asimismo, explica el hecho que sustancias de diferentes estructuras químicas tengan un mismo gusto.
- Teoría de Beidler o biofísica: Postula que la sensación gustativa depende de los tipos de quimioreceptores que son estimulados, de la magnitud de la respuesta y

del total de descargas sobre cada fibra nerviosa del receptor.

1.6. Naturaleza de los estímulos químicos: Es difícil dar una regla fija que permita predecir el gusto de los diferentes compuestos químicos conociendo la estructura. En general podemos establecer que el gusto salado proviene la mayoría de las veces de sales. El gusto ácido depende de la concentración de iones hidrógeno, influyendo además la naturaleza del ácido, sea mineral u orgánico, la proporción en que se desprende del alimento y la dilución que presente. El amargo es característico de muchos alcaloides, pero no hay estructura química que asegure el gusto amargo. El gusto dulce es en general característico de los compuestos hidroxilados, en particular alcoholes, glicoles, azúcares y derivados; también algunos alfa-aminoácidos poseen gusto dulce, como así también las sales de plomo y berilio.

Existen algunos compuestos químicos que constituyen casos especiales, como son la feniltiocarbamida, el benzoato de sodio y el ácido glutámico. El primero presenta la particularidad que un 40% de la población americana caucasiana no lo percibe y el 60% restante lo detecta amargo, este mismo resultado se repite en otras poblaciones y también en monos. La explicación dada en 1958 por Brandzaeg, establece que el dimorfismo gustativo y la sensibilidad al PTC depende de un par de genes en el cual el homocigoto es recesivo y causa la inhabilidad al gusto frente al PTC. Un año más tarde los investigadores Fisher y Griffin señalaron que la cantidad y composición del sistema enzimático tirosina-iodinasa en la saliva, se relaciona con la agusia al PTC. Al adicionar precursores de este sistema se recupera la sensibilidad al amargo frente al PTC, pero no en los casos extremos de agusia. Los otros dos compuestos señalados tienen importancia en Tecnología de Alimentos: el benzoato de sodio es un preservante de muchas formulaciones, al degustarlo en solución las respuestas de los degustadores señalan la presencia de gusto dulce, salado, amargo, ácido y aun insípido. Peryam hizo un detallado estudio de este fenómeno, cuyos resultados se muestran en la Fig. 3.

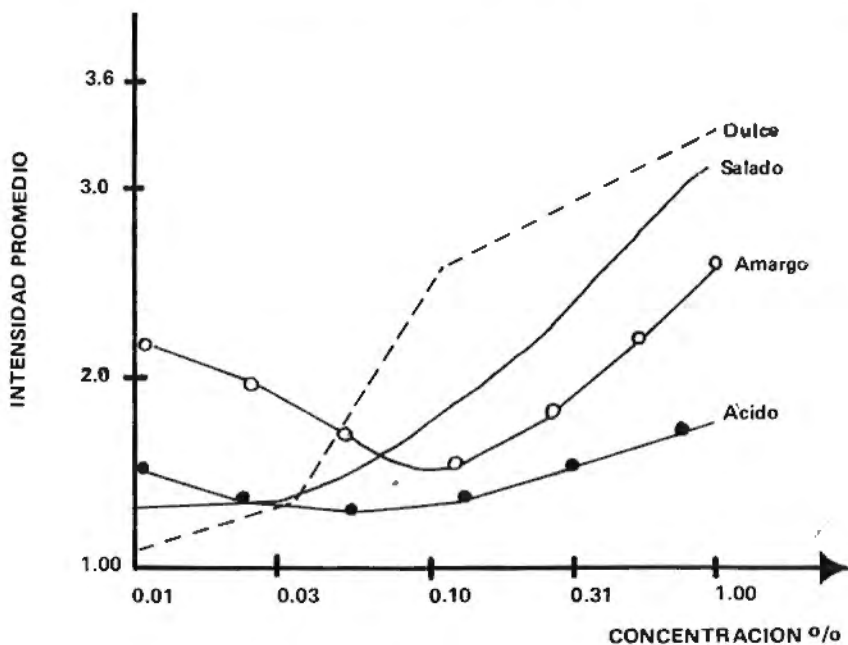


Fig. 3. Intensidad promedio de las cuatro calidades del gusto de soluciones de benzoato de sodio de diferente concentración. (Peryam, 1960).

El ácido glutámico y el monosodio glutamato tienen una dilatada aplicación en la industria de alimentos, sus bondades son conocidas desde 1908, año en que Ikeda, de la Universidad de Tokio describió la propiedad que presentan de potencializar el sabor de los alimentos. Son muchos los estudios que se han realizado con el fin de explicar esta acción. El monosodio glutamato produce una sensación de satisfacción bucal, teniendo la sal en sí un gusto suave, algo dulce y salado, acompañado de una leve sensación táctil. Al ser adicionado a los alimentos, cualquiera que sea, produce una acción reforzadora del sabor propio de ese alimento. Esta acción ha sido explicada atribuyéndola a una exacerbación de los receptores gustativos haciéndolos más sensibles. Ha sido descrita una acción sinérgica específica del monosodio glutamato y algunos nucleósidos 5' monofosfatos, de ahí que se hayan desarrollado formulaciones mixtas para producir un mayor efecto, especialmente en uso en Japón.

2. Aroma y olor.

2.1. Definición: Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden y usan como sinónimos.

El sentido del olfato se ubica en el epitelio olfatorio de la nariz. Está constituido por células olfatorias ciliadas, las que constituyen los receptores olfatorios. Es un órgano versátil, con gran poder de discriminación y sensibilidad, capaz de distinguir unos 2000 a 4000 olores diferentes. La importancia de los aromatizantes radica en la función que desempeñan. Y así por ejemplo, puede mezclarse con el aroma propio del alimento al que se agrega, anulándolo; puede generarse una mezcla íntima de ambos, produciéndose un nuevo aroma; o bien puede resultar una mezcla parcial, manteniéndose las características aromáticas de ambos y desarrollándose además un nuevo aroma.

2.2. Clasificación: Se han hecho reiterados intentos de agrupar las numerosas sensaciones olfatorias en algunas fundamentales, con resultados menos exitosos que en el sentido del gusto. Veremos algunas de ellas:

Ya en 1752 Linneo estableció 7 tipos de olores: fragante, aromático, ambrosiaco, aliáceo, caprílico, fétido y nauseabundo. Más tarde, Zwaardemaker en 1895 agregó a esta clasificación dos olores más: etéreo y quemado.

Posteriormente, en 1916 Henning propuso un diagrama espacial en forma de prisma, ubicándose los 6 olores considerados básicos, en los vértices, y estando los olores intermedios ubicados en las aristas y caras del prisma (Fig. 4).

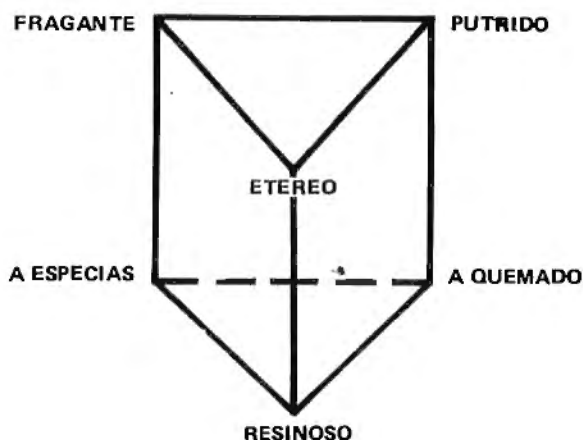


Fig. 4. Prisma de olores de Henning. (1916).

Años más tarde, Crocker y Henderson en 1927, propusieron una clasificación tetramodular, con 8 grados de intensidad, estableciendo un compuesto químico básico para cada módulo:

Olor	Compuesto químico básico
fragante	metilsalicilato (8453)
ácido	ácido acético 20 ^o /o (3803)
quemante	guayacol (7584)
caprílico	2,7 dimetiloctan (3518)

En 1964, Schutz intentó otra clasificación que diferencia 9 factores odoríferos y señala el patrón de cada uno de ellos: fragante (metilsalicilato), quemante (guayacol), sulfuroso (etildisulfuro), etéreo (1 propanol), dulce (vainillina), rancio (ácido butírico), aceitoso (heptanol), metálico (hexanol) y a condimentos (benzaldehído). Los patrones se usan concentrados, a excepción del ácido butírico al 3,8^o/o y el disulfuro de etilo al 0,03^o/o.

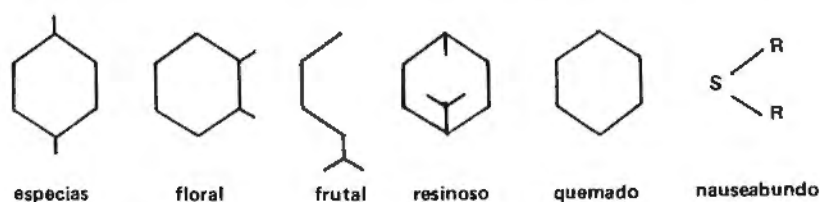
Posteriormente se han publicado otros intentos de clasificaciones (Wenger, Woskow, Wright, etc.), pero hasta ahora no han sido mayoritariamente aceptados.

Existen unos 50.000 olores diferentes, pero el ser humano detecta sólo entre 2.000 y 4.000 esto comprueba la alta sensibilidad del sentido del olfato y su gran capacidad de discriminación.

2.3. Especificidad química: La mayoría de las sustancias olorosas son de naturaleza orgánica, formadas por H, C, N, O y S; por ejemplo los hidrocarburos derivados del benceno y naftaleno, siendo más intensos los de C8 al C22. Dentro de los compuestos inorgánicos, son odoríferos los halógenos (Cl₂, Br₂, I₂) y algunos derivados fosforados; también tienen olor los derivados de arsénico, selenio, boro, antimonio y silicio.

En general, el olor característico de un compuesto químico que es específico para ese tipo de compuesto, disminuye con el peso molecular en una serie homóloga. Esto no debe confundirse con la intensidad del olor, la cual aumenta con el aumento del peso molecular.

Se designa por grupo osmóforo a la parte de la molécula responsable del olor, pero no hay reglas fijas al respecto. Por ejemplo Henning describió la posición "para" como característica de los olores a especias, la "meta" para los florales etc.



2.4. Técnicas para evaluar aromas: Son muchas las técnicas descritas. Al elegir la técnica se debe tener en consideración una serie de factores que influyen en los resultados, entre otros podemos citar:

- desconocimiento de la dimensión del estímulo.
- desconocimiento de la región de detección en el órgano mismo.
- imposibilidad de controlar el dolor que se produce por estimulación simultánea del trigémino y que acompaña a la percepción de olores, por ejemplo el lagrimeo al oler cebolla o el estornudo al oler pimienta.

control de humedad y temperatura de la región olfatoria durante la percepción. Una determinada humedad es necesaria para producir la disolución de la sustancia olorosa en la mucosa.

control de presión y velocidad de flujo del aire que se emplea en la determinación de olores.

el aire usado debe ser inodoro.

imposibilidad de cuantificar la sustancia olorosa que llega a la mucosa.

imprecisión al expresar la intensidad del estímulo.

los utensilios usados en el análisis de olores poseen olor propio.

falta un lenguaje común que ayude a la clasificación.

la adaptación o fatiga aparecen con mayor rapidez y perdura más que en otros tests sensoriales.

Entre las muchas técnicas descritas y la gran variedad de equipos desarrollados se pueden citar los siguientes:

la técnica de Valentin (1850), consistente en un tubito sellado, encerrado en un recipiente. Se quiebra el tubito y se diluye en el aire del recipiente el cual se huele. La prueba se realiza variando el tamaño del recipiente hasta que el olor no se pueda reconocer.

técnica de olfacción directa del producto.

método de Zwaardemaker (1921) que introduce el uso de un olfactómetro, consistente en dos tubos concéntricos, el interior graduado en olfación y provisto de perforaciones. La muestra es colocada entre ambos tubos y acercada a la nariz, deslizándose el tubo interior en el exterior.

método de Elsberg (1935), consistente en inyectar aire a un recipiente tapado que contiene la sustancia; se arrastra así a otra salida por la que se inhala.

método de oclusión de aire o flujo, que consiste en accionar una pera de aire que está conectada a un recipiente que contiene la sustancia a oler, produciendo el desplazamiento de los vapores de ésta por un tubo que se acerca a la nariz.

método de la botella de inhalación, consistente en una copa en forma de tulipa, tapada, la que se sujeta entre ambas manos para producir la lenta evaporación del líquido oloroso, transcurridos unos minutos de destapa y huele.

técnica de von Skramlik, consiste en tapar la nariz con los dedos y respirar por la boca abierta hasta regularizar el ritmo de la respiración, luego se acerca la banda olfativa o el recipiente que contiene la sustancia olorosa a la boca y se aspira profundamente, se retira el recipiente, se cierra la boca y bota el aire por la nariz. Así se puede degustar el aroma sobre la lengua además de usar el sentido del olfato. El efecto es asombroso y seguro.

técnica de Wenzel (1950), consiste en una cámara inodora en la cual el juez inhala la sustancia en condiciones normales, estando ésta en una bolsa plástica. Este mismo sistema ha sido modificado por otros investigadores posteriormente.

2.5. Umbral del olfato: Este sentido presenta más sensibilidad y posee mayor poder de discriminación que el sentido del gusto. Los valores de umbral descritos en la literatura, corresponden a valores aparentes, debido a la serie de limitaciones ya descritas. Se estima que en general los umbrales son 10.000 a 20.000 veces inferiores que para el gusto, y que la fatiga se presenta antes. Las sustancias olorosas deben ser puras, por lo que generalmente se recurre a la cromatografía para purificarlas, usándose el índice de refracción como control de pureza.

Entre los factores que afectan el umbral están las variables externas, como son el volumen y duración del flujo de aire que llega a la mucosa olfatoria, la humedad del am-

biente, ya que a mayor diferencia entre ésta y la de la mucosa es mayor la sensibilidad; también influyen en la agudeza olfatoria la presencia de ruidos. Hay también efecto del hambre, registrándose horas de mayor sensibilidad para disminuir luego de las comidas. También se ha descrito el efecto de algunas sustancias químicas: el alcohol, azúcar y anfetaminas disminuyen la sensibilidad olfatoria; los ácidos tánico, tártrico, acético, el vino y los licores amargos permiten recuperar la sensibilidad luego de las comidas, o el comer alternando con alguno de ellos impide la fatiga. Por otro lado hay que considerar las variables individuales, como son los estados fisiológicos del juez, en que la vasoconstricción por ejemplo, disminuye la percepción; también se requiere un mínimo de secreción de la mucosa para alcanzar la percepción; los estados patológicos de algunos individuos los imposibilitan de participar en paneles de evaluación de olores; entre estos estados tenemos anosmia (no percibe olores), hiperanosmia (la respuesta es exagerada), merosmia (ceguera a ciertos olores), heterosmia (se perciben olores falsos), antosmia (se tiene la sensación sin que exista estímulo).

2.6. Teorías del olfato: Ninguna de las teorías formuladas hasta ahora puede explicar todos los hechos relevantes concernientes a olores.

En general se han propuesto teorías que pueden clasificarse en tres grupos: aquellas que postulan que los olores son irradiados directamente, otras que describen alguna forma de actividad química como parte de la percepción y las últimas que señalan un mecanismo de radiación en la región olfatoria.

3. Color y Apariencia:

3.1. Definición: El espectro visible va de 400 a 700 milimicras, o sea, del violeta al rojo. Dentro de esta región el ojo es más sensible para diferenciar colores en la región del verde amarillento (520-580 m μ). El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material.

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: longitud de onda, intensidad de la luz y grado de pureza.

La CIE (Commission International de l'Éclairage) establece tres colores primarios: azul, rojo y amarillo. Los demás colores resultan de combinar al menos dos de ellos.

Los elementos que forman el color son: el tono, representado por λ (hue), la pureza, representado por la mezcla del color con el blanco (saturación, chroma) y la luminosidad, representado por el o/o de luz reflejada desde la superficie (luminance, value).

Los diagramas cromáticos, se usan para estimar estas cantidades, expresándolas en valores tristímulos del color. El sistema Munsell informa sobre estos elementos en términos de hue, value y chroma.

Otro factor importante en la determinación de color es el contraste. El grado de contraste es afectado por la claridad de la superficie que se observa, la distancia de esa superficie al ojo y la atención con que se estudia el color.

Además del color se evalúa brillo, en los glaseados por ejemplo; transparencia, en el caso de bebidas y gelatinas; y turbidez, usada muchas veces para estimar envejecimiento de un producto, cervezas por ejemplo.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina.

El globo ocular se compone de tres membranas: una exterior protectora, constituida por la córnea transparente, una intermedia constituida por el iris, y una membrana interior denominada retina. Detrás del iris se encuentra la lente, cuya curvatura puede ser acondicionada por músculos, con el objeto de enfocar las imágenes en la retina. El diámetro del iris es variable, lo que permite regular la cantidad de luz que entra en el ojo.

La retina está constituida por un epitelio pigmentado, provisto de neuronas llamadas bastoncitos y conos. Estas células son estimuladas por la luz, generando impulsos nerviosos que son transmitidos por los nervios al centro óptico del cerebro. Los bastoncitos contienen un pigmento, la rodopsina, que absorbe la luz produciendo retineno y opsina; es este retineno el que estimula al nervio que va al cerebro. La rodopsina debe resintetizarse rápidamente para que el sistema siga funcionando. Por otra parte, el retineno debe ser removido rápidamente o en caso contrario la sensación visual persistirá por largo tiempo después que el estímulo luminoso ha pasado. Al moverse de un lugar iluminado a otro más oscuro, la persona se siente temporalmente enceguecida; pero después de un corto tiempo la visión se torna normal, debido a la adaptación a la oscuridad. A la luz clara los bastoncitos pierden su sensibilidad y los conos empiezan a funcionar. Esto se conoce con el nombre de visión fotópica. Existen tres tipos de conos, cada uno con un pigmento fotosensible a su propia longitud de onda:

- receptores rojos, que absorben la luz amarilla y anaranjada.
- receptores verdes, que absorben la luz verde.
- receptores azules, que absorben la luz azul.

En el caso de la luz blanca, los tres tipos son estimulados por igual, en el caso de luz coloreada, en cambio, sólo son estimulados dos o tres tipos de receptores en diferente grado.

Algunas personas presentan ceguera para ciertos colores o confusión de colores (daltonismo), lo que se explica por ausencia o deterioro de los pigmentos sensibles.

Al pasar de la oscuridad a la luz, el ojo es deslumbrado temporalmente, pero después de un corto tiempo, la visión se vuelve normal, por contracción de la pupila y disminución de la sensibilidad de la retina. Esto constituye la adaptación a la luz.

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color. El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad. El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa; también es conocido que el ojo enseña a la mano, para la sensación táctil.

La mayoría de las expectativas son irracionales; así se llega a colorear las mantecillas de bajo contenido de caroteno, los caramelos de menta, las bebidas de fantasía a base de naranjas, las guindas marrasquino, jalcas, jugos, etc.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc.

4. Textura:

Según el diagrama de Kramer, (Fig. 1) vemos que hay características de calidad comunes, como el caso de viscosidad y consistencia, que están en kinestésicas y de apariencia, y el caso de sensación bucal, que está entre kinestésicas y de sabor. Sensación bucal, viscosidad y consistencia son parámetros que dicen relación con la textura.

4.1. Definición: Se entiende por textura el conjunto de percepciones que permiten evaluar las características físicas de un alimento por medio de la piel y músculos

sensitivos de la cavidad bucal, sin incluir las sensaciones de temperatura y dolor (Matz).

Szczesniak lo define como la percepción de características mecánicas (resultantes de la presión ejercida por dientes, lengua y paladar), características geométricas (provenientes del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes (humedad y grasa).

4.2. Clasificación: Matz hace una clasificación agrupando alimentos de estructura semejante: líquidos (leche, bebidas), geles (gelatinas), alimentos fibrosos (palta, apio, espárragos), alimentos turgentes (hortalizas), alimentos untuosos (frituras, mayonesas), alimentos friables (betarragas), alimentos cristalinos (dulces, caramelos), alimentos espumantes, espumas y esponjas (helados, merengues, pan).

4.3. Relación entre receptor y características texturales: Las características texturales pueden ser captadas por los dedos o los receptores bucales. Entre las características captadas por los dedos están: firmeza (frutas), suavidad (selección de frutas), jugosidad (maíz). Entre las captadas por los receptores bucales (lengua, dientes y paladar) están: masticabilidad, fibrosidad, grumosidad, harinosidad, adhesividad, grasosidad. Existen además características texturales que pueden ser captadas por la vista y cuyo conjunto se denomina apariencia textural, dependiendo ésta del tamaño, forma y orientación de las partículas.

5. Audición y ruidos:

El ruido o sonido que se produce al masticar o palpar muchos alimentos constituye una información muy apreciada por muchos consumidores que exigen la presencia de esta característica en el alimento que degustan. Así por ejemplo, se exige que el apio, la lechuga, una manzana, sean crujientes; las hojuelas de papas también las deseamos crujientes, las gaseosas y el champagne burbujeantes; la cerveza espumosa; los chicles elásticos, etc. Muchas veces sirve para controlar el grado de madurez, y es por esta razón que se golpean las sandías; o se golpean los quesos para tener una información de la formación de agujeros; o bien agitar las conservas para tener conocimiento de la relación sólido-medio de empaque.

El sentido de la audición percibe vibraciones acústicas a través del aire. Estas vibraciones son recogidas por el oído externo y llevadas al tímpano del oído. El sonido es transmitido desde el tímpano del oído por tres huesos pequeños, interconectados a la ventana oval que separa el oído medio del interno. En el oído interno existe un canal enrollado en espiral lleno de líquido, inserto en el hueso temporal. Está dividido a lo largo por dos membranas. En la membrana basilar se encuentran las células ciliadas, las vibraciones que entran en el oído interno excitan movimientos hidrólicos y la membrana basilar estimula las células ciliadas, emitiéndose impulsos nerviosos. Estos impulsos nerviosos son transmitidos al cerebro por los nervios auditivos.

Las vibraciones acústicas tienen dos dimensiones: la amplitud sonora, que es función de la presión del sonido y se mide en decibeles, y la frecuencia que se mide en hertz.

Para registrar un estímulo sonoro se debe alcanzar un mínimo de presión sonora en el tímpano del oído. La señal más débil detectable constituye el umbral auditivo. Los seres humanos pueden detectar señales dentro del margen de 30 a 15000 hertz, presentando la mayor sensibilidad dentro del margen de 500 a 4000 hertz.

Las operaciones de la audición en relación al estímulo son tres: detección, discriminación y la identificación del estímulo sonoro.

CAPITULO II

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EVALUACION SENSORIAL

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la Evaluación Sensorial debemos considerar los siguientes, que pueden agruparse en 5 grupos:

1. **Factores de personalidad o actitud:** Influyen en gran medida en experiencias sobre aceptación o preferencia de consumidores.
 2. **Factores relacionados con la motivación:** Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supraumbrales.
 3. **Errores psicológicos de los juicios:** Se deben distinguir varios tipos de errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de contraste. También deben considerarse la memoria, concentración y las instrucciones minuciosas, ya que pueden ser importantes.
 4. **Factores que dependen de la relación entre estímulo y percepción, y**
 5. **Adaptación:** Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre.
- Veamos ahora en detalle cada uno de estos factores:

1. Factores de personalidad o actitud.

Se han realizado muchos estudios que tienen como objetivo determinar si las diferencias individuales, o sea de un individuo a otro, que se encuentran en percepción, inteligencia y habilidad intelectual tienen relación con la mayor capacidad de algunos individuos para estimar sensorialmente problemas más específicos en forma más adecuada que otros. Realmente no hay diferencias categóricas, pero salta la evidencia que existe una íntima relación entre percepción y las diferentes personalidades. Veamos los siguientes ejemplos:

- a) **Individuos analíticos y sintéticos:** Un observador **analítico** es aquel capaz de concentrarse sólo en los detalles y ve solamente las partes individuales del problema que se le presente, y esto en todo orden de cosas, ya que es su forma de encarar los hechos. El **sintético** en cambio, aprecia el conjunto integralmente y olvida los detalles. Hay tests que requieren del primer tipo de juez (diferencias) y otros del segundo (score).
- b) **Individuos objetivos y subjetivos:** El **objetivo** reacciona lentamente dando cada detalle ordenadamente, tal como lo observa; en cambio el **subjetivo** hace una inspección amplia, enfatiza generalmente su propia interpretación o gusto personal.
- c) **Individuos activos y pasivos:** El **activo** trabaja racionalmente tratando de plantear una hipótesis para resolver el problema. El **pasivo** en cambio procede a tientas, guiado por las impresiones inmediatas. Estas actitudes se observan muy bien en los niños.

d) **Individuos confiados y cautelosos o precavidos:** El observador **confiado** ve todo de un vistazo, informándolo todo de una vez, a veces incluso agrega más detalles de los que ve. Está arriesgando cometer errores estadísticos de primer grado o primera clase, como por ejemplo informar una diferencia que no existe o sobreestimar una diferencia existente. El **precavido**, en cambio, tiende a informarse sólo lo que lentamente ha asimilado y tiende a incurrir en errores de segunda clase, o sea, a no informar de diferencias que ha detectado.

e) **Individuos que reaccionan al color y a la forma:** Algunos observadores responden sensorialmente primero al color y luego a la forma. En la evaluación de calidad de frutas esto es importante, ya que esta diferencia puede afectar los resultados.

f) **Individuos visuales y táctiles:** La persona que se guía por la vista ve el mundo a través del estímulo visual principalmente. En cambio otros individuos responden primero a estímulos cinéticos y de tacto. De ahí la afirmación que "la mano guía a la vista".

Todos éstos son factores que deben considerarse para estudios de consumidores. Así por ejemplo, se han hecho estudios sobre la influencia de la expectativa psicológica sobre la percepción y preferencia de una serie de bebidas a base de frutas. Se llegó a la conclusión que la población difiere fundamentalmente en sus expectativas y que esto influye sobre la percepción. Esto también debe considerarse al seleccionar degustadores.

2. Motivación:

Los factores motivacionales tienen también influencia sobre la percepción sensorial. Así pues, una motivación conveniente puede hacer más **selectivo** al individuo en su respuesta. A veces se recurre a **sensibilizar** el organismo a estímulos que producen una **sensación agradable**, como es el satisfacer una necesidad, otras veces en cambio se sensibiliza a estímulos que potencialmente incluyen una **sensación desagradable** (rancio, picante, áspero etc.). De esta forma es posible obtener respuesta (o reacción) a estímulos de muy bajo nivel. Por ejemplo, personas con hambre reaccionan a muy bajas concentraciones de azúcar. A veces a causa de factores experimentales, como entrenamiento, metodología, motivación insuficiente, fatiga física, no es posible reproducir esta experiencia.

La motivación también influye a nivel supraumbral como es el caso de panelistas profesionales que reciben **sueldos y gratificaciones**. Estos son incentivos que motivan favorablemente al juez. En cambio, el **castigo** no tiene un efecto tan claro sobre la percepción. Cuando un juez está más motivado, responde con un **vocabulario más apropiado y preciso**. Otro factor de motivación es el **conocimiento del trabajo** que está realizando; se ha demostrado que la **eficiencia** aumenta significativamente cuando los panelistas han sido **informados en detalle** del trabajo que realizan y de la **importancia** que éste reviste. A menudo en estos casos se puede llegar a disminuir el tiempo de entrenamiento necesario para tener un buen nivel.

La medida del éxito en los juicios de un panel es la mayoría de las veces un asunto de **relaciones humanas** más que un problema científico. Hay que tratar que los panelistas mantengan interés en su trabajo, ya que esto se traduce en un aumento de la habilidad de degustar.

3. Errores psicológicos de los juicios:

Son errores que pueden o no estar presentes en los juicios de los degustadores. En todo caso deben evitarse:

a) **Error de hábito:** Resulta de la tendencia a continuar dentro de una misma respuesta

a una serie de estímulos ordenados en orden creciente o decreciente, siendo la diferencia entre ellos muy débil.

b) **Error de expectación:** Es frecuente en jueces impacientes, que encuentran diferencias cuando no existen. Muchas veces el juez conoce previamente el test y anticipadamente informa diferencias antes de que ocurran.

c) **Error por estímulo:** Se produce cuando el juez conoce cómo ha sido preparado el test, o cuando los utensilios en que se entregan las muestras (vasos de diferente forma, diferente tamaño, diferente color, etc.) o los procedimientos seguidos, le sugieren diferencias, y por lo tanto, tratará de encontrarlas aunque no existan. En el caso de degustadores de licores o vinos envasados en botellas con tapa plástica y corcho, como estos últimos son más caros, se tiende a encontrarlos mejores. Igual cosa sucede con los vinos que llevan un envoltorio de celofán. Este error por estímulo se produce porque los degustadores están juzgando características sensoriales ajenas a lo que interesa del producto, y que desafortunadamente sugieren una mayor importancia de la que realmente tienen.

d) **Error lógico:** Ocurre cuando dos características del alimento están asociadas en forma lógica en la mente del degustador, y se evalúan conjuntamente. Pueden producirse interacciones entre sus propiedades sensoriales, influenciando la respuesta sobre la característica que se estudia. En algunos tests se puede reducir este error controlando los estímulos, a excepción del que se quiere investigar, a veces es difícil eliminar este error, como es el caso de jueces que tienen la asociación de aumento del sabor con el aumento del dulzor y viceversa.

e) **Error por benevolencia:** Se produce en jueces que siendo benévolo aplican esta benevolencia incluso al producto que degustan calificándolo siempre mejor. A veces sucede que jueces que están conscientes de su falla, la tratan de compensar calificando entonces demasiado bajo, pero esto no es tan frecuente. El error se elimina colocando en la ficha una escala de valores que no incluya más de una vez la calificación de "malo". Por ejemplo: malo-pobre-mediocre-buena-muy buena-excelente.

f) **Error de tendencia central:** Se produce cuando el degustador vacila en utilizar los valores extremos de la escala. Es frecuente cuando se evalúan alimentos con los que no está familiarizado. Se corrige definiendo exactamente el puntaje o adjetivos asignados a todos los puntos de la escala.

g) **Error por contraste:** Aparece cuando se evalúa una muestra agradable seguida de una desagradable, el contraste entre ambas se acentúa más que cuando se evalúan separadamente. También se produce si el orden es inverso, pero aquí el error es menor; esto va acompañado de otras reacciones: luego de un olor desagradable, el juicio de desagrado respecto de olores se encuentra disminuido, y también sucede en el sentido de oler algo agradable, se califica más bajo éste. Kanenetzky determinó el error por contraste en comparaciones de calidad de alimentos: demostró que si se degusta una muestra mediocre seguida de una buena, la mediocre se juzga más bajo que si fuera seguida de otra mediocre. Pero si se degusta primero una muestra buena, no influye que la siguiente sea buena o mediocre, se calificará igualmente bien. Se ha dicho incluso que la presentación de una muestra mediocre aumenta las características positivas de una muestra buena.

h) **Error de proximidad:** Se encuentra en aquellos casos que características próximas tienden a ser evaluadas de manera similar. Por ejemplo, la evaluación simultánea de color, textura, olor, sabor y aceptabilidad general de un grupo de muestras, puede dar

puntajes diferentes a los que se obtendrían evaluando cada característica separadamente, siendo esto lo más aconsejable.

i) Error de posición y tiempo: Se refiere a la tendencia a sobreestimar una muestra relacionándola con su posición, o sea, al lugar que tiene la muestra en el orden de presentación. Este error ha sido descrito en tests pareados de preferencia en que es frecuente elegir la primera muestra que se presenta. El error es también función del tiempo que transcurre entre la presentación de las muestras en estudio: a medida que disminuye el intervalo de tiempo, mayor es la tendencia a preferir la primera muestra. Este error es posible de eliminar usando diseños de presentaciones balanceadas randomizadas.

j) Error de asociación: Consiste en la tendencia a repetir las impresiones previas en una forma de respuesta condicionada. En esta forma la reacción al estímulo puede aparecer aumentada o disminuida, según las asociaciones que existan en el juez. Este error puede ser disminuido por uso de tests apropiados, por ejemplo el test triangular que presenta dos muestras iguales y una diferente.

k) Error de primera clase: Consiste en detectar un estímulo que no existe.

l) Error de segunda clase: Consiste en no detectar un estímulo que existe. Estos dos últimos errores desaparecen con un buen entrenamiento.

m) Influencia de la memoria: La memoria es un factor importante en Evaluación Sensorial, pero el mecanismo por el cual actúa es aún desconocido. Los jueces entrenados pueden dar respuestas más rápidas y seguras porque relacionan factores visuales, táctiles y gustativos con las cualidades de los alimentos, en cambio los jueces sin entrenamiento no pueden hacerlo.

4. Relación entre estímulo y percepción:

Hasta aquí hemos visto los factores de actitud que influyen en la respuesta al estímulo sensorial. Veremos ahora algunas relaciones entre estímulo y percepción.

Se ha dicho que corresponde al campo de la psicofísica el estudio de la relación entre estímulo y respuesta.

Son tres los parámetros que se deben considerar:

- Trabajo efectuado por el juez.
- Forma de presentar el estímulo.
- La estadística usada en la presentación de los datos.

Veamos en detalle cada uno de estos parámetros:

Cuando realizamos una Evaluación Sensorial, podemos pedirle al juez alguna de las siguientes tareas:

a) clasificación de las muestras que se le dan para evaluar; este trabajo implica una identificación o reconocimiento de las características que se investigan.

b) ordenación con respecto del estímulo que interesa medir; aquí se emite un juicio acerca de la magnitud del estímulo, sea de mayor a menor o viceversa.

c) clasificación en intervalos, aquí se le pide al juez que juzgue la diferencia aparente entre dos o más percepciones.

d) estimar una relación, o sea, informar acerca de la relación entre magnitudes de dos o más percepciones.

e) estimar magnitudes, aquí se juzga la magnitud aparente de una percepción.

Con respecto de la forma de presentar el estímulo, podemos distinguir dos posibilidades:

- Presentar un estímulo fijo, o sea, éste no varía durante la observación; como por ejemplo determinación del dulzor relativo entre dos azúcares, apreciación de colorantes en jugos, jaleas, etc.
- Presentar un estímulo ajustable, o sea el estímulo va cambiando durante el experimento, como es el caso de un enranciamiento de grasas, que debe ser detectado en el tiempo; determinación de variaciones de olor, textura, color durante la madurez.

La estadística usada en la presentación de los datos se limita generalmente al uso de alguna medida de tendencia central, como la mediana o la media, y la medida de variabilidad (varianza) y de confusión o medida del error.

Veamos ahora cuáles son los tipos de respuesta sensorial que podemos obtener de los panclistas o jueces. Se han descrito cuatro tipos de respuesta sensorial:

Detección del estímulo: Permite saber si hay estímulo. Cuando el estímulo es apenas detectable, depende de la habilidad del juez para reconocerlo. Es más difícil detectar un estímulo desconocido que uno conocido. Aquí influye el estímulo, la probabilidad del estímulo, los efectos mínimos o basales, y la motivación y expectación del juez.

Reconocimiento del estímulo: Permite definir el estímulo. La habilidad para clasificar el estímulo depende de la experiencia del juez y de su conocimiento previo del set de estímulos posibles; mientras menos sean las categorías posibles, más fácil será clasificar el estímulo. Por ejemplo, es más fácil clasificar 20 estímulos en 5 categorías sin incurrir en error, que 20 estímulos en 20 categorías sin error.

Discriminación: Se refiere a cómo se diferencia un estímulo de otro, aunque sean muchos más los estímulos presentes. Por ejemplo, cuando se pide informar sobre olor sin considerar textura ni sabor de un alimento.

Dimensión sensorial: Aquí la respuesta sensorial incluye calidad, intensidad, extensión y duración de la sensación.

Adaptación:

La adaptación se produce cuando un estímulo actúa en forma prolongada sobre el receptor produciendo con ello una disminución de la respuesta sensorial y también de la actividad eléctrica. La adaptación es importante porque influye en el umbral y en el resultado de los tests sensoriales. La adaptación completa, o sea, cuando no hay respuesta, también se produce pero es de poca importancia en el análisis sensorial. De mayor importancia es la adaptación parcial o incipiente.

Cuando se aplica un estímulo a un nervio, se genera un potencial de acción, o sea, una onda de potencial negativo que viaja a lo largo de la superficie externa de la membrana. Inmediatamente después de la descarga nerviosa, la fibra nerviosa cae en un período refractario absoluto, de muy corta duración, alrededor de un milésimo de segundo (0,001 seg) en el cual la fibra es completamente insensible. En seguida, la sensibilidad aumenta, de tal forma que luego de más o menos 0,01 seg, la sensibilidad vuelve a ser igual que cuando la neurona está en reposo. Hasta aquí se ha considerado la aplicación de un solo estímulo, pero cuando el estímulo se aplica en forma continuada, naturalmente el período insensible crece. En el caso del gusto, la adaptación pareciera deberse a la inhibición específica de la membrana celular del receptor, más que a la fatiga de alguna sustancia receptora de la célula. Sin embargo, puede ocurrir tanto una adaptación periférica como central.

La mayoría de los trabajos sobre adaptación se han realizado con el sentido del gusto. Son conocidos los trabajos de Hahn realizados con diferentes concentraciones de

sucrosa, cloruro de sodio, ácido tartárico y clorhidrato de quinina, de estos trabajos se concluye que al aumentar la concentración los tiempos de adaptación también aumentan.

Factores que influyen en la preferencia y aceptación.

Muy repetidamente se ha señalado que el público no sabe lo que desea y puede ser manejado psicológicamente por campañas de promoción orientadas. Se ha publicado una buena cantidad de trabajos basados en experiencias realizadas con el fin de medir la importancia de la "percepción subliminal", mediante la cual el público es indirectamente influenciado a consumir o adquirir un determinado producto; se trata de una presión mínima y repetida, muy sutil, que influye psicológicamente sobre el consumidor.

A nivel de consumidores se pueden realizar estudios de aceptabilidad y preferencia. Ambos son conceptos primarios en el plano económico.

La aceptación de un alimento varía con el estándar de vida y nivel cultural. La preferencia en cambio, involucra una selección al elegir. Está influenciada por prejuicios, principios religiosos, modas respecto de calidad, etc. Por ejemplo el preferir guisos preparados, sopas deshidratadas, alimentos congelados, etc.

El estudio de los hábitos alimentarios nos permite distinguir factores que afectan la preferencia del consumidor por los alimentos. Es así como podemos notar la influencia de la región geográfica: los pueblos que viven en altura consumen de preferencia guisos muy picantes; el efecto de las variaciones climáticas, como lo demuestra el hecho de aumentar el consumo de sopas y consomés en invierno, té frío en el verano y té muy caliente en el invierno, también el consumo de guisos fritos es mayor en el invierno, como así también las grasas; también influye el tipo de trabajo que desempeña el consumidor: así un trabajo pesado requiere de una dieta más calórica y abundante que un trabajo intelectual; además los estados emocionales ejercen influencia en la elección: es bastante conocido el hecho que estados de stress y angustia producen una mayor apetencia, también el embarazo provoca una serie de estados emocionales que se traducen en los conocidos "antojos". Todos estos factores descritos podríamos considerarlos como factores externos que influyen sobre la preferencia. Existen además factores internos que se deben considerar, entre ellos una serie de problemas metabólicos que hacen que el individuo se incline en sus preferencias por algunos alimentos. Dentro de estos factores internos se debe considerar además el conjunto de factores que afectan la motilidad gastrointestinal, influyendo sobre los movimientos peristálticos; los factores que modifican la secreción gástrica, los que aumentan o disminuyen la percepción del sabor y todos aquellos factores que modifican la composición química de los fluidos que irrigan el hipotálamo, donde reside el centro del apetito, y de los tejidos que juegan un rol fundamental en la admisión del alimento.

Revisiones de la literatura permiten destacar que en general el individuo consume los alimentos de acuerdo a sus necesidades, ya que éstas tienen una base fisiológica; pero el problema se complica cuando se trata de áreas con déficit de alimentos, sea éste estacional o permanente.

Los hábitos alimentarios también experimentan cambios, y sufren la influencia de la moda. También debemos destacar la influencia del nivel de ingresos: las preferencias de un grupo de nivel de ingresos altos son en general orientadas a mayor consumo de grasas y dulces, y más vulnerable a los cambios y modas de nuevos alimentos o alimentos de preparación y presentación más sofisticada. Como ejemplo podemos señalar la moda del "tartar", del "fondue", de los postres congelados, etc.

Son muchos los factores que se combinan para ejercer influencia en la selección y

aceptación de un alimento. La forma como estos factores influyen y se interactúan es difícil de explicar.

Parece ser que el atributo que tiene una mayor influencia inicial es la **apariciencia**, ya que las propiedades que se captan por la vista afectan significativamente el control de la selección. Cuando estamos en la mesa, es la apariciencia de los alimentos la que influye inicialmente sobre nuestro apetito.

Se han realizado estudios para ver cómo el **color** y la **apariciencia** influyen en la **selección**: se dio anteojos colorcados a un conjunto de compradores antes de hacer sus compras habituales en un supermercado. Cuando se les retiró los anteojos, hubo grandes sorpresas en todos ellos, acerca de la selección de carnes, verduras, frutas y quesos realizada.

Una vez que los alimentos han sido degustados, el color y la apariciencia pasan a un segundo plano, ocupando el primer lugar el **sabor**. Y es típico, cada vez que un consumidor declara que un alimento le desagrada, da como razón que "es porque no tiene buen sabor". Podríamos decir que **calidad de sabor** y **grado de aceptación** son sinónimos para muchos consumidores.

Cuando se pregunta a una persona: ¿Le agrada este jugo de manzanas? ¿Cuál de estos dos embutidos prefiere? La respuesta acude rápida y segura. La certeza será la misma, sea el interpelado un niño, un adulto o cualquier persona sin adiestramiento en sabores.

Para elaborar esta respuesta sobre aceptación o preferencia, son millares de células olfativas, miles de bulbos gustativos y un buen millar de neuronas que han viajado con mensajes al cerebro, que es el centro que elabora la respuesta con precisión, seguridad y confianza.

El cerebro humano es el instrumento más complejo que se conoce: tiene la habilidad de dar información sobre los millones de estímulos que recibe a través de los receptores, integrarlos en un todo y dar inmediatamente la respuesta de "me gusta", "me desagrada", "esto prefiero".

CAPITULO III

REQUISITOS PARA UNA EVALUACION SENSORIAL DE ALIMENTOS.

Cuando hemos decidido hacer una correcta y científica Evaluación Sensorial de alimentos, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Laboratorio de pruebas.
- Muestras.
- Panel de degustadores.
- Métodos de evaluación.
- Análisis estadístico de los datos obtenidos.

Laboratorio de pruebas: (Prüfraum, Taste room)

La razón de contar con un laboratorio de degustación es poder controlar todas las condiciones de la investigación, eliminando al máximo las variables que interfieren en los juicios. Los requisitos que deben reunir los laboratorios de degustación son el resultado de observaciones ganadas a través de muchos años de experiencia en diferentes países.

El laboratorio de degustación comprende:

a) **Sala de cabinas individuales**, ojalá provista de aire acondicionado y aislada de ruidos y olores extraños. Las paredes deben ser de color gris neutro.

Para entregar las muestras se usan ventanillas o bien bandejas redondas rotatorias, con el fin de evitar el contacto de los operadores con los panelistas. En cada cabina debe existir agua para enjuagarse la boca, un recipiente para recibir las muestras degustadas, un lápiz para anotar los juicios o respuestas. A veces en vez de agua se usa otro medio de neutralización, por ejemplo, cubos de pan, café frío, etc. La cabina debe estar iluminada con luz blanca. Cuando se desea enmascarar el color se usa luz roja, ámbar o verde, según sea necesario. En todo caso se debe tratar de conseguir un ambiente de concentración relajada en cada cabina.

Está prohibido conversar.

Hay otros laboratorios que en vez de usar cabinas individuales disponen el laboratorio como una sala de clases con mesas para degustar acondicionadas en los escritorios, de tal forma que cada juez ve sólo la espalda del otro juez (Holzminden, Dinamarca). En esta forma se evita la sensación de claustrofobia que produce el sistema de cabinas en algunos degustadores.

Hay otra forma de disponer las cabinas, y es en número de 4 ó 6 en una mesa redonda, o de 4 degustadores en una mesa rectangular. Esta disposición es muy útil cuando se trata de discutir las etapas preliminares de seleccionar un método de ensayo. Pero las desventajas de esta distribución son múltiples, ya que por ejemplo, cuando hay diferentes jerarquías entre los degustadores, existe gran influencia del juez de mayor jerarquía sobre los demás y muchas veces estos últimos no se atreven a dar su juicio si

es contradictorio.

b) **Sala para reuniones del panel de degustadores:** Está destinada a discutir los problemas que surjan de los métodos, para dar instrucciones y entrenar o explicar técnicas nuevas.

c) **Sala para preparación de las muestras:** Debe contar con una cocina moderna, con utensilios de material que no afecte el sabor (gusto y olor) de los alimentos. Debe tener mesones para preparar las muestras y campanas de extracción para eliminar los olores generados durante la preparación.

Esta sala debe tener comunicación con las cabinas de degustación por ventanillas, a través de las cuales se hace llegar las muestras. Frente a cada ventanilla existe una luz que el juez acciona cada vez que desea ser atendido o ha terminado su tarea.

d) **Sala de instrumentos:** Debe contar con los instrumentos necesarios para preparar las muestras, balanzas, tamices, licuadoras, homogenizadoras, molinillos, etc.

e) **Sala para almacenar muestras:** Provista de anaqueles, con ventilación e iluminación adecuadas.

f) **Oficinas:** Aquí se procesan los datos que el panel entrega.

En los laboratorios de Evaluación Sensorial se realizan en general dos tipos de test:

- Los que miden diferencias y/o cualidades del alimento.
- Los que miden preferencias.

Los tests de aceptación se realizan con grupos grandes de consumidores, en el laboratorio sólo puede hacerse a escala piloto, lo que permite reacondicionar el test antes de plantearlo a una muestra importante de consumidores, a los que se les entrega un cuestionario que determinará el grado de aceptación o rechazo del alimento.

Muestras: Con este nombre se designa al producto que será entregado a los jueces para su evaluación. Estas deben ser representativas del producto total. El que dirige la investigación debe conocer exactamente el problema de que se trate, confeccionando un historial de la muestra, y saber cuáles variables son de menor importancia.

Acerca de la muestra interesa su preparación y presentación.

Preparación: Cada producto tiene una técnica de preparación que debe ser reproducida cada vez que el panel vaya a degustarlo. Se debe preparar una cantidad de muestra suficiente para todo el panel, considerando un pequeño exceso por si fuera necesario repetir alguna muestra, en caso de error en la distribución, confusión de las muestras, o bien que los jueces pidan una nueva porción para tener más seguridad sobre el juicio, etc. La cantidad total de muestra a preparar se calcula en base al diseño estadístico que se usará, y la razón de hacerlo es evitar el introducir nuevas variables.

La muestra total se distribuye en utensilios que deben ser semejantes a los utilizados habitualmente en el consumo del alimento que se ensaya. Por ejemplo: vasos, cucharitas, copas, platillos, flanderas, tazas, etc.

Al repartir las porciones debe cuidarse que éstas sean iguales en cada utensilio, para evitar el error por estímulo. Si el material del test es sólido bastará con una cucharadita de té por porción y si es líquido con unos 15-20 ml. Por ejemplo, en el caso de arvejas congeladas usamos 12 unidades, en las hamburguesas se confeccionaron hamburguesas individuales de alrededor de 10 gr. de peso, en hojuelas de papas se entregaron 2-3 unidades, etc.

Cuando se trata de productos que requieran cocción se debe controlar el tiempo y la temperatura con un reloj "timer" y medir éste siempre en la misma forma, o sea,

desde el inicio de la ebullición por ejemplo, o desde que se inicia el calentamiento.

En general las operaciones que involucran la preparación del material del test deben estandarizarse para cada nuevo experimento. Muchas veces la revisión de la literatura sobre el tema ayuda mucho y sirve de ejemplo.

Los utensilios deben ser marcados un día antes de comenzar la degustación para eliminar el olor del solvente del marcador.

Las fichas deben ser impresas también con anterioridad y las hojas maestras diseñadas con anticipación.

Los alimentos congelados deben descongelarse con la debida anticipación y siempre en las mismas condiciones.

Presentación: En la presentación de las muestras son varios los factores que deben tenerse presente:

a) **Apariencia:** Todas las muestras que se entreguen al mismo tiempo, deben tener la misma forma, consistencia, color y apariencia. Este es el primer factor de calidad que los jueces evalúan.

b) **Tamaño:** Todas las muestras entregadas al mismo tiempo deben tener el mismo tamaño, dependiendo éste del producto de que se trate.

c) **Temperatura:** Debe ser la óptima para detectar las diferencias bajo estudio. Todas las muestras de un mismo producto deben presentarse a la misma temperatura, y ésta debe ser la que habitualmente se usa para ese producto, a excepción de investigaciones que estudien el efecto de la temperatura sobre el producto.

Cuando se valora el sabor de un producto aromático, se entrega éste a baja temperatura para eliminar en parte la influencia del aroma.

No olvidar que a temperaturas muy bajas o muy altas, los bulbos sensoriales de la boca son menos sensibles y se encuentra disminuida la capacidad de captar todo el sabor.

d) **Recipientes:** Todas las muestras que serán degustadas, deben servirse en recipientes de la misma medida y color, que no comuniquen olor ni sabor al alimento. Debe elegirse el recipiente adecuado al caso; por ejemplo, vino en copas, café en tazas, sopa en platos, etc.

Los recipientes deben ir marcados en código, cuidando que éste no sugiera ninguna información. Por ejemplo si se numeran 1, 2, 3, 4, 5, 6 etc. podría sugerir al juez que la muestra con el Nro. 1 es mejor o primera, y esto podría hacer que el juez la califique mejor.

e) **Orden de presentación:** Generalmente se obtiene por sorteo para evitar errores de posición. El orden de presentación debe quedar inscrito en la hoja maestra o planilla de control.

f) **Número de muestras:** El número de muestras a evaluarse por sesión es discutible. Según Jellinek, con 5 muestras para principiantes es suficiente, y para casos con adiestramiento bastarían 7. Según otros autores deberían ser de 3 a 8 (Christie). Aquí se debe considerar el producto, intensidad de sabor, capacidad e interés de los jueces.

g) **Hora de la degustación:** Aquí hay diferentes opiniones. En general se prefieren los tests en la mañana, no muy cercanos al almuerzo. Pero hay degustadores de carne que prefieren hacerlo cuando están algo hambrientos. La mayoría indica como mejor hora entre 10.00 y 11.30 de la mañana, donde parece haber mayor frescura mental. Muchas veces se produce fatiga en la degustación, ésta puede provenir de la fatiga de los receptores gustatorios, o de la fatiga mental para tomar una decisión al emitir el juicio.

h) **Frecuencia de las degustaciones:** Como regla general, no debe hacerse más de dos al día. En caso de tener que hacer obligadamente más degustaciones, éstas deben de estar separadas por lo menos por 30 minutos.

i) **Duración de la degustación:** No deben prolongarse exageradamente. Generalmente toman de 5 a 15 minutos.

Los degustadores deben hacer pausas entre las degustaciones para evitar confusiones de gustos u olores.

Generalmente se usa un medio de neutralización hasta tener el gusto de la saliva normal.

Panel de degustadores:

El análisis sistemático de las propiedades sensoriales de los alimentos requiere el uso de personas que los degusten. Nos encontramos pues, ante el hecho que el instrumento de trabajo en esta metódica son los sentidos de los jueces. Es fácil deducir que la validez de los resultados está influenciada por la **sensibilidad individual** de los jueces y la **reproductibilidad** que puedan tener en sus juicios según sea el test que se use.

Otros factores que influyen son: el ambiente de trabajo, el tiempo, el laboratorio y equipos, siendo éstos los que determinan el costo de la evaluación.

Para asegurarnos éxito al trabajar con paneles de degustación, es conveniente hacer una cuidadosa selección y entrenamiento de los jueces.

a) **selección:** La literatura revisada parece estar ya de acuerdo en que el personal que trabajará en paneles de degustación debe ser elegido entre los mismos compañeros de trabajo. Para esta elección se consideran como factores necesarios la habilidad innata, la aptitud, el interés, el deseo de cooperar en el test, capacidad, salud, tiempo disponible, etc.

La selección permite escoger los de mayor capacidad dentro del grupo elegido, siendo aquí importante constatar la **veracidad**, **sensibilidad** y **reproducibilidad** de los juicios. Esta selección es posible mediante tests que contengan muestras duplicadas que deben ser reconocidas, practicando tests de ordenamiento de diferentes concentraciones de un color, y la más fundamental, el reconocimiento de los cuatro gustos básicos. Los resultados obtenidos se analizan para cada uno de los jueces. Estos deben ser cercanos o coincidentes con los patrones establecidos.

Cuando se trata de degustar alimentos se debe considerar, además, que los jueces no sientan aversión o rechazo por ese alimento.

En la selección es importante medir la eficacia de los jueces.

Los panelistas deben disponer de tiempo para interesarse e interiorizarse de la investigación. Se aconseja no incluir a las personas que forman parte del equipo de programación, pero a veces esto no se puede evitar.

La tranquilidad mental del juez durante la degustación es un factor que debe tenerse en consideración, haciéndose los esfuerzos necesarios para lograrlo. Si un panelista es interrumpido durante el trabajo, se resiente, reflejándose en los juicios. Es preferible eliminar a los jueces que están muy ocupados en otros problemas que les impidan concentrarse.

Una metódica de selección es la de Caul, que mide la habilidad para reconocer los cuatro gustos básicos, considerando las siguientes concentraciones:

dulce	: sacarosa	20/o
salado	: cloruro de sodio	0,20/o
ácido	: ácido cítrico	0,070/o
amargo	: cafeína	0,070/o

Una metódica semejante fue desarrollada en Alemania, en la que se usa un set de 10 soluciones que incluye diferentes concentraciones para un mismo gusto y también el agua (gusto neutro). Las soluciones usadas son las siguientes:

- A. solución de NaCl 0,08^o/o.
- B. solución de ácido cítrico 0,02^o/o.
- C. solución de cafeína 0,02^o/o.
- D. solución de sacarosa 0,4^o/o.
- E. agua potable.
- F. solución de ácido cítrico 0,03^o/o.
- G. solución de cafeína 0,03^o/o.
- H. solución de sacarosa 0,8^o/o.
- I. solución de ácido cítrico 0,04^o/o.
- K. solución de NaCl 0,15^o/o.

Otros autores sugieren para el caso de trabajar con alimentos, hacer un ensayo con ese alimento y unos 18 candidatos, para elegir de ahí los 12 mejores y entrenarlos posteriormente. El entrenamiento puede ser familiarizarlos con las características de ese alimento y luego ejercitarlos en diferenciar pequeñas modificaciones de algunas de esas características. En todo caso es aconsejable usar el mismo test con el que se trabajará posteriormente.

En resumen, estos son los factores que se deben considerar al seleccionar degustadores para paneles de laboratorio:

- Deben tener un paladar genéticamente bueno.
- Deben tener buena salud, sin afecciones bucales ni nasales.
- Deben tener apetito normal.
- Deben demostrar consistencia en sus juicios.
- Deben tener memoria sensorial, que puede ampliarse por entrenamiento.
- No deben rechazar el producto que se degusta.
- Deben manifestar interés por los juicios que emiten.
- No debe incluirse niños ni ancianos, a menos que el estudio sea dedicado a alguno de estos grupos etarios.

Tamaño del panel: Es muy variado, se considera como mínimo 8, pero el número depende de la habilidad y entrenamiento de los jueces. Los resultados en general son mejores con un equipo pequeño bien entrenado, que con uno grande sin entrenar. Cuando un juez falta a más de un tercio de las pruebas, como una regla general pero que a veces no se cumple, los resultados entregados por ese juez no se considerarán para la evaluación estadística.

Test usados: Comparación pareada, dúo-trío y triangular, siendo el último el más usado; además pruebas de ordenación (de textura, de color, de concentraciones en gradiente de intensidad), y pruebas de umbral.

Entrenamiento: Está encaminado a desarrollar los sentidos para detectar e identificar pequeñas diferencias. La sensibilidad a gustos y olores aumenta con el entrenamiento. Queda por esclarecer si esto se debe a un aumento de la sensibilidad de los receptores o a mayor habilidad para reconocer diferencias.}

Hay dos tipos de entrenamiento:

1. Entrenar respecto de las técnicas de la degustación y de los diferentes métodos a usar.
2. Entrenar sobre el producto específico que se va a degustar, incluyendo características extrañas (sabor, olor) que puedan aparecer en él.

Para el primer tipo se usan los diferentes métodos de degustación, lo que permite adquirir experiencia en el uso de ellos.

Para el segundo se usan los test de dilución si el producto tiene un sabor u olor predominante. Cuando se trata de detectar sabores extraños específicos, es primordial contar con patrones de comparación y en estos casos el entrenamiento requiere más tiempo.

Veamos las recomendaciones que la literatura señala para el entrenamiento de un panel:

- a) Entrenarlo en el producto que se va a evaluar.
- b) Informar sobre el test a los panelistas, estimulando su interés y la importancia de su trabajo.
- c) Estimular adicionalmente el interés, haciéndolos participar en la confección de la ficha.
- d) Informar sobre otras referencias de la muestra cuando es posible.
- e) Estimularlos a comparar sus resultados con los de degustadores más experimentados, una vez acabado el test.
- f) Informar al panel los resultados del test y su efecto en el proyecto que se investiga.
- g) No eliminar definitivamente a un degustador, si falla en un producto puede ser útil para otro.
- h) Entrenar continuamente al equipo y refrescar su habilidad cuando ha permanecido inactivo.

Cuando se entrena con los tests de diferencias, se aconseja hacer una discusión en mesa redonda antes y después de la degustación, para uniformar criterios acerca del reconocimiento de ciertas características de calidad.

En general, el plan de entrenamiento a elegir dependerá del tipo de test que vaya a emplearse. Cuando se van a detectar pequeñas diferencias en los cambios de sabor de un producto, se requiere un panel con alto grado de entrenamiento, como es el caso de catadores de té, café, vino, cerveza.

En una primera etapa puede recurrirse al test de estímulo único, según el cual el degustador conoce las características sensoriales del estándar del producto en estudio y las graba en su memoria.

Puede continuarse el entrenamiento usando "comparación pareada", en esta fase se presentan dos estándares diferentes del producto y se hacen comparaciones a fin de grabar bien las diferencias de cada característica que interese (color, intensidad de olor, sabor, textura, etc.). Una tercera etapa puede ser entrenar con el test triangular, en el cual figuran dos variables con características diferentes, y una tercera muestra que es idéntica a una de ellas. La persona que dirige el test debe informar sobre las muestras presentadas, acerca de las propiedades y defectos que las caracterizan.

Es conveniente hacer un historial del panel, así puede controlarse el rendimiento de cada juez y saber qué jueces pueden usarse preferencialmente en tal o cual alimento o test.

Una forma de controlar el rendimiento del degustador es intercalar duplicados de una misma muestra y chequear la duplicidad del juicio. También puede usarse análisis de varianza, y los jueces que obtengan un nivel de significación inferior al 5% deben eliminarse, ya que la probabilidad de aciertos es muy baja y éstos podrían ser fruto del azar.

Condiciones de trabajo: Son muchos los factores que condicionan la degustación. De mayor importancia son:

- a) Factores ambientales, deben hacerse los esfuerzos necesarios para dar las condiciones óptimas de trabajo: sala bien ventilada o con aire acondicionado, bien iluminada, con temperatura adecuada y asiento confortable.
- b) Hora del día: Se debe elegir la hora más apropiada, que dependerá del alimento en estudio. En general se considerará más adecuado entre 10.00 y 11.00 hrs., cuando ya ha pasado la influencia del desayuno y el juez no está aún con hambre; y en la tarde de 15 a 16 hrs.
- c) Intervalo de tiempo entre degustaciones: Dentro de cada sesión es conveniente que los jueces dejen el mismo intervalo de tiempo entre las degustaciones.

Christie recomienda una programación de las degustaciones para no hacerlas monótonas, por ejemplo variando semana por medio los alimentos o el tipo de test o la característica que se estudia; esto se consigue usando diseños experimentales que señalan la frecuencia de las repeticiones.

Los test de olor deben practicarse con indicación expresa de no oler profundamente hasta conocer la intensidad del olor; además se debe recomendar que todas las muestras deben ser olfateadas en la misma forma, por ejemplo no debe olerse una muestra por la ventanilla izquierda de la nariz y otra por la derecha.

Cuando el test pide olor y sabor, las muestras deben ser usadas primero para captar el olor en todas ellas y luego se determina el sabor. Se ha comprobado que la primera sensación de sabor detectada en la muestra es la más importante, pero a veces es conveniente repetir la degustación para corroborarla.

Fichas: Al iniciar la sesión se entrega a cada juez una ficha junto con las muestras. Esta ficha es un cuestionario que debe incluir toda la información e indicaciones que el juez necesita para desarrollar la degustación. Debe tener espacio para las respuestas y observaciones que el juez debe anotar.

Debe ser simple y clara, para no causar dificultades en la interpretación. Incluye además, la fecha y número del experimento, nombre del producto que se analiza, nombre del juez y, a veces, la hora.

La mayoría de las veces el trabajo del panel se evalúa estadísticamente; para ello se agrega a la ficha una escala de puntaje, que transforma los juicios en un valor numérico. Esta escala debe elegirse cuidadosamente, abarcando todas las opiniones que pueden emitir los panelistas, generalmente son de 1 a 5 ó de 1 a 10.

TEST.

Importancia: La información que nos entrega Evaluación Sensorial, se puede usar con diferentes propósitos, por ejemplo:

1. Mantención y mejoramiento de la calidad.
2. Desarrollo de nuevos productos.
3. Análisis de mercado.
4. Reacción del consumidor.
5. Correlación entre Evaluación Sensorial y métodos físicos, químicos y microbiológicos.
6. Efectos de procesamiento.
7. Selección y entrenamiento de jueces calificados.
8. Influencia de las materias primas sobre el producto acabado.
9. Evaluación de la calidad.
10. Efectos del almacenamiento, etc. etc.

Cada uno de estos propósitos requiere de un test adecuado. Algunos de estos tests

se practican en laboratorios de Evaluación Sensorial (1, 5, 6, 7, 8, 10) usando equipos de laboratorio y panel de degustadores, a veces se requiere un panel altamente entrenado (9) y otras veces se requiere un gran número de consumidores, sin entrenamiento, y que no formen parte del equipo de trabajo (2, 3, 4).

De esto se desprende que la metódica de Evaluación Sensorial requiere de una vasta variedad de tests. Para fines didácticos los agruparemos en dos categorías:

1. Métodos de Respuesta Objetiva.
2. Métodos de Respuesta Subjetiva.

Estudiaremos a continuación cada una de estas categorías.

Tests de Respuesta Objetiva:

En estos métodos el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo. Estos tests requieren un entrenamiento previo, el panel debe haber cumplido la etapa de selección y entrenamiento en las técnicas de degustación, tener conocimiento del producto que se va a evaluar, incluyendo las características sensoriales de éste y sabores y olores extraños que pudieran aparecer en él. En estos tests se espera del degustador que tenga habilidad en repetir los juicios, lo que se traduce en seguridad sobre los resultados de la investigación.

Tests de Respuesta Subjetiva:

Aquí se utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto, y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento.

Este tipo de test permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto.

Según esta clasificación consideraremos los siguientes métodos:

Tests de Respuesta Objetiva:

1. Tests de Valoración:

- a) Descriptivo.
- b) Numérico.
- c) de Puntaje Compuesto.

2. Tests de Diferencia:

- a) de Estímulo Único.
- b) de Comparación Pareada.
- c) Dúo-Trío.
- d) Triangular.
- e) de Comparación Múltiple.

3. Tests Analíticos:

- a) de Muestra Única.
- b) de Sabor Extraño Específico.
- c) Análisis Descriptivo o Perfil Analítico.

Tests de Respuesta Subjetiva:

1. de Preferencia:

- a) de Simple Preferencia o Pareado Preferencia.
- b) de Ordenamiento.

c) de Escala Hedónica.

2. de Aceptabilidad:

a) de Panel Piloto

b) de Panel de Consumidores.

CAPITULO IV METODOLOGIA DE EVALUACION SENSORIAL.

Métodos para Tests de Respuesta Objetiva.

Ya vimos que dentro de estos tests de Respuesta Objetiva hay tres grupos:

- de Valoración.
- los que detectan Diferencias.
- Analíticos.

Tests de Valoración (Rating Tests):

Tienen por finalidad evaluar productos con rapidez de acuerdo a su calidad. Estos métodos son útiles cuando se trata de evaluar en corto tiempo un número grande de muestras, o bien cuando se desea descartar rápidamente muestras de calidad inferior.

Entre los tests de valoración veremos los siguientes:

1. Test Descriptivo.
2. Test Numérico.
3. Test de Puntaje Compuesto.

1. **Test Descriptivo:** Por medio de este test es posible evaluar hasta 6 muestras diferentes. Usa un panel que no necesariamente esté entrenado. Las muestras se valoran de acuerdo a una escala de calidad, que va de "excelente" a "malo", y se pide al degustador que marque en ella la calidad de las muestras que se le presentan para evaluar.

En relación con el test de ordenamiento, da más información porque califica la calidad.

Modelo de Ficha

Tipo: Valoración.

Nombre:

Test: Descriptivo.

Fecha:

Producto:

Hora:

Por favor, califique la calidad de las muestras que se presentan de acuerdo a la escala de calidad que se indica. Marque sólo una calificación por muestra.

Muestra No
 excelente
 bueno
 regular
 malo

Muestra No
 excelente
 bueno
 regular
 malo

Muestra No
 excelente
 bueno
 regular
 malo

Evaluación estadística: Se hace en base a juicios favorables para cada calificación (cómputos).

2. Test Numérico: En este test se define primero la característica que va a ser medida y se le fijan grados sucesivos que van desde "mejor" a "peor", en relación a calidad.

El equipo debe estar entrenado.

Se van presentando las muestras de a una cada vez, y se valoran según una escala numérica del tipo siguiente:

- 0
- 10
- 20
- 30 límite de aceptabilidad
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- 100 Perfecto

La escala varía de acuerdo al producto en estudio y al diseño que se emplee (block incompleto equilibrado).

Este test da aun mayor información que el descriptivo y el ranking, ya que pondera la calidad de acuerdo a una escala.

Requiere de un panel entrenado, esa es su limitación, pues sino el test pierde valor.

La calidad queda definida por un número.

Este test se usa principalmente en selección de muestras.

Modelo de Ficha

Tipo: Valoración.

Nombre:

Método: Numérico.

Fecha:

Producto:

Hora:

Sírvase degustar las muestras que se presentan y califíquelas de acuerdo al siguiente puntaje:

Descripción de calidad	Puntaje	
	Escala A	Escala B
Excelente	85	10
Muy bueno	80	8-9
Bueno	75	7-6
Regular	70	5
Límite no comestible	60	4

Resultados: **Puntaje**

Muestra No

Muestra No

Muestra No

Veamos un ejemplo de aplicación del Test Numérico:

Al decaer el interés de los agricultores para cultivar una determinada variedad de manzanas usada habitualmente en la elaboración de jugos, se trata de seleccionar otra variedad que pueda reemplazarla. Se ensayan 6 variedades. Los jueces debieron evaluar el sabor de los jugos procesados en idénticas condiciones.

Buscamos un diseño experimental apropiado para 7 tratamientos (6 corresponden a las variedades en ensayo y el estándar).

Usaremos un diseño de **block incompleto equilibrado, tipo 5**, (de "Diseños Experimentales" Cochranne y Cox, Pág 417) que tiene las siguientes características:

- t = 7 (tratamientos) distribuidos en:
- b = 7 (blocks) con
- r = 3 (cada tratamiento se repite 3 veces)
- k = 3 (muestras por block)
- $\lambda = 1$ (cada tratamiento va una sola vez en cada par de tratamientos)

El diseño indica que a cada degustador se le presentan 3 muestras diferentes por sesión y todos los degustadores ensayarán todas las muestras (o tratamientos).

La investigación durará 7 sesiones, o sea, una sesión para cada block.

El orden del diseño según el plan estadístico será:

- Block 1 tratamientos 1-2-4
- Block 2 tratamientos 2-3-5
- Block 3 tratamientos 3-4-6
- Block 4 tratamientos 4-5-7
- Block 5 tratamientos 5-6-1
- Block 6 tratamientos 6-7-2
- Block 7 tratamientos 7-1-3

Después de escogido el diseño se planifica el trabajo, sorteando el orden de los blocks y el orden de los tratamientos dentro de cada block. Las muestras se presentarán en el orden establecido por el sorteo.

Supongamos que el sorteo dio la siguiente secuencia de bloques:

- 1ª sesión, el block 6 con tratamientos 7-6-2.
- 2ª sesión, el block 4 con tratamientos 7-4-5.
- 3ª sesión, el block 7 con tratamientos 1-7-3.
- 4ª sesión, el block 3 con tratamientos 4-6-3.
- 5ª sesión, el block 5 con tratamientos 1-5-6.
- 6ª sesión, el block 2 con tratamientos 5-3-2.
- 7ª sesión, el block 1 con tratamientos 4-1-2.

Para cada sesión será necesario volver a sortear para cada juez la ubicación de cada uno de los tratamientos que se van a evaluar. Así por ejemplo, para la primera sesión podría resultar:

- Juez 1, los tratamientos 7-6-2.
- Juez 2, los tratamientos 7-2-6.
- Juez 3, los tratamientos 2-6-7.
- Juez 4, los tratamientos 2-7-6.
- Juez 5, los tratamientos 6-2-7.
- Juez 6, los tratamientos 6-7-2.

Una vez programada la investigación, se procede a realizar la evaluación sensorial. Se entrega a cada juez la ficha correspondiente, en la que se le pide valorar las muestras,

que van en utensilios numerados, de acuerdo a una escala de puntos del 1 al 10, que se explica en el cuestionario o ficha.

Esto se repite en cada sesión. Con todos los resultados obtenidos se procede a la evaluación estadística. Se confeccionan cuadros con la información entregada por el panel en cada sesión:

Cuadro (1)

Block 6	Tratam. 7	Tratam. 6	Tratam. 2
Juez 1			
Juez 2			
Juez 3			
Juez 4			
Juez 5			
Juez 6			
Totales	57	75	66
Promedio	9,5	12,7	11,0

Y así sucesivamente para cada sesión.

En seguida se agrupan los resultados promedios por block para cada tratamiento:

Block	Tratam.	Promedio	Tratam.	Promedio	Tratam.	Promedio
1	4	16,2	1	13,6	2	15,6
2	5	13,6	3	13,1	2	11,4
3	4	13,3	6	11,8	3	12,6
4	7	7,7	4	13,3	5	12,2
5	1	16,2	5	14,5	6	11,0
6	7	9,5	6	12,7	2	11,0
7	1	16,4	7	7,4	3	15,7

Se hace luego el cuadro de los promedios por block:

Cuadro (2)

Block	Promedios			Totales
6	⁷ 9,5	⁶ 12,7	² 11,0	33,2
4	⁷ 7,7	⁴ 13,3	⁵ 12,2	33,2
7	¹ 16,4	⁷ 7,4	³ 15,7	39,5
3	⁴ 13,3	⁶ 11,8	³ 12,6	37,7
5	¹ 16,2	⁵ 14,5	⁶ 11,0	41,7
2	⁵ 13,6	³ 13,1	² 11,4	38,1
1	⁴ 16,2	¹ 13,6	² 15,4	45,2
Totales	92,2	86,4	89,3	268,6

Luego se hace una ordenación por tratamiento:

Cuadro (3)

Block	Tratamientos							Total Block
	1	2	3	4	5	6	7	
6		11,0				12,7	9,5	33,2
4				13,3	12,2		7,7	33,2
7	16,4		15,7				7,4	39,5
3			13,3	12,6		11,8		37,7
5	16,2				14,5	11,0		41,7
2		11,4	13,1		13,6			38,1
1	13,6	15,6		16,2				45,2
Totales	46,2	37,8	41,4	42,8	40,3	35,5	24,6	268,8

Una vez ordenados los datos, se necesita hacer los siguientes cálculos estadísticos:

- Promedio por tratamiento (ordenación) = (3)
- Total de block (B)
- Total de tratamientos (T)
- Total de blocks en que aparece cada tratamiento (B_t) (4)
- Suma de las desviaciones entre tratamientos y blocks (Q) (5)
- Ajuste por tratamiento (t') (6)
- Cálculo del error (c) (7)

Cuadro (4)

Cálculo de B_t : Tomado del cuadro (2), es el total de blocks en que va cada tratamiento.

$$B_{t1} = 39,5 + 41,7 + 45,2 = 126,4$$

$$B_{t2} = 33,2 + 38,1 + 45,2 = 116,5$$

$$B_{t3} = 39,5 + 37,7 + 38,1 = 115,3$$

$$B_{t4} = 33,2 + 37,7 + 45,2 = 116,1$$

$$B_{t5} = 33,2 + 41,7 + 38,1 = 113,0$$

$$B_{t6} = 33,2 + 37,7 + 41,7 = 112,6$$

$$B_{t7} = 33,2 + 33,2 + 39,5 = \frac{105,9}{805,8}$$

- (5) Cálculo de Q: Representa la suma de las desviaciones entre tratamientos y blocks.

Se aplica la fórmula: $Q_n = kT_n - B_{tn}$

en este caso: $Q_n = 3T_n - B_{tn}$

$$Q_1 = 3 \times 46,2 - 126,4 = + 12,2$$

$$Q_2 = 3 \times 37,8 - 116,5 = - 3,1$$

$$Q_3 = 3 \times 41,4 - 115,3 = + 8,9$$

$$Q_4 = 3 \times 42,8 - 116,1 = + 12,3$$

$$Q_5 = 3 \times 40,3 - 113,0 = + 7,9$$

$$Q_6 = 3 \times 35,5 - 112,6 = - 6,1$$

$$Q_7 = 3 \times 35,5 - 105,9 = - 32,1$$

La suma de Q debe ser 0.

$$12,2 + 8,9 + 12,3 + 7,9 = 41,3$$
$$(-3,1) + (-6,1) + (-32,1) = (-41,3)$$

(6) Cálculo de t' : Corresponde al ajuste por tratamiento.

Se aplica la fórmula:

$$t' = m + \frac{t-1}{t \times r(k-1)} \times Q$$

en que m es la media aritmética, y se calcula:

$$m = \frac{(\sum x)}{N} \text{ y } N = t \times r$$

y en este caso vale:

$$\frac{268,6}{21} = 12,79$$

y el valor de t' será:

$$12,79 + \frac{6}{7 \times 3 \times 2} \times Q$$

y por lo tanto la fórmula queda:

$$12,79 + \frac{Q}{7}$$

y ahora el cálculo:

$$t'_1 = 12,79 + \frac{12,2}{7} = 14,53$$

$$t'_2 = 12,79 + \frac{-3,2}{7} = 12,35$$

$$t'_3 = 12,79 + \frac{8,9}{7} = 14,06$$

$$t'_4 = 12,79 + \frac{12,3}{7} = 14,55$$

$$t'_5 = 12,79 + \frac{7,9}{7} = 13,92$$

$$t'_6 = 12,79 + \frac{-6,1}{7} = 11,92$$

$$t'_7 = 12,79 + \frac{-32,1}{7} = 8,21$$

(7) Cálculo de C: Es el factor de corrección.

Se aplica la fórmula:

$$C = \frac{(\sum x)^2}{N}$$

y en nuestro ejemplo vale:

$$C = \frac{286,6^2}{21} = 3435,62$$

El plan tiene también el siguiente análisis de varianza:

	Grados de libertad
Block no ajustado	$b - 1$ (blocks)
Tratamientos ajustados	$t - 1$ (tratamientos)
Error intrablock	$(t \times r) - t - b + 1$
Total	$(t \times r) - 1$

Para ello, hay que calcular las siguientes sumas de cuadrados:

Cálculo de la suma de cuadrados para Blocks no ajustados:

Se aplica la fórmula:

$$SQB = \frac{(\text{totales block})^2}{k} - C$$

y en el caso que estudiamos será:

$$\begin{aligned} SQB &= [(33,2)^2 + (33,2)^2 + (39,5)^2 + (37,7)^2 + (41,7)^2 + (38,1)^2 + (45,2)^2 / 3] - C \\ &= 1102,4 + 1102,4 + 1560,25 + 1421,29 + 1738,89 + 1451,61 + 2043,04 \\ &= 10419,56 : 3 = 3473,18 - 3435,52 \\ &= 37,66 \end{aligned}$$

Cálculo de la suma de tratamientos ajustados:

Se aplica la fórmula:

$$SQT_{aj} = \frac{t - 1}{r t k (k - 1)} \times \sum Q^2$$

y en este caso será:

$$\begin{aligned} SQT_{aj} &= \frac{7 - 1}{3 \times 7 \times 3 \times 2} \times \sum Q^2 \\ SQT_{aj} &= \frac{\sum Q^2}{21} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SQT_{aj} &= [(12,2)^2 + (-3,1)^2 + (8,9)^2 + (12,3)^2 + (7,9)^2 + (-6,1)^2 + (-32,1)^2] / 21 \\
 &= 148,84 + 9,61 + 79,21 + 151,29 + 62,41 + 37,21 + 1030,41 = 1518,98 / 21 \\
 &= 72,33
 \end{aligned}$$

Cálculo de la suma total de cuadrados:

Se aplica la fórmula:

$$SQT = \Sigma(x)^2 - C$$

en que x = promedios por block

$$SQT = 9,5^2 + 12,7^2 + \dots + 13,6^2 + 15,4^2 = 3567,44 - 3435,52 = 131,92$$

Con todos estos datos estamos en condiciones de hacer el análisis de varianza:

Causa de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza ^{aa} Cuadrados medios	F ^{&}
Blocks (no ajustados)	6 (b - 1)	37,66	6,27	
Tratamientos (ajust.)	6 (t - 1)	72,33	12,05	4,39
Error intrablock ^a	8 (por dif.)	21,93(por dif.)	2,74(E _e)	
Total	20 (t x r - 1)	131,92		

a = por diferencia

$$aa = \frac{\text{suma cuadrados}}{g \times l}$$

& = test F (razón entre varianzas de tratamientos y error).

Cálculo del valor F:

Se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{cuadrado medio de tratamientos}}{\text{cuadrado medio del error}}$$

$$F = \frac{12,05}{2,74} = 4,39$$

Luego consultamos en Tablas para test F (Anexo, Tabla E) para encontrar el valor correspondiente a 6 g de 1 para tratamientos y 8 g de 1 para el error:

$$F_{5\%/o} = 3,58$$

$$F_{1\%/o} = 6,37$$

Al comparar el F calculado con el F tabulado vemos que el F calculado es mayor que el F tabulado a nivel del 5%/o; por lo tanto, concluimos que hay diferencia significativa a nivel del 5%/o entre los tratamientos.

Para determinar cuáles son los tratamientos que difieren aplicamos alguno de los tests que comparan medias de los tratamientos. Veremos 2 tests que podrían aplicarse:

- Test de Tuckey. Test de Duncan.
- Test de diferencias mínimas significativas.

A veces es necesario ajustar el residuo E_e según la siguiente fórmula:

$$E'e = E_e \frac{k(t-1)}{t(k-1)}$$

y en este caso:

$$E'e = 2,74 \times \frac{3(7-1)}{7(3-1)} = 2,74 \frac{3 \times 6}{7 \times 2} = 3,52$$

Y aplicando ahora el test de Tuckey se tiene:

Ocupamos la siguiente fórmula:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}}$$

donde $s = E'e$; siendo s la desviación tipo del error experimental, y vale: $\sqrt{\text{varianza del error}}$.

En Tablas se busca el valor de "q" para 7 medias de los tratamientos y 8 g de 1 para el error. Consultamos la "Tabla para puntos de porcentaje "q", arriba de 50/o en amplitud Student", (Anexo, Tabla F), de donde extraemos lo siguiente:

$$q_{50/o} = 5,17$$

$$q_{10/o} = 6,96$$

Luego calculamos el valor de Δ :

$$\Delta = 5,17 \sqrt{\frac{3,52}{3}} \quad \text{con ajuste del residuo}$$

$$\Delta = 5,17 \sqrt{\frac{2,74}{3}} \quad \text{sin ajuste del residuo}$$

$$= 5,17 \times 1,08 = 5,58 \text{ al } 50/o \quad (\text{con ajuste})$$

$$= 5,17 \times 0,9 = 4,653 \text{ al } 50/o \quad (\text{sin ajuste})$$

$$= 6,96 \times 1,08 = 7,51 \text{ al } 10/o \quad (\text{con ajuste})$$

$$= 6,96 \times 0,9 = 6,264 \text{ al } 10/o \quad (\text{sin ajuste})$$

Calculamos ahora las diferencias entre cada dos medias de tratamientos ajustados, para ello ordenamos los tratamientos ajustados en orden descendente y resulta:

Tratamiento ajustado	Promedio	Δ
4	14,55	
1	14,53	0,02
3	14,06	0,49
5	13,92	0,63
2	12,35	2,20
6	11,92	2,63
7	8,21	6,34*

*El tratamiento 7 es significativamente diferente a los otros 6 tratamientos a nivel del 50/o de probabilidades. Por ejemplo si este tratamiento es el estándar, significa que ninguna de las variedades lo reemplaza.

3. Test de Puntaje Compuesto: Este test permite hacer una evaluación comparativa de las muestras en estudio.

Las muestras que se presentan pueden tener hasta 4 variables.

El cuestionario de la ficha se diseña de tal forma que los jueces evalúan e informan separadamente sobre cada una de las características solicitadas, por ejemplo: color, olor, sabor, textura, consistencia, etc.

La evaluación se expresa numéricamente en cálculos parciales, que van comprendidos en una escala cuyo máximo es 100, para la muestra perfecta.

El puntaje para cada característica está de acuerdo a la importancia de ésta en la muestra, así por ejemplo la característica más importante del producto tendrá el mayor de los puntajes parciales.

Este método indica cuáles son las características deficientes en un producto de baja calidad.

Requiere **entrenamiento** y más tiempo que los otros tests de valoración, pero nunca da un cuadro tan completo del producto como el test analítico descriptivo (profile).

Este método es útil cuando se comparan muchos productos del mismo tipo. Se analiza por varianza.

El modelo de ficha se da a continuación:

Modelo de Ficha

Tipo: de valoración.
 Método: de puntaje compuesto.
 Producto:

Nombre:
 Fecha:
 Hora:

Sírvase calificar las muestras dándole a cada característica de calidad que se indica, el puntaje que considere adecuado y de acuerdo al máximo indicado.

Factores de calidad	Puntaje máximo	Puntaje muestras			
	
Sabor	50				
Textura	30				
Color	20				
Total Puntaje	100				

Comentario:

Métodos para detectar diferencias.

Los tests que se usan en este grupo miden las diferencias existentes entre las muestras y son el acercamiento más próximo al análisis de alimentos.

Las diferencias que captamos en las características sensoriales de los alimentos pueden provenir de diferentes causas: variedades genéticas, métodos y procesos diferentes de fabricación, tipos de material de empaque y condiciones de almacenamiento.

Una aplicación frecuente de los tests de diferencia es como herramienta del Control de Calidad, para determinar factores que influyen en la uniformidad de la calidad del producto.

Básicamente estos tests indican si dos muestras son iguales o diferentes, pero no necesariamente señalan la diferencia o la causa de ella.

Son métodos por excelencia objetivos, y analizables estadísticamente. Su limitación está en que requiere que las muestras sean homogéneas y que las diferencias entre ellas sean pequeñas. Además no vale la pena usarlos para seleccionar muestras porque ocupan demasiado tiempo y son de mucha precisión, sería malgastar dinero y tiempo.

El panel que requiere está constituido por pocos jueces, entrenados, que hacen varias repeticiones de la degustación.

Los resultados se analizan estadísticamente en base a docimasia de hipótesis, o sea, planteando la "hipótesis nula" (H_0) y la "hipótesis alternativa" (H_1). Es decir, se plantea en H_0 que las muestras no difieren entre sí, o lo que es lo mismo, que no se detectan diferencias.

Las diferencias que se encuentran se expresan en términos de nivel de significación o nivel de probabilidad, que indican el grado en que las diferencias observadas entre dos estímulos son verdaderas y no debidas al azar. Los niveles más frecuentes son 5 y 10%. También se usa el 0,10%. Para los tres niveles existen Tablas.

Cuando no se detecta diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos o muestras, no se necesita seguir evaluando. Cuando por el contrario se detectan diferencias significativas, se puede continuar evaluando con métodos cuantitativos, con

el fin de cuantificar la magnitud de la diferencia, o con un test analítico para establecer la naturaleza de la diferencia.

Veamos ahora cuáles son los tests que se usan para detectar diferencias:

1. de Estímulo Único.
2. Comparación Pareada.
3. Dúo-Trío.
4. Triangular.
5. de Comparación Múltiple.

1. Test de Estímulo Único: Se llama también prueba o test de "A-noA". Se usa para entrenar expertos en degustación de vinos, té, café, cerveza, etc.

El método consiste en entregar al juez una muestra estándar o control, sea A, varias veces, para que se familiarice con ella sensorialmente. En seguida, se le entrega la muestra que llamamos "no-A", que es la que va a calificar y se le pregunta si ella corresponde o no a la que degustó primeramente.

2. Test Pareado (Pair Comparison, Paarweiseunterschiedsprüfung): Este método permite detectar pequeñas diferencias entre dos muestras. Elimina el efecto de la memoria, que es fundamental en el método anterior.

Puede usarse para medir:

- a) Diferencias de calidad.
- b) Diferencias de una característica de calidad.

En la primera se les pregunta a los jueces si hay diferencias entre las dos muestras presentadas que conforman cada par. Se usa cuando una muestra la queremos confrontar a un estándar. Se identifica el estándar dentro de cada par y el test se plantea así:

- Par 1 estándar K - muestra 1
- Par 2 estándar K - muestra 2
- Par 3 estándar K - muestra 3

y se pregunta si las muestras son o no diferentes del estándar. Esto permite hacer estudios de posibles formulaciones que reemplacen o imiten a un producto que se considera estándar (K) y es de buena aceptación u óptimo. También permite saber si al modificar procesos o parte de ellos la calidad del producto resulta modificada.

Otras veces puede que interese obtener un nuevo producto, que esperamos sea mejor que el habitual o modificamos la composición del habitual con el fin de abaratar costos y nos interesa mantener la calidad que el consumidor ya conoce en ese producto, entonces planteamos este test en esta forma:

Comenzamos presentando al juez, una bandeja con las muestras colocadas en pares:

- Par 1 estándar K - muestra 1
- Par 2 estándar K - muestra 2
- Par 3 estándar K - muestra 3

La primera pregunta será si las muestras son o no diferentes del estándar K.

Si ha detectado diferencias, continuamos preguntando ahora el grado de diferencia de cada muestra respecto del estándar.

También podemos investigar la calidad del estándar preguntando al juez cómo la califica (excelente, buena, regular, mala). Y también calificar la calidad de cada muestra respecto del estándar, se pregunta al juez cómo califica la calidad de cada muestra:

inferior a K, igual a K, superior a K.

Además podemos determinar a qué se debe la diferencia (olor, sabor, olor y sabor, color, textura).

Modelo de Ficha

Tipo: diferencia.

Método: pareado.

Producto:

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase indicar si hay diferencia entre las muestras y el estándar y el grado de diferencia dentro de cada par:

	Par estándar-Mtr.	Par estándar-Mtr.
No hay diferencia	0 -	0 -
Diferencia muy pequeña	1 -	1 -
Diferencia pequeña	2 -	2 -
Diferencia moderada	3 -	3 -
Gran diferencia	4 -	4 -
Extremadamente diferentes	5 -	5 -
La calidad de la muestra es:		
inferior al estándar	-	-
igual al estándar	-	-
superior al estándar	-	-
La diferencia se basa en:		
color	-	-
olor	-	-
sabor	-	-
olor y sabor	-	-

La calidad del estándar es:

excelente _____ buena _____ regular _____ mala _____

En el caso b) vemos diferencias para una característica de calidad; por ejemplo, medimos la intensidad de dulzor, de aroma, de color, de ternura (en carnes) etc. Este tipo de test de diferencias se llama también test direccional.

Modelo de ficha

Tipo: diferencia.
Método: Comparación Pareada.
Producto:

Nombre:
Fecha:
Hora:

Deguste cada par de muestras, señale con un círculo la más salada de cada par. Enjuáguese la boca con agua luego de cada par. No trague las muestras.

Primer par
Segundo par
Tercer par

Las muestras se presentan en los siguientes pares: AA-AB-BA-BB.

Se sortea el orden de presentación para que la distribución de los pares sea al azar.

La evaluación se hace confeccionando una tabla de frecuencias para las respuestas correctas y falsas de cada juez en un cuadro, y la validez de la evaluación se calcula por chi cuadrado (χ^2).

La distribución de chi cuadrado nos permite estimar la probabilidad de obtener cualquier serie de desviaciones de los valores observados a partir de los valores esperados. O sea, comparamos si la distribución de frecuencia determinada por el panel, corresponde a la distribución teórica esperada.

Se aplica la fórmula siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Frec. obs.} - \text{frec. teor.})^2}{\text{Frec. teor.}}$$

Como en este test la probabilidad de elegir al azar es 1/2, la fórmula se modifica y queda:

$$\chi^2 = \sum \frac{(|o - e| - 1/2)^2}{e}$$

o sea hemos considerado que existe sólo un grado de libertad.

La significación de las muestras en estudio se establece comparando el valor obtenido de chi cuadrado con los valores que establecen las Tablas de chi cuadrado.

Si el valor calculado excede al tabulado, se concluye que H_0 no es válida, o sea, se rechaza H_0 , pues se detectan diferencias, y se señala el nivel de significación respectivo (5 - 1 ó 0.1%).

Si por el contrario el chi cuadrado calculado es inferior al tabulado, concluimos que no hay evidencias suficientes para rechazar H_0 .

3. Test Dúo-Trío (Duotriprüfung): En este método se entrega al juez 3 muestras: primero se sirve un estándar conocido y en seguida se presentan 2 muestras desconocidas al mismo tiempo, y se pregunta cuál de las dos muestras es igual al estándar que se entregó primero.

El intervalo de tiempo entre la presentación del primer estímulo (K) y los dos siguientes (muestras) depende de las características del producto y si la evaluación induce a fatiga. La probabilidad de acierto será también 1/2.

Este test requiere de un panel de mayor número de degustadores que el triangular. Existen Tablas (Anexo, Tabla A) que señalan el número de juicios correctos mí-

nimo para cada tamaño de panel, según el nivel de significación. Los resultados del panel pueden también ser evaluados por cálculo de chi cuadrado como en el test pareado para diferencia.

Las combinaciones posibles son:

A	BA	A	AB	A	BA
	BA		AB		BA
	BA		BA		AB
	AB		AB		AB

Modelo de Ficha

Tipo: diferencia.
 Método: Dúo-Trío.
 Producto:

Nombre:
 Fecha:
 Hora:

Sírvase degustar la primera muestra que corresponde al control. Descanse un minuto. Deguste las dos muestras numeradas y señale cuál de ellas es igual al control.

Control	Muestras	Muestra igual al control
....

4. Test Triangular (Dreieckprüfung): Este es tal vez el método más usado por paneles de degustadores. Permite seleccionar jueces y también medir propiedades sensoriales de los alimentos, diferencias en la materia prima, y en general es muy útil para determinar pequeñas diferencias.

Al degustador se le presentan tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente. Se le pide señalar la diferente. A veces se pide además comentar acerca de la naturaleza de la diferencia.

Las posibilidades de combinación son:

$n! = 1 \times 2 \times 3 = 6$
 AAB ABA BAA BBA BAB ABB

Aquí la posibilidad de acertar por azar es 1/3.
 Se evalúa también por chi cuadrado, según la fórmula:

$$\chi^2 = \frac{(|4a - 2f| - 3)^2}{8n}$$

a = aciertos
 f = fallas o errores
 n = nro. de jueces

También hay Tablas (Anexo, Tabla B) que señalan el mínimo de juicios correctos para un tamaño de panel dado (número de jueces), en cada nivel de significación:

jueces n	nivel de significación		
	0,05	0,01	0,001
5	4	5	5
10	7	8	9 etc. etc.

Modelo de Ficha

Tipo: diferencia.

Método: Triangular.

Producto:

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase degustar cada uno de los set de tres muestras que se presentan. En cada set hay dos muestras idénticas y una diferente. Por favor, marque con un círculo la diferente. Se permite volver a degustar.

Set	Muestras número	Anotaciones
1
2
3

El método triangular podemos usarlo para seleccionar degustadores. Veamos un ejemplo:

Se entrega a cada juez dos estímulos:

A = agua

B = gusto básico en agua (en orden descendente de concentración).

La planilla o ficha de distribución de muestras se confecciona anotando la posición en que se entregarán A y B, según las 6 posibilidades señaladas para este test Triangular.

Por ejemplo:

Degustador 1: A₇₁ A₂₅ B₁₀₂

Degustador 2: A₈ B₄₀ A₁₆

Degustador 3: B₃₁ B₂₂ A₅ etc.

Así, el juez 1 recibirá agua en los vasos 71 y 25 y solución problema en el 102. El degustador 2 recibe agua en el 8 y 16 y muestra problema en el 40 etc., etc.

La ficha pregunta cuál es la muestra diferente?

La respuesta correcta será: Juez 1, la 102

Juez 2, la 40

Juez 3, la 5.

En seguida se contabilizan las respuestas en un cuadro de este formato:

Juez	Juicios totales	Juicios correctos	Nivel de probabilidad
1	30	11	n.s.
2	24	7	n.s.
3	26	15	10/o (xx)
4	14	11	0,10/o (xxx)
5	20	10	n.s.
6	30	16	50/o (x)
7	30	18	10/o (xx)
8	30	23	0,10/o (xxx)

Esto significa que los jueces 1, 2 y 5 no alcanzan a distinguir significativamente la diferencia entre estándar y muestra.

El juez 6 distinguió correctamente a nivel del 50/o, o sea, de 100 degustaciones en 5 habría acertado por azar.

Los jueces 3 y 7 percibieron diferencia entre los dos estímulos, a nivel del 10/o de significación, o sea, de 100 degustaciones sólo un acierto pudo haber sido por azar.

Los degustadores 4 y 8 alcanzaron el más alto nivel estadístico y son los más apropiados para este tipo de test.

Otra forma de seleccionar a los jueces es usando el análisis secuencial. Es un método gráfico muy rápido y fácil de analizar; para ello es necesario calcular por un sistema de ecuaciones las líneas de aceptación y rechazo, ambas en base a la ecuación de la recta.

Se dibujan ambas rectas en el plano, resultando tres regiones: una de aceptación, otra de rechazo y una de indecisión. Las ecuaciones de estas líneas serán:

$$d_0 = a_0 + bn \text{ (línea inferior } L_0)$$

$$d_1 = a_1 + bn \text{ (línea superior } L_1)$$

en que n representa el número total de juicios, d el número acumulado de decisiones correctas, b es la inclinación de las líneas y a es el intercepto sobre el eje vertical. Los valores de b y a se calculan en base a probabilidades, mediante logaritmos.

En la Fig. 5 se pone en la abcisa el número de juicios acumulado (a) y en la ordenada el número de juicios correctos acumulados (d).

Cada resultado o juicio se señala con una cruz, considerando siempre un espacio a la derecha del precedente; si el juicio es correcto se sube un espacio, si es incorrecto se marca a la misma altura que el anterior. En esta forma es posible saber hasta cuándo continuar con la selección, ya que si los juicios correctos son reiterados, las cruces se acercarán a la línea superior o saldrán hasta la zona de aceptación, en cambio si los juicios son falsos o errados, podrían en el caso extremo acercarse a la recta inferior y salir a la zona de rechazo, o bien producirse una mezcla de juicios correctos y falsos que deje la decisión en la zona de duda; y en este caso será necesario continuar ensayando hasta que las cruces se inclinen a una de las dos zonas: rechazo o aceptación.

Este método secuencial se puede aplicar a la selección de jueces, ya sea, usando los juicios provenientes del test de comparación pareada, dúo-trío o triangular.

Otra aplicación del test triangular es en la detección de pequeñas diferencias entre dos muestras, por ejemplo supongamos una margarina a la que se adiciona un antioxidante, como prevención del enranciamiento. El interés del fabricante es que este antioxidante no sea detectado por el consumidor, o sea, no produzca alteración del sabor.

Para saber si el aditivo agregado en la concentración que actúa como antioxidante

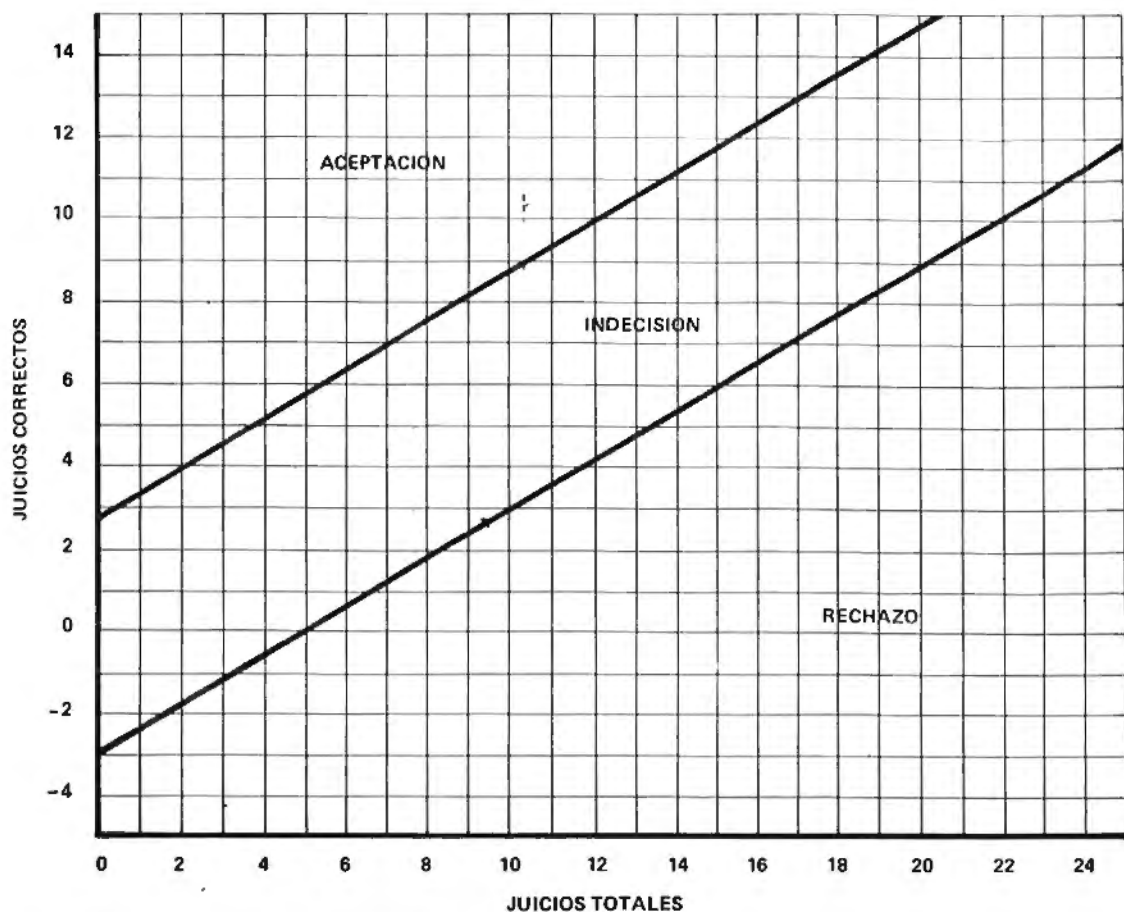


Fig. 5. Gráfica usada en la selección de jueces.

es detectado o no por el consumidor, se hace el estudio usando el test triangular.

Se presenta como estímulo A la muestra sin aditivo y como muestra B la muestra más aditivo en la concentración que se estudia.

Como en el ejemplo anterior, consideramos los juicios totales, las respuestas correctas y el mínimo de juicios correctos para que el resultado sea significativo, obtenido de las Tablas correspondientes al test triangular.

Por ejemplo, si se emiten 38 juicios y de ellos 18 o menos de 18 son correctos, el resultado según las Tablas es "no significativo", y en este caso estaría indicando que la concentración elegida es la adecuada, ya que los degustadores no detectan significativamente el aditivo agregado.

Por el contrario, si más de 19 jueces dan respuestas correctas, indica que la concentración del aditivo es muy alta, del punto de vista de la modificación del sabor, o sea, modifica el sabor.

Para estudios de este tipo se usa un panel seleccionado y entrenado.

El test triangular puede plantearse además para tres muestras de las cuales nos interesa conocer si se detectan diferencias de calidad o de la intensidad de una determinada característica de calidad. En este caso la ficha modelo tiene el siguiente formato:

Modelo de Ficha

Tipo: diferencia.
Método: Triangular.
Producto:

Nombre:
Fecha:
Hora:

Sírvase degustar el set de tres muestras que se presentan, ellas pueden o no ser diferentes entre sí. Señale su respuesta marcando una de las alternativas siguientes:

—Las muestras son diferentes.

..... es la muestra diferente.

El grado de diferencia es: leve

..... pequeño

..... moderado

..... grande

..... muy grande

—Las muestras no son diferentes.

—Las tres muestras tienen diferente sabor.

5. Test de Comparación Múltiple: Su nombre deriva del hecho que mide diferencia en base a más de tres estímulos, pudiendo llegar a 6 incluyendo el control. Permite detectar diferencias de intensidad moderada, cuando hay pequeños efectos entre las muestras.

El test se desarrolla para 3 ó 6 muestras. Al juez se le informa cuál es el control, y éste se incluye de nuevo entre las muestras que se degustan.

Al juez se le pide que señale de cada muestra si ésta es o no diferente del control, y que además señale el grado de diferencia, de acuerdo a una escala de puntaje. Se pide además que señale si la muestra es igual, superior o inferior al estándar.

La ficha modelo tiene un formato semejante al test pareado:

Modelo de Ficha

Tipo: diferencia.
Método: Comparación Múltiple.
Producto:

Nombre:
Fecha:
Hora:

Sírvase degustar la muestra K que corresponde al control y en seguida las muestras problema:

Estas muestras pueden o no ser diferentes al control. Califique para cada muestra la diferencia según la escala adjunta:

Escala	Puntaje
No hay diferencia	0
Hay diferencia muy leve	1
Hay diferencia leve	2
Hay diferencia moderada	3
Hay diferencia grande	4
Hay diferencia extremadamente grande	5

Por favor, informe además sobre el grado de diferencia con el estándar, respecto del olor, sabor, etc. Por ejemplo, señale con +, ++, +++, -, --, ---, más fuerte a más débil. Indique además si la calidad es superior, igual o inferior al estándar.

Muestra nro.	Grado de diferencia	Calidad respecto del St	Puntaje
.....
.....
.....

Aplicación de los métodos de Comparación Pareada, Dúo-Trío y Triangular.

1. Establecer simple diferencia: Comparación pareada
Dúo-trío
Triangular
2. Establecer diferencia direccional: Comparación pareada
Dúo-trío
3. Establecer preferencias: Comparación pareada

Ventajas y desventajas de los métodos:

1. Dúo-trío y Comparación Pareada: Ventajas: Método sencillo, práctico.
Usa menos tiempo.
Usa menos material y equipo.
Usa menos muestra.

Desventajas: Mayor probabilidad de dar juicios correctos por azar ($p = 1/2$).

2. Triangular: Ventajas: Mayor eficiencia estadística ($p = 1/3$), o sea, menor probabilidad de dar juicios correctos por azar. Detectar pequeñas diferencias con acierto, ya que la muestra control se prueba cada vez.

Desventajas: Menor sensibilidad de discriminación.

- Mayor posibilidad de error posicional, a marcar la muestra central.
- Usa más muestra.
- Usa más utensilios.
- Ocupa más tiempo.

Métodos analíticos.

Este tipo de test proporciona la información más completa sobre los caracteres sensoriales de las muestras, ya que mide los efectos de cada una de las características de calidad sobre la complejidad del total.

A semejanza del análisis químico, determina la intensidad de los diferentes componentes.

Como se señaló anteriormente, muchas veces, además de saber que un producto es diferente, o que ha sido calificado como inferior, es necesario determinar cuál es la diferencia o por qué se califica tan bajo. Necesitamos entonces un tipo más complejo de test que los de evaluación de diferencias.

Los tests analíticos usan paneles con jueces altamente entrenados. Cuando se trabaja una sola muestra se usa bastante más tiempo que para evaluar diferencias. Esta es la razón por la cual se usan para pocas muestras y se eliminan previamente las que son claramente inferiores.

Los tests que analizan sabor, incluyen la naturaleza de la diferencia de los diferentes sabores que puedan tener los productos en estudio. Por esta razón pueden emplearse para diagnosticar alteraciones del producto o para aislar estos mismos factores.

En este grupo tenemos los siguientes tests:

- de Muestra Unica.
- de Sabor Extraño Específico.
- Descriptivo (Perfil de sabor, de aroma).

Test de Muestra Unica: En este método se le entrega al juez sólo una muestra por

sesión y se pide toda la información deseada, incluso si detecta algún sabor u olor extraño en el producto.

A veces es necesario dar un control, pero con un entrenamiento adecuado no es indispensable.

El juez debe ser capaz de describir todo lo referente a sabor u olor extraño que tenga el producto, sea en trazas, concentración moderada o en cantidad apreciable, y calificar si esto extraño que percibe, es aceptable u objetable.

En ningún caso debe inventar o adivinar, sólo describir lo que percibe.

Este test tiene aplicación principalmente en aquellos alimentos que producen un sabor extraño posterior, o sea, no en el momento de la degustación misma, como es el caso de los alimentos que refuerzan sabores y características como astringencia, sensación refrescante etc., (pastillas de anís, de menta, frutos verdes, como mangos (amargos) ciruelas, lúcumas, granadas, etc.) al pasar de una muestra a otra. En los casos citados no es posible practicar el test de comparación múltiple y debe recurrirse a este test analítico de muestra única.

Este test se complementa con una discusión sobre el producto, en la que participa todo el panel.

Modelo de Ficha

Tipo: Analítico.

Método: Muestra única.

Producto:

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase oler y degustar la muestra cuidadosamente. Señale con una cruz si detecta algún sabor extraño en el producto.

..... sí
..... no

Si Ud. respondió afirmativamente, señale la intensidad, la aceptabilidad y describa el sabor extraño.

Intensidad	Aceptabilidad	Descripción
trazas	aceptable	.....
moderado	dudosa	.....
acentuado	no aceptable	.....

Si necesita un Control, solicítelo a su jefe de panel, pero degústelo luego de la muestra problema.

2. Test de sabor extraño específico: Este método analiza una sola característica, por ejemplo, efecto de envejecimiento, efecto de oxidaciones, etc.

Los jueces se seleccionan y entrenan en base a esta característica. Una vez que todos los jueces han ajustado su sensibilidad, se les da indicaciones sobre la intensidad del sabor extraño que encontrarán en el producto. Estos panelistas se especializan en tests analíticos y no deben usarse en otros para no dañar su sensibilidad.

Con este método es posible evaluar hasta 4 muestras por sesión, incluyendo un control. Los resultados se analizan por varianza.

Modelo de Ficha

Tipo: Analítico.
 Método: de sabor extraño específico.
 Producto:

Nombre:
 Fecha:
 Hora:

Deguste cuidadosamente las muestras que se le entregan. Una de ellas no tiene sabor extraño, las otras pueden o no tenerlo. Señale la intensidad del sabor extraño de acuerdo a la escala adjunta. No olvide que es un test analítico y no de preferencia.

Descripción	Puntaje	Muestra ...	Muestra ...	Muestra ...
Extremadamente fuerte	10	.....	.....	.....
Fuerte	9-8	.....	.....	.....
Moderadamente fuerte	7-6	.....	.....	.....
Fácilmente detectable	5-4	.....	.....	.....
Apenas perceptible	3-2	.....	.....	.....
Sin sabor extraño	1	.....	.....	.....

3. Test Analítico Descriptivo (Profile): Se llama también Perfil Analítico porque proporciona información tanto sobre el sabor extraño, la distorsión de sabores y los cambios de intensidad del sabor.

Es un método descriptivo cuantitativo y cualitativo del sabor, desarrollado por Cairncross y Sjöstrom en 1950 en Cambridge Mass.

Este test nos da información sobre los siguientes puntos:

- a) Los componentes aislados que pueden percibirse por el olfato y gusto, en orden de percepción.
- b) La intensidad de estos componentes.
- c) La calidad total del producto que se ensaya.

El entrenamiento del equipo para Flavour Profile es de vital importancia. Debe ser capaz de memorizar unos cuantos cientos de olores en forma diferenciada y poder identificarlos cada vez que aparezcan en un producto. Muchas veces los olores memorizados en la niñez son los más arraigados y se debe aprender el nombre correcto, por ejemplo naftaleno en vez de alcanfor. El entrenamiento comienza con un test de reconocimiento de olores, en el cual debe aprender a identificar el olor de cada una de las muestras que se entregan, no en el sentido de "agradable" o "desagradable", que para un test analítico no cuentan, sino con su identificación. Cuando el olor es conocido y no se recuerda el nombre debe calificarlo como "familiar". Las muestras se preparan usando un tubo de vidrio, al fondo del cual va un algodón en que se embeben algunas gotas del líquido oloroso. Se tapa luego con algodón fresco, dejando un espacio de cabeza suficiente para que se sature en el olor. Luego se cierra bien el tubo con un corcho y deja hasta la sesión siguiente. Los olores que se pueden usar son eugenol, benzaldehído, citral, naftaleno, ácido fenilacético (miel), vainilla, anís, metilsalicilato, mentol, etc. Al hacer un adiestramiento de este tipo, acuden a la memoria del juez una serie de asociaciones basadas en su experiencia previa, el papel del jefe del panel es encausar estas asociaciones a un perfecto reconocimiento del olor que se trate.

Cuando se trata de un perfil analítico de sabor, debemos considerar que en esta evaluación se incluyen los siguientes componentes:

1. Los 4 gustos primarios (dulce, ácido, salado, amargo).

2. La fracción aromática (determinada con la nariz cerrada).
3. Factores sensitivos (evaluación de textura).

A veces algunos autores consideran para sabor sólo las sensaciones percibidas por gusto y olfato, pero para un perfil analítico de sabor debería considerarse también los factores texturales.

También debe entrenarse al juez en evaluación de textura. Generalmente se dan muestras que tengan las características extremas de textura, por ejemplo: alcalino-astringente; suave-áspero; blando-duro; tierno-viejo; pegajoso-resbaladizo; soggy-crisp; sensación de partículas de diferente tamaño; sensación de aceitoso, etc. Se debe buscar estándar para cada una de estas texturas, por ejemplo, para astringencia se usan soluciones diluidas de ácidos, para alcalino soluciones de $Mg(OH)_2$ o agua mineral; para pegajosidad se usa polvo de goma acacia, etc.

Aparte de estas sensaciones de textura deben considerarse además las sensaciones de temperatura y dolor percibidas en la boca al degustar algunas bebidas (CO_2) y alimentos (ají, pimentón, caramelos de menta).

Al comenzar el análisis por un perfil analítico, es primordial que el control y las muestras sean diferentes. Esto se establece previamente con un test de diferencia, por comparación pareada por ejemplo. Se recomienda para estos tests algunas sesiones de entrenamiento con estándares que se preparan según receta y son fáciles de reconocer, por ejemplo galletas de navidad, ketchup, o bien otros alimentos que incluyan diferentes especias como saborizantes.

Por ejemplo, analicemos la siguiente tabla de análisis por profile de ketchup:

Aroma:	Componentes	Intensidad
	ácido	3
	cinamomo) (
	clavos	2
	dulce	1
	pimienta) (

Sabor:	Componentes	Intensidad
	suave	3
	ácido	3
	dulce	2
	salado	1
	quemante) (

Gusto que persiste:

Componentes	Intensidad
ácido	2
quemante) (

Muchas veces los investigadores agregan al test de flavour profile los análisis de dilución del perfil analítico. Estas técnicas consisten en hacer diluciones progresivas del alimento y analizarlas respecto de las características de aroma y sabor, hasta llegar a la percepción de umbrales. Se da una escala de puntaje y la escala sensorial correspondiente para que el juez ubique la intensidad del olor y sabor percibida en cada muestra.

La escala puede ir de 5 a 1, y significa muy intenso— intenso— perceptible— levemente perceptible— no perceptible o imperceptible.

En análisis de dilución de perfil de sabor para ketchup es posible encontrar incluso el aroma y también el sabor del tomate, y los valores de intensidad de los constituyentes de aroma y sabor aumentan. Por ejemplo, el análisis de dilución de la muestra de ketchup que ya analizamos da:

Aroma:	Componentes	Intensidad
	tomate	1
	ácido acético	2
	clavos	2
	dulce	1
Sabor:	suave	3
	ácido	3
	dulce	2
	salado	1
	clavos	1
	tomate	1
Sensación luego de degustar:		
	ácido	1
	quemante	1

El resultado de este tipo de test puede ser representado en grafos semicirculares (Fig. 6), consistentes en un eje horizontal de cuyo centro salen en forma radial, rayos que se leen de izquierda a derecha, en orden de aparición de la característica de sabor y/o aroma que representan. El largo del rayo indica la intensidad de la característica. Esta representación imita una mano extendida, de ahí su nombre "profile of the hand". Cartwright y Kelly introdujeron en esta representación un segundo semicírculo para los umbrales, o sea, las líneas que terminan en este semicírculo representan a los componentes que se perciben a nivel umbral.

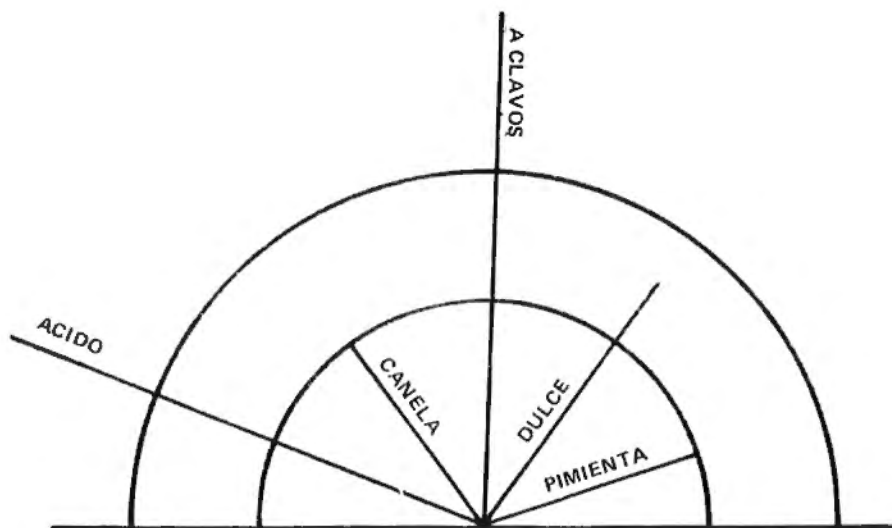
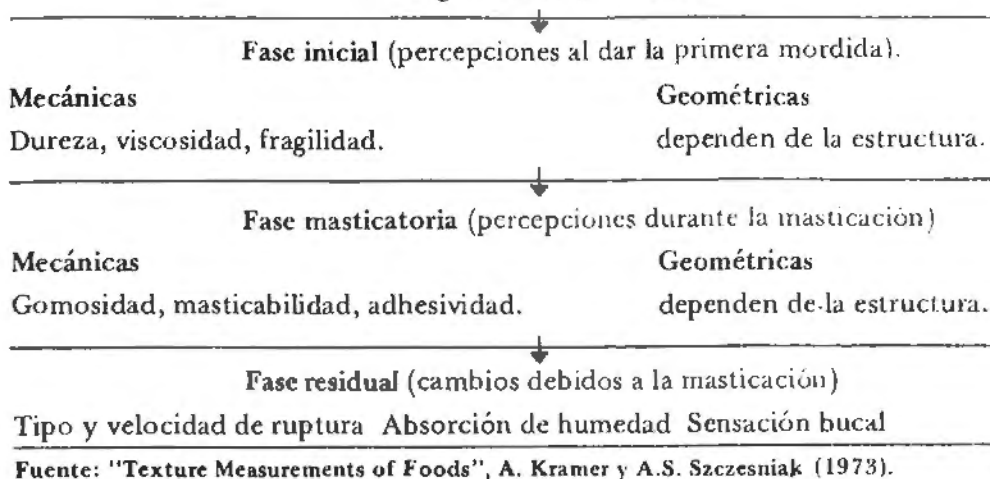


Fig. 6. Perfil de aroma de ketchup para la Tabla indicada.

También es posible agregar a esta representación los intervalos de tiempo entre una y otra percepción, en esta forma se acercan o separan los radios entre sí.

En 1963 se describió por primera vez la aplicación de esta metódica a la evaluación de textura (Brandt y col.). El método describe la evaluación en tres fases: la inicial, la masticatoria y la residual. En las dos primeras fases es posible evaluar las propiedades mecánicas y geométricas de la textura, en la fase residual se evalúan propiedades que se relacionan con la humedad y contenido de grasa del alimento. La Fig. 7 resume las fases de la evaluación.

Fig. 7. Perfil de Textura



Szczesniak hizo una clasificación de los parámetros texturales de cada una de las fases (Fig. 8).

Fig. 8. Clasificación de los parámetros de textura.

Características mecánicas.	
Parámetros primarios	Parámetros secundarios
Dureza (Hardness)	Friabilidad (Brittleness)
Cohesividad (Cohesiveness)	Masticabilidad (Chewiness)
Viscosidad (Viscosity)	Gomosidad (Gumminess)
Elasticidad (Elasticity)	
Adherencia (Adhesiveness)	
Características geométricas.	
Tamaño y forma de las partículas	
Forma y orientación de las partículas.	
Otras características.	
Parámetros primarios	Parámetros secundarios
Contenido en humedad	Aceitosidad (Oiliness)
Contenido en grasa	Grasosidad (Greasiness)

Fuente: A.S. Szczesniak (1963).

Una aplicación del perfil de textura ha sido realizada en el Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos para estimar la textura de raciones enlatadas, a base de arroz y de pastas. (Morales, Planella y Wittig, y Moya, Planella y Wittig, respectivamente). Los jueces fueron entrenados en el reconocimiento de cada uno de los parámetros evaluados, medidos en una escala de intensidad especialmente diseñada para este fin, en que se describía exactamente cada punto de la escala. Se prepararon diferentes muestras en las que se variaba intencionalmente uno de los parámetros con el fin de enseñar a reconocer la intensidad de éste. Los jueces evaluaron posteriormente las formulaciones en estudio, señalando la intensidad de cada parámetro dentro de cada una de las fases de la degustación (Fig. 9).

Fig. 9. Perfil de Textura de Spaghettis con salsa.

Tipo: Test analítico	Nombre:
Test: Perfil de Textura	Fecha:
Producto:	Hora:

Sírvase analizar las características texturales del producto, según el esquema y orden establecido en la ficha.

I Fase inicial: Percibida a la primera mordida.

a) Dureza

- ... duro
- ... ligeramente duro
- ... firme (ni blando, ni duro)
- ... ligeramente blando
- ... blando

b) Cohesividad: grado de integración de los spaghettis.

- ... los spaghettis no se separan, han perdido su forma.
- ... los spaghettis se separan difícilmente, sólo algunos conservan su forma.
- ... los spaghettis son fácilmente separables, conservan su forma y son duros.
- ... los spaghettis son fácilmente separables, conservan su forma y son firmes.

c) Adhesividad:

- ... los spaghettis se adhieren fácilmente a los dientes al masticar, o a los dedos al palpar (se pegan).
- ... no existe adhesividad, los spaghettis son duros al tacto y a los dientes.
- ... los spaghettis presentan marcada adhesividad, demasiado blandos (mazamorra).
- ... adhesividad normal, consistencia normal.

II Fase masticadora: Percepciones durante la masticación.

a) Masticabilidad :

- ... los spaghettis se disgregan poco.
- ... los spaghettis son ligeramente disgregables.
- ... los spaghettis no presentan dificultad al masticarlos.

b) Adhesividad: Medida por acción del alimento sobre la cavidad bucal (lengua, paladar, dientes).

... los spaghetti se adhieren fácilmente a los dientes al masticar o a los dedos al palpar.

... no existe adhesividad, los spaghetti son duros al tacto y a los dientes.

... los spaghetti presentan marcada adhesividad, demasiado blandos (mazamorra).

... los spaghetti presentan adhesividad normal, el alimento tiene consistencia normal.

III Fase residual: Sensación que permanece una vez degustado el alimento.

a) Humedad:

... seco

... húmedo

... demasiado húmedo

... normal (ni seco, ni húmedo)

b) Grado de aceitosidad:

... muy aceitoso

... poco aceitoso

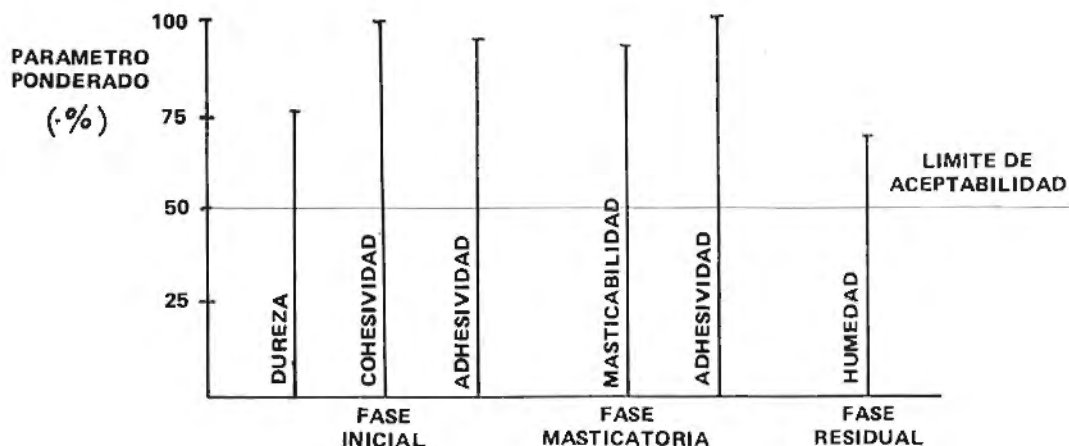
... no se percibe aceitosidad

Comentarios:

Para las formulaciones a base de arroz la ficha entregada a los jueces es de planteamiento similar.

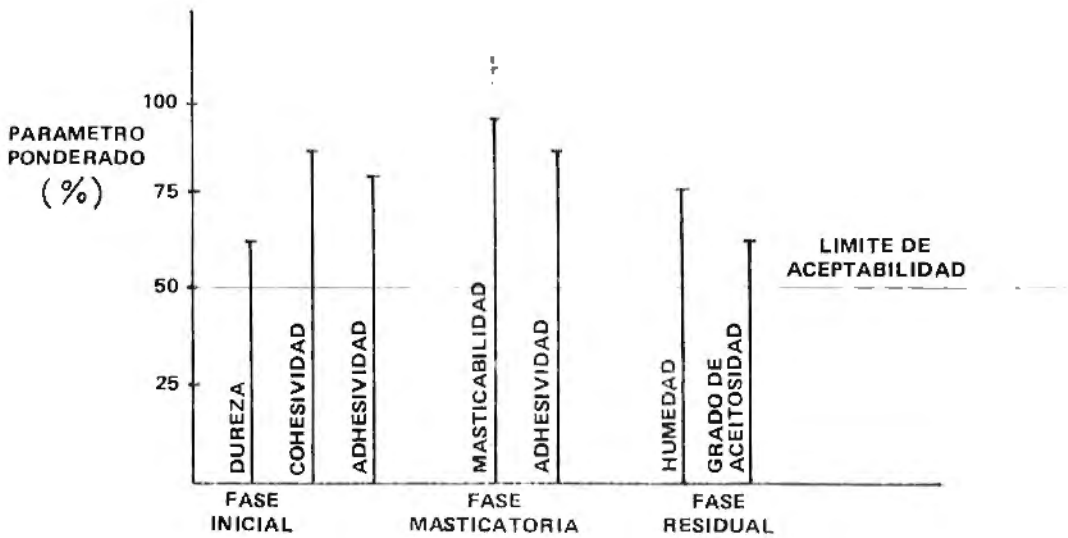
Los resultados se representaron mediante un perfil de promedios de todos los jueces, en el que se indica además el límite de aceptabilidad para cada parámetro. (Figs. 10 y 11).

Fig. 10. Perfil de textura de arroz con papas, zanahorias y carne.



En la Fig. 10, se observa que para el guiso de arroz con papas, zanahorias y carne, todos los parámetros texturales medidos están sobre la aceptabilidad. Cabe destacar que la cohesividad en la fase inicial y la adhesividad en la fase masticatoria son óptimas (100%).

Fig. 11. Perfil de textura de spaghetti con salsa italiana.



Para el guiso de spaghetti con salsa italiana, todos los parámetros analizados sobrepasaron el límite de aceptabilidad, sin alcanzar el óptimo. (Fig. 11).

Otros tests analíticos: Existen otros tests que permiten evaluar cómo varía la intensidad de una sola característica en el tiempo. De esta forma ha sido posible investigar cuánto influye un gusto en nivel subumbral sobre otro que ha sido estudiado en solución pura, o bien cómo influye la temperatura en la determinación de umbrales para cada uno de los gustos básicos, o cómo influye la viscosidad del medio sobre el umbral de los cuatro gustos básicos.

Como se ve en la Fig. 12, la amplitud aumenta, o sea, el dulzor se percibe más lentamente y dura más tiempo, o sea, la sal redondea la percepción de dulzor.

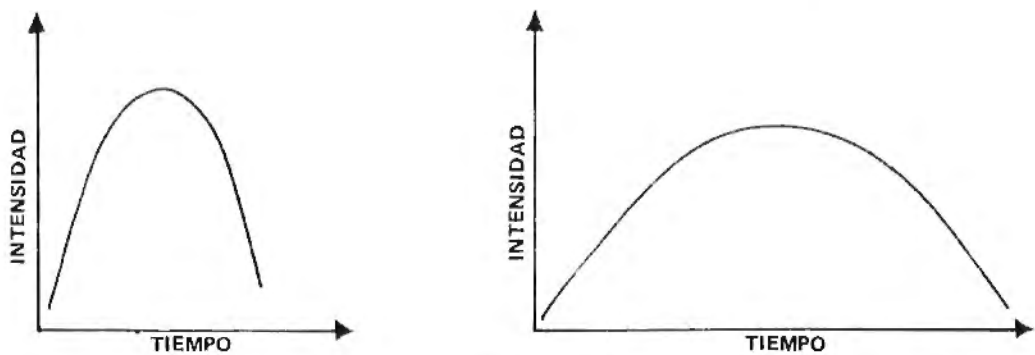
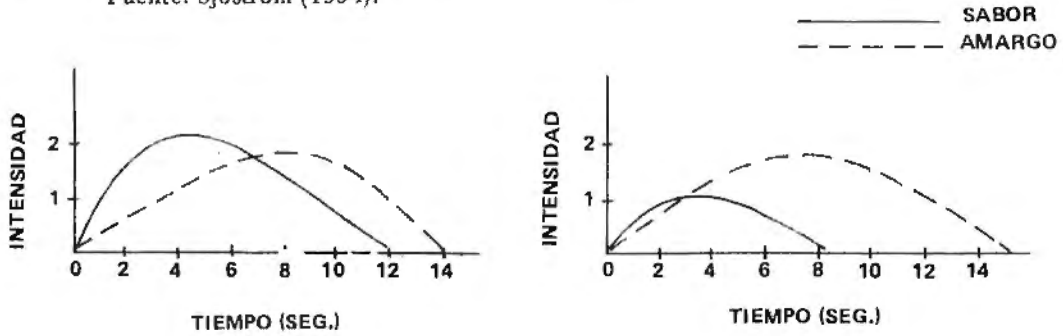


Fig. 12. Curvas tiempo-intensidad de soluciones de sucrosa pura y sucrosa adicionada de concentraciones subumbrales de sal. Fuente: G. Jellinek (1964).

Estos test fueron aplicados por Sjöstrom y Nelson (1954-1958) a estudios de sabor y amargor en cervezas. Los jueces se entrenan en etapas, primero deben concentrarse en una característica hasta ganar suficiente experiencia y luego pasar a entrenar en la otra característica que interesa evaluar conjuntamente con la primera. Los juicios se expresan en una escala de intensidad y se informan cada un segundo. La representación gráfica de la experiencia con dos cervezas se muestra en la Fig. 13.

Fig. 13. Tiempo-intensidad de sabor y gusto amargo en dos muestras de cerveza.
Fuente: Sjöstrom (1954).



Los jueces usan una ficha que lleva inscritos los tiempos en que debe evaluar la intensidad de las dos características que interesan. El formato es el siguiente:

Tipo: Descriptivo. Nombre:
 Método: Tiempo - Intensidad. Fecha:
 Producto: Cerveza. Hora:

Sírvase degustar las muestras A y B, señalando las intensidades del sabor y del amargor en amplitud 3, en los tiempos que se indican.

Tiempo (seg)	muestra A sabor amargo	muestra B sabor amargo
0
1
2
3
4
etc.		

4. Test de valoración de calidad con escala por parámetro, según el esquema de Karlsruhe: Este test es una combinación de valoración y analítico, en que el juez debe examinar minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en una escala de 1 a 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Los parámetros que se evalúan son color, forma, apariencia, olor, sabor, textura, consistencia, etc. La descripción de cada parámetro se hace en base a los diferentes componentes que éste tiene, así por ejemplo para sabor de una mermelada será en base al sabor típico de la fruta, el dulzor y acidez, para una textura será en base a la terneza,

fibrosidad y jugosidad, etc. La escala permite discriminar sobre la intensidad en que estos componentes se presentan, y lo hace de tal forma que todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo 7-9. Los componentes extraños o atípicos que aparecen en el producto o que resultan del inicio del deterioro de éste, sin perjudicar la comestibilidad, se describen en el tramo 4-6. Los componentes extraños, cualquiera sea su origen, que deterioran la calidad hasta hacerla no comestible y aun repugnante, se incluyen en el tramo 1-3. Esta subdivisión simétrica de la escala de 9 puntos en 3 tramos o clases, permite proyectar su uso a establecer grados de calidad en la práctica de la normalización. De hecho así ha ocurrido en Alemania, donde cumple el trámite de consulta la norma DIN 10952, que se refiere a la descripción de este test de valoración de calidad con escala.

Para establecer la escala a usar, se deben considerar 2 puntos:

- Establecer cuál es la calidad máxima del producto. Así por ejemplo, si se va a evaluar la calidad de una conserva no se debe tomar como calidad máxima la del alimento fresco.
- Elegir cuidadosamente el vocabulario que se usa en la descripción de cada parámetro, de tal forma que permita posteriormente diferenciar claramente entre calidades alta, media e insuficiente. Tal vez sea ésta la principal dificultad que deba vencerse al iniciar el uso de este esquema.

Este test debe ser conducido por personal experimentado y jueces entrenados.

El número de muestras a presentar en cada degustación está limitado por la cantidad de parámetros que se van a evaluar y la calidad y capacidad de los jueces para no sufrir fatiga. Por regla general se aconseja: no sobrepasar las 6 muestras por sesión, dependiendo del grado de dificultad y exactitud que se desea alcanzar; recurrir a diseños experimentales para no sobrepasar esa cifra y, usar 3 a 4 muestras por sesión.

La aplicación se proyecta a la estimación de la calidad sensorial o de alguno de los parámetros del producto, en cualquiera de las etapas del ciclo de producción, iniciado con la selección de la materia prima hasta la utilización del producto por el consumidor. Así por ejemplo, entre los problemas que pueden resolverse con este test están:

- Comparación de productos con el fin de controlar calidad, certificar calidad o establecer grados de calidad.
- Determinación de la vida útil de un producto en condiciones determinadas de almacenamiento.
- Comparación entre la calidad de la materia prima y el producto elaborado evaluando la influencia de diferentes factores, como por ejemplo variedad y características de la materia prima, efecto del procesamiento, manejo, envase y almacenamiento.
- Determinación de calidad de productos afines, como por ejemplo analizar la calidad de la competencia.
- Selección previa rápida, entre varios productos para investigaciones sensoriales posteriores específicas, como por ejemplo, establecer diferencias de un parámetro entre dos productos con el fin de realizar posteriormente una investigación de mercado en base a aceptabilidad.

La ficha de trabajo debe ser confeccionada para cada producto, pero si no se dispone de antecedentes al respecto puede ser de utilidad comenzar con el esquema general elaborado por el Centro Federal de Investigaciones para la Alimentación y Nutrición de Karlsruhe, (Fig. 14). Con este esquema se hace el entrenamiento y se coleccionan los juicios de todos los panelistas sobre el alimento que interesa, con el fin de llegar a elaborar la ficha específica del producto.

Fig. 14. TABLA GENERAL DEL TEST DE VALORACION DE CALIDAD CON ESCALA KARLSRUHE

Característica	Calidad Grado 1: Características típicas			Calidad Grado 2: Deterioro tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Natural, típico, excepcional, agradable, brillante.	Brillante, natural, típico, algunas unidades más o menos coloreadas.	Natural, típico, algo pálido u oscuro, pocas unidades más coloreadas.	Ligeramente alterado, p. ej. algo claro o algo oscuro.	Aparece alterado, por ej., ligeramente descompensado.	La superficie aparece teñida, por ej., con estrías de otro tono. No es desagradable.	Superficie intensamente teñida, por ej., grisácea o azulada.	Superficie intensamente teñida. El color típico ha desaparecido.	Superficie intensamente teñida, color francamente alterado. Repugnante.
Forma	Completamente bien conservada, rellena, no dañada.	Muy bien conservada, algunas unidades ligeramente cambiadas o modificadas.	Bien conservada, los ejemplares ligeramente modificados o algunos de ellos notoriamente modificados.	Aún conservada, algunos ejemplares ligeramente modificados o algunos de ellos notoriamente modificados.	Algo alterada, por ej., algo hundida. Atrofiada.	En general hundida. Atrofiada. No es desagradable.	En general, intensamente cambiada. Aun no repugnante. Avanzada descomposición.	Intensamente alterada por descomposición.	Completamente alterada por descomposición.
Olor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específico de la especie, bueno.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. Por ej., bastante plano, áspero perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, por ej., insípido perfumado, olor a humo, enmohecido.	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado, No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio, a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Sabor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específico de la especie.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. Por ej., bastante plano, áspero, perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, por ej., insípido, perfumado, sabor a heno, enmohecido.	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado, No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio, a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Textura	Excepcionalmente buena, típica, por ej., firme, muy tierna, jugosa.	Muy buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Buena, típica, por ej., en general tierna.	Normal, ligeramente alterada. Levemente reblandecida. por ej., continúa tierna.	Alterada, dejando al producto aceptable. Por ej., ligera desuniformidad, muy blanda, muy dura.	Claramente alterada. Por ej., desuniformidad: muy blanda, muy dura, ligeramente acuosa, cutícula dura.	Claramente alterada, modificada. Muy desuniforme: muy blanda, muy dura, resistente, espesa, viscosa, como suela.	Desagradablemente modificada, por ej., completamente deshecha, hasta puré, muy licuada, intensamente dura.	Repugnante.

Métodos para Test de Respuesta Subjetiva.

Estos tests han sido diseñados para determinar la posible aceptación o preferencia del consumidor.

Algunos de estos métodos pueden ser administrados en laboratorio con paneles que no requieren entrenamiento, a diferencia de los tests de respuesta objetiva que sí usan jueces entrenados.

Otros se programan para un número ilimitado de jueces, ya que interesa que estos jueces sean lo más representativos de la población potencialmente consumidora del alimento en estudio.

Se pueden clasificar en dos grupos:

1. de preferencia.
2. de aceptabilidad.

I. Tests de Preferencia: Tienen como objetivo determinar cuál, de dos o más muestras, es preferida por un gran número de personas.

Cuando se está conduciendo una investigación, a menudo resulta útil conocer la preferencia que existe por el producto. Muchas veces, se llega a obtener formulaciones diferentes que son igualmente convenientes, y esto hace difícil definir por cuál decidirse. En este caso, por medio de un test de preferencia se puede obtener la solución al problema.

Los tests de preferencia miden factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Entre los tests de preferencia tenemos:

- Simple preferencia o comparación pareada preferencia.
- Ranking u ordenamiento.
- Escala hedónica.

1. Test de simple preferencia o pareado preferencia: En este test es aconsejable entregar sólo dos muestras diferentes en cada prueba. El juez debe contestar a una sola pregunta: ¿Cuál prefiere?

Cuando se planteó un test de diferencia direccional, la pregunta que debía responder el juez era: ¿Cuál de las dos muestras es la más dulce (o salada etc.)? A esta pregunta sólo habrá respuestas correctas o falsas, ya que sólo una de las muestras en cada par tiene una concentración más alta, o es más dulce, y lógicamente la otra muestra del par es la menos dulce. En estadística se habla de test de una cola o "test de correcto o falso".

En las pruebas de preferencia en cambio, la pregunta que se hace al juez es: ¿Cuál muestra prefiere Ud., la más dulce o la menos dulce? En este caso no habrá respuestas correctas ni falsas, ya que el juez tiene el derecho de preferir una u otra. En estadística se habla aquí de test de dos colas o "test de ni correcto ni de falso".

Ambos métodos se calculan por chi cuadrado (χ^2), pero las fórmulas que se usan son diferentes:

$$\chi^2 = \sum \frac{(|o - e| - 1/2)^2}{e}$$

Comparación pareada diferencia
(una cola)

$$\chi^2 = \frac{2(|o - e| - 1/2)^2}{e}$$

Comparación pareada preferencia
(dos colas)

Los valores de chi cuadrado tabulados para ambos test son los siguientes:

	5 ^o /o	1 ^o /o	0,1 ^o /o
una cola (difer.)	2,71	5,41	9,55
dos colas (pref.)	3,84	6,64	10,83

(Amerine, 1965)

Veamos ahora la ficha modelo:

Modelo de Ficha

Tipo: Preferencia. Nombre:
 Método: Pareado preferencia. Fecha:
 Producto: Hora:

Sírvase degustar los pares de muestras que se presentan, señalando la que Ud. prefiera dentro de cada par.

Pares de muestras	Muestra preferida	¿Por qué la prefiere?
.....
.....

Los juicios del panel se calculan por chi-cuadrado según la fórmula señalada y se comparan con los valores tabulados. (Anexo, Tabla C).

La hipótesis de trabajo será:

H_0 = no se detectan preferencias, las preferencias observadas se deben al azar. Esto se expresa así: $A=B$.

H_1 = se detectan preferencias. Se expresa: $A \neq B$.

Si el valor de chi-cuadrado calculado es mayor que el valor de chi-cuadrado tabulado, rechazamos H_0 (hipótesis nula) y decimos que el panel detecta significativamente preferencias por la muestra... a un nivel de ...^o/o de significación (el nivel al cual se hizo la comparación entre ambos valores de chi-cuadrado).

Si por el contrario, el valor de chi-cuadrado calculado es menor que el valor de chi-cuadrado tabulado, decimos que no hay evidencias suficientes para rechazar H_0 , o lo que es lo mismo, no se detectan preferencias significativas por alguna de las muestras y las preferencias observadas son fruto del azar.

Como ejemplo podemos señalar una evaluación de preferencia realizada en el Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos en 1979. Se trataba de conocer cuál de dos formulaciones de cobertura de cereales dilatados era la preferida por la población infantil. Se consideraron tres grupos: uno constituido por escolares de 8 a 15 años de nivel socio-económico medio-alto, otro por escolares de la misma edad pero de nivel socio-económico medio-bajo, y un tercer grupo formado por escolares de los tres estratos, de edades sobre 16 años. En total se trabajó con 153 escolares. Se presentaron pares de muestras en dos set para cada escolar. Los niños debían enmarcar en un círculo cuál de los productos preferían. El total de preferencias obtenidas se analizó por chi-cuadrado, siendo los resultados coincidentes para los tres grupos, señalando como producto preferido el B, con un nivel de significación del 0.1^o/o. Estos resultados nos permiten afirmar con absoluta certeza que el producto B es el preferido, y que solamente una de cada 1.000 preferencias por la formulación B podría deberse al azar.

2. Test de Ordenamiento o Ranking:

El objetivo de este tipo de test es seleccionar las muestras mejores, en ningún caso da información analítica sobre ellas.

Constituyen un excelente pre-entrenamiento para panelistas que deberán entrenar posteriormente para evaluación de calidad.

Son muy útiles cuando se trata de comparar más de dos tratamientos, ya que en estos casos no se pueden usar los test de diferencias.

Los test de ordenamiento permiten chequear si los panelistas tienen habilidad para reconocer diferentes intensidades, sea de un mismo color, un mismo gusto, una gradiente de consistencia o firmeza, etc. Los sentidos humanos realizan un trabajo bastante más eficiente cuando diferencian calidad que cantidad.

Para codificar las muestras es aconsejable el uso de letras en vez de números, ya que el juez deberá decidir un orden numérico para informar (primero, segundo, tercero, etc). También es conveniente entregar las muestras codificadas en el orden alfabético, para que el juez compruebe de inmediato que no hay relación entre este orden y el ordenamiento que se le pide realizar. Además es conveniente incluir un control por lo menos, que equivale a la partida, o sea la intensidad más débil. A veces es conveniente agregar un segundo control, oculto, con el fin de comprobar la habilidad del panel.

La tarea del juez consiste en ordenar una serie de muestras, en orden ascendente de aceptabilidad, preferencia, o de algún determinado atributo (color, volumen, textura, sabor, etc.) del alimento.

En cada sesión puede ordenarse un gran número de muestras; pero se recomienda no más de 6 u 8 para no producir fatiga sensorial ni perder la atención.

Si son muchos los tratamientos que deben ensayarse se recurre a un diseño de block incompleto.

La literatura recomienda familiarizar al juez con todas las características del alimento que debe analizar, pero esto no es fácil en la práctica.

El método de Ranking es de fácil manejo. Permite ensayar varias muestras a la vez y es fácil de administrar. El juez debe decidir una ordenación, y en ésta nunca dos muestras tendrán la misma ubicación, o sea, no establece diferencias y con ello se reduce pues el efecto del degustador.

Para evaluar este método, se suman los resultados de todos los jueces y llevan a promedios, éstos se comparan con los datos de las Tablas respectivas, en que se indican los valores necesarios para tener significancia estadística.

La ficha modelo es de este formato:

Tipo: Preferencia.

Método: Ordenamiento.

Producto:

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase degustar las muestras que se presentan. Ordénelas según su preferencia, colocando en el primer lugar la que más le agrada, y en el último lugar, la que menos le agrada.

Orden de preferencia	Número de la Muestra
Primero
Segundo
Tercero
Cuarto
Quinto
Sexto

Comentarios:

.....

Veamos un ejemplo de aplicación de este test.

Investigaciones realizadas para conocer la preferencia por jugo de tomates que ha sido adicionado de 7 diferentes antioxidantes, dan los siguientes resultados:

Degustadores (repeticiones)	Tratamientos (muestras)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	1	4	2	6	5	7
2	2	1	3	4	5	6	7
3	3	1	2	4	5	6	7
4	2	1	4	3	7	6	5
5	2	1	3	4	5	6	7
6	4	1	2	3	6	5	7
7	3	1	2	6	7	5	4
Totales	19	7 ^{oo}	20	26	41 ^o	39	44 ^{oo} = 196

En las Tablas de "Ranking total requerido para significación a nivel del 5% ($p < .05$)", o 1% ($p < .01$). (Anexo, Tablas D-1 y D-2), se indica:

Nro. de repeticiones	Nro. de tratamientos .
	1 2 7 8 etc.
1	
2	
3	
4	
5	
6	15-41
7	19-37

La Tabla indica dos pares de valores, se usa el par superior. Los valores inferiores se emplean sólo cuando la ordenación se hace respecto de un standard de comparación, o sea, se ordena por sobre y bajo el standard.

Los valores de la Tabla indican que para que el resultado sea estadísticamente significativo, el ordenamiento total de cada tratamiento debe ser menor que el primer valor, 15 en este caso, o mayor que el segundo valor, 41 en este caso. Existe otra Tabla para 1% de significación, y los valores para este caso son 13-43 y 16-40. En consecuencia, los valores inferiores a 16 y 13, indican aceptación a nivel del 5 y 1% respectivamente; y los valores superiores a 40 y 43, indican rechazo a nivel del 5 y 1% respectivamente.

En nuestro ejemplo, el tratamiento 2 fue el preferido, siendo su aceptación a nivel del 1^o/o(00). Los tratamientos 5 y 7 fueron rechazados por el panel, con un nivel del 5^o/o(0) en el tratamiento 5 y un nivel de 1^o/o(00) para el tratamiento 7. Esto significa que hay un 95^o/o y un 99^o/o de seguridad que el rechazo no fue debido al azar, en los tratamientos 5 y 7 respectivamente.

Las diferencias entre los dos valores límites de la Tabla puede tomarse como la menor diferencia significativa.

$$\begin{aligned} \text{En este caso será: } 43 - 13 &= 30 \text{ para } 1^{\circ}/o. \\ 41 - 15 &= 26 \text{ para } 5^{\circ}/o. \end{aligned}$$

La menor diferencia significativa es 30 para 1^o/o.

La menor diferencia significativa es 26 para 5^o/o.

Y todos los tratamientos con un ranking total sobre 37 (30 + 7) son significativamente diferentes al tratamiento 2, a nivel del 1^o/o. Son los tratamientos 5, 6 y 7.

Y a nivel del 5^o/o, todos los tratamientos con un ranking total superior a 33 (26 + 7), son significativamente diferentes del tratamiento 2. Son los tratamientos 5, 6 y 7.

Otra forma de calcular es haciendo análisis de varianza, en que se calcula:

$$CT = 196^2 / 7 \times 7 = 38\ 416 / 49 = 784$$

$$\text{Prod. SS} = (19^2 + 7^2 + 20^2 + 26^2 + 41^2 + 39^2 + 44^2) / 7 - CT = 6\ 624 / 7 - CT = 162,28$$

$$\text{Total SS} = 7 (1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2) - CT = 196$$

$$\text{Y luego: } W = \frac{\text{Prod. SS} - (1/k)}{\text{Total SS} + (2/k)} = \frac{162,28 - 1/7}{196 + 2/7} = \frac{162,14}{196,28} = 0,828$$

$$\text{Y el valor de } F = \frac{(k-1) W}{1-W} \quad \text{con } (n-1) - (2/k) \text{ g. de l. en el numerador} = 6$$

$$\text{y } (k-1) ((n-1) - (2/k)) \text{ g. de l. en el denom.} = 36$$

$$F = \frac{6 \times 0,828}{1 - 0,828} = \frac{4,968}{0,172} = 28,88^{\circ}$$

Según Snedecor (Anexo, Tabla E), los valores F son:

$$F_{36}^{6\%} 5^{\circ}/o = 2,36$$

$$F_{36}^{6\%} 1^{\circ}/o = 3,35$$

Por lo tanto, el valor F calculado (28,88) es altamente significativo (00), lo que estaría indicando que por lo menos uno de los siete tratamientos es preferido a los otros, a nivel del 1^o/o de significación. Como se explicó anteriormente, para establecer cuál o cuáles tratamientos son los preferidos, se debería continuar calculando con el test de Duncan o Tukey.

Un ejemplo de aplicación de este test lo tenemos en un trabajo realizado en el Departamento de Química y Tecnología de los Alimentos, consistente en determinar cómo era la preferencia de una nueva formulación de sacarina en comparación con tres formulaciones comercializadas habitualmente. Considerando que los consumidores habituales de sacarina son obesos y diabéticos principalmente, se practicó un estudio de preferencia sobre una población de alrededor de 100 consumidores, todos ellos controlados clínica y nutricionalmente en el Policlínico de Diabéticos del Hospital Clínico José Joaquín Aguirre. El test usado fue ranking de preferencia para evaluar en un set las cuatro diferentes formulaciones. Las sacarinas se probaron como edulcorantes de té.

Para tal efecto se preparó un solo infuso de té que se separó en cuatro porciones idénticas, cada una de ellas se endulzó con tabletas de sacarina en concentración equivalente. Los cuatro tratamientos se mantuvieron a temperatura para ser degustados en caliente (50°).

Los degustadores recibieron estos cuatro tratamientos aleatorizados, en tacitas de porcelana marcadas con un código. Estos se presentaron en bandejas, acompañados de agua potable, como líquido de neutralización, proveniente de la misma fuente que la utilizada para preparar el té. Los degustadores fueron informados que las muestras no debían ser tragadas y la forma de realizar la degustación antes de contestar la ficha. Los casos de dudas o inhabilidad para responder recibieron atención personal para completar la información o escribir las respuestas. Los degustadores trabajaron aislados de estímulos externos en oficinas individuales, sin iluminación especial.

Se recopilaban juicios de aquellos consumidores que ya se encontraban desde por lo menos dos meses con dietas con sacarina.

Se reunieron 51 juicios de diabéticos y 47 juicios de obesos. Los datos se procesaron por el método no paramétrico de Kramer y por análisis de varianza, separadamente para diabéticos y obesos.

Los resultados obtenidos con ambos métodos son coincidentes. Anotaremos los del método de Kramer.

Para diabéticos: Ranking obtenidos (A) 120 (B) 103 (C) 117 (D) 161

Valores de Tabla: n_{51}^4 5°/o: 110 - 145 n_{51}^4 1°/o: 105 - 150
114 - 141 109 - 146

Por lo tanto, podemos concluir que los diabéticos muestran marcada preferencia por la sacarina (B), siendo ésta muy significativa ($p = 0,99$). Además rechazan muy significativamente la sacarina (D) ($p = 0,99$).

Para obesos: Ranking obtenidos: (A) 114 (B) 112 (C) 109 (D) 123

Valores de Tabla: n_{47}^4 5°/o: 100 - 135
105 - 130

Por lo tanto, se concluye que la subpoblación de obesos investigada no presenta preferencias ni rechazos significativos.

3. Escala Hedónica: Es otro método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha.

La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 ó 5 puntos:

- 1 = me disgusta extremadamente
- 2 = me disgusta mucho
- 3 = me disgusta moderadamente
- 4 = me disgusta levemente

- 5 = no me gusta ni me disgusta
- 6 = me gusta levemente
- 7 = me gusta moderadamente
- 8 = me gusta mucho
- 9 = me gusta extremadamente

Los resultados del panel se analizan por varianza, pero también pueden transformarse en ranking y analizar por cómputos.

Si usamos el análisis de varianza, el esquema de cálculo será el siguiente:

Jueces	Muestras o tratamientos			Totales
	X	Y	Z	
A	5	9	9	23
B	4	9	5	18
C	4	8	4	16
D	3	7	8	18
E	5	8	9	22
F	4	7	8	19
Total	25	48	43	116
Promedios	4,16	8,0	7,16	

$$CT = 116^2 / 18 = 747,55$$

$$SCT = \text{Suma de cada puntaje}^2 - CT = 5^2 + 4^2 + 4^2 + \dots + 9^2 + 8^2 - 747,55 = 78,45$$

$$g \text{ de } 1 = (j \times p) - 1 = 18 - 1 = 17$$

$$SCJ = 23^2 + 18^2 + 16^2 + 18^2 + 22^2 + 19^2 / 3 (\text{prod}) - CT = 11,78$$

$$g \text{ de } 1 = (p - 1) = 3 - 1 = 2$$

$$SCP = 25^2 + 48^2 + 43^2 / 6 (\text{jueces}) - CT = 48,78$$

$$\text{Error SS} = 78,44 - 11,78 - 48,78 = 17,88$$

Análisis de Varianza:

Causas de variación	g de 1	Suma de cuadrados	Varianza	F calcul.	F tabul. (5%)
Jueces	5	11,78	2,36	1,32	3,33
Productos	2	48,78	24,39	13,63	4,1
Error	10	17,88	1,79		
Total	17	78,44			

Como el valor de F calculado es superior al de F tabulado, la conclusión es que este panel establece preferencias significativas por alguno de los tratamientos. Es necesario continuar con otro test que permita saber cuál o cuáles tratamientos son los preferidos significativamente. Para este fin puede usarse el test de Duncan de comparaciones múltiples o rango múltiple.

Se busca en la Tabla "Rangos significativos para el test de Rango Múltiple de Duncan", los valores Q_p para los g de 1 del error. (Anexo, Tablas G-1 y G-2). Estos valores se multiplican por el error estándar.

El error estándar vale $\sqrt{\text{varianza del error}/n \text{ jueces}}$. Por lo tanto en este caso es $\sqrt{1,79/6} = 0,546$.

En seguida se calcula el menor rango significativo, que se designa R_p .
Según los datos del ejemplo el cálculo será:

menor rango significativo			
nivel 50/o		nivel 10/o	
p = 2	p = 3	p = 2	p = 3
Q_p 3,15	3,30	4,48	4,73
R_p 1,72	1,80	2,45	2,58

En seguida se hacen las comparaciones, ordenando los promedios de menor a mayor:

X	Y	Z
4,16	7,17	8,0

Se comparan las diferencias entre los promedios de 2 medias o 3 medias:

		50/o	10/o
Y - Z = 0,834	<	1,80	
Y - X = 3,9	>	1,72	> 2,58
Z - X = 3,06	>	1,72	> 2,45

Y se representan los resultados uniendo con un trazo los tratamientos que no difieren significativamente entre sí:

X	<u>Z</u>	Y
---	----------	---

Por lo tanto, podemos concluir que los tratamientos Z e Y, son preferidos significativamente, a nivel del 10/o.

II. Tests de Aceptabilidad.

Los tests pertenecientes a este grupo nos permiten tener una indicación de la probable reacción del consumidor, frente a un nuevo producto, o a una modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen.

Cuando este tipo de test se conduce en forma eficiente se puede ahorrar cantidades grandes de dinero, ya que se detectan a tiempo las deficiencias del producto y éstas pueden corregirse a tiempo.

Cuando el producto está aún en fase de prueba se emplean paneles de referencia. Si el producto ya cumplió esa etapa, debe usarse un panel formado por un gran número de personas experimentadas en este tipo de trabajo.

Entre los métodos que se usan están:

- Panel piloto.
- Panel de consumidores.

1. **Test de Panel Piloto:** Este test se usa cuando el producto está aún en la fase de prueba o etapa confidencial.

Los degustadores son generalmente empleados de la misma Firma en que se fabrica el producto.

Mediante este test es posible conocer una probable reacción del consumidor. Indica los aspectos que hacen al producto deseable o indeseable. No puede indicar la total preferencia del público.

Cuando se desea conocer el grado de aceptabilidad se debe agregar una escala de grados de aceptación. La forma más simple es preguntar al degustador si le gusta o disgusta el producto.

Los datos obtenidos se evalúan estadísticamente, como es el caso de la escala hedónica.

2. **Test de Panel de Consumidores:** En este test se emplea una gran cantidad de público consumidor. Debe ser conducido por personas experimentadas para que la información sea la que interesa y no queden libres todas las variables circunstanciales. A veces se puede determinar incluso la hora del día en que el producto tiene mayor aceptación. Se recomienda usar diseño experimental.

Importancia de los test de Aceptabilidad:

Este tipo de test está destinado especialmente a determinar las expectativas de aceptabilidad de un producto por el mercado consumidor.

Las reacciones del consumidor son difíciles de medir, pero a medida que el poder comprador aumenta, se hace cada vez más necesario estudiarlas y tratar de determinarlas.

En los países desarrollados con un estándar de vida alto, la competencia es muy estrecha, puesto que la ingesta calórica per cápita diaria se mantiene relativamente constante, por lo que se produce el fenómeno que un producto es reemplazado por otro de valor nutritivo semejante o bien se trata de crear un mercado consumidor para un producto que era desconocido previamente.

Los nuevos productos van tendiendo a facilitar en alguna medida las manipulaciones de preparación, aunque a veces esto va en desmedro de sus características organolépticas. Como ejemplo tenemos los alimentos semipreparados, congelados, polvos instantáneos, refrescos, queques, tortas, etc.

Una industria bien establecida debe cuidar de mantener sus ventas. Cuando ha decidido modificar las formulaciones, cambiar el tipo de envase o hacer el almacenamiento en condiciones diferentes de las habituales, debería estudiar previamente si resultan ventajosas estas medidas.

Mucho se ha señalado que el público no sabe lo que desea y puede ser manejado psicológicamente por campañas de promoción orientadas. Se han publicado estudios realizados para medir la importancia de la "persuasión subliminal", mediante la cual el público es indirectamente influenciado a consumir o adquirir un determinado producto; se trata de una presión mínima y repetida, muy sutil, que influye psicológicamente sobre el consumidor.

A nivel de consumidores podemos realizar estudios de aceptación y de preferencia. Ambos son conceptos primarios en el plano económico.

Ya vimos que en la aceptación del alimento influye el estándar de vida y el nivel cultural. En la preferencia en cambio, está involucrada una selección al elegir. Está influenciada por prejuicios, principios religiosos, modas de calidad, modas de tecnología (congelados, deshidratados etc.).

Son muchos los factores que se combinan para decidir la selección. Ya vimos que

la apariencia y color son los primeros factores que afectan la selección. Luego le siguen la textura y sabor, llegando este último a ser tan importante que muchas personas consideran sinónimo calidad de sabor y grado de aceptación.

Veremos a continuación cómo influye la relación preferencia-costos.

Precio es una limitante importante en la libertad de seleccionar alimentos por el consumidor.

Hay investigaciones encaminadas a estudiar esta relación. El resultado obtenido en una experiencia realizada con frutas enlatadas, fue que los consumidores dijeron no estar dispuestos a pagar un pequeño exceso del precio, por el producto que prefirieron, estando todas las marcas dentro del rango de aceptabilidad, como fue el caso de un trabajo con mermeladas, en que todas se calificaron por sobre el límite de aceptabilidad o límite no comestible, a este cuestionario podríamos agregar una pregunta en el sentido de si estaría dispuesto el juez a pagar 1^o/o ó 2^o/o sobre el precio del mejor de los productos.

La ficha usada es de este tipo:

Tipo: Test de consumidores.

Método: Preferencia descriptivo - costo.

Producto: Leches A y B.

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase degustar ambos productos rotulados A y B, y luego dé su opinión en este sentido:

1. Cuál producto prefiere?

A B

2. Por qué lo prefiere?

..... Gusto más marcado.

..... Más dulce.

..... Más suave.

..... Sabor más agradable.

..... Deja menos sabor en la boca.

..... Otros (señálelos).

3. Si sólo tuviera estas dos marcas entre las cuales elegir para el uso regular, cuánto más estaría dispuesto a pagar por la marca elegida?

... 1^o/o.

... 2^o/o.

... 3^o/o.

... 5^o/o.

... 10^o/o.

... 0^o/o.

Cuando un consumidor selecciona un alimento, la mayoría de las veces, el precio más alto hace suponer una mejor calidad.

Se han hecho experiencias con soldados, que no pagan por su dieta, entregándoseles 17 guisos diferentes, a base de carne, a todos ellos se les señalaba el valor (precio) y se les pidió señalaran sus preferencias. Los resultados fueron altamente significativos para el guiso más caro.

Si graficamos el puntaje dado a los diferentes guisos vs. costo (Fig. 15), un aumento grande en el costo no produce tanto aumento en el puntaje.

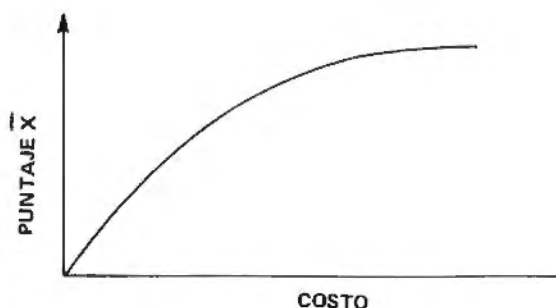


Fig. 15. Costo vs. puntaje promedio.

Hay también otros factores que influyen sobre la preferencia. Por ejemplo hay **costumbres regionales, raciales o de nacionalidad** con respecto de preferir algunos alimentos o la forma de prepararlos (pescado fermentado en Oriente, mantequillas rancias en Chile, papas en Europa, arroz recocido en Filipinas, fideos sancochados en Italia, etc.). Hay textos que discuten la influencia de factores psicológicos, culturales y económicos en la formulación de productos alimenticios y procesos de fabricación; pero señalan también que éstos van en disminución debido a las mayores facilidades de movilidad del ser humano, matrimonios entre diferentes razas, estandarización de procesos, aumento de formulaciones parcialmente preparadas, desarrollo de tecnologías encaminadas a una mejor utilización de la materia prima (refrigeración, congelación, madurez controlada, desarrollo de diferentes variedades controladas genéticamente, etc.). La **publicidad** impacta también a todo nivel (TV, radio, cine, diarios). Y en esta forma las preferencias van tendiendo a ser las mismas en todas las partes del globo (Coca-Cola, por ejemplo).

La **edad** es también un factor que no debe olvidarse. Hay sabores preferidos por niños, otros por adultos, otros por ancianos. Hay innumerables trabajos realizados en este campo.

El **sexo** de los degustadores también ha sido estudiado in extenso. En general parece ser que los paneles femeninos pueden reconocer una gama más amplia de sabores, pero presentan más aversión a determinados alimentos que los paneles de varones. Hay muchos trabajos en uno y otro sentido, favoreciendo a unos u otros y relacionándolo a la agudeza sensorial.

El **interés, la motivación, discriminación e inteligencia** del consumidor influyen indudablemente en su respuesta a los alimentos.

Objetivos de los estudios de preferencia del Consumidor:

1. **Determinación del mercado potencial:** Antes de lanzar un producto es necesario conocer la posible reacción del público consumidor. A veces es factible determinar el **mercado potencial** para ese nuevo producto. En este caso se usa una muestra representativa de la masa consumidora, bastante grande y se les encuesta para conocer ese mercado potencial.

Si se van a **crear nuevos alimentos**, es necesario conocer el **tamaño** de la población que sería el usuario, la **distribución** de ésta y el **nivel socio-económico** y posible **poder comprador** de ella. Por ejemplo, si es un producto infantil, se debe saber el número y distribución de los niños en el país, como asimismo las preferencias alimenticias de las madres.

A pesar de todos estos factores señalados, hay siempre una cuota impredecible de riesgo al aplicar los resultados de una investigación de mercado potencial.

2. Controlar la calidad de productos existentes: Muchas veces se puede chequear la calidad de un producto frente al similar de la competencia, cuya calidad es reconocida como buena. En estos casos no debe identificarse el producto con la marca, pues el consumidor entra en sospechas si la calidad ha sido alterada o ha empeorado.

3. Determinar las características específicas que interesan al consumidor: Un producto se vende bien, cuando la calidad, precio, tamaño, empaque, promoción y disponibilidad, o la combinación de algunos o de todos estos factores satisfacen o son del agrado del consumidor.

El fabricante debe estudiar a criterio cuáles son las características de mayor importancia para el consumidor:

- ¿Cuál es el precio máximo que está dispuesto a pagar?
- ¿Cuál es la mínima calidad que está dispuesto a aceptar?
- ¿Qué importancia da a los atributos sensoriales del producto en relación al resto de características (envase, etiqueta, publicidad, etc.)?
- ¿Cuánto puede desviarse en color, textura, tamaño, uniformidad o sabor un alimento sin perder su aceptación?
- ¿Cuál es la frecuencia de cambio de marcas? ¿y por qué?
- ¿Qué alimentos se compran según un plan de compras (o lista), cuáles son seleccionados y cuáles son comprados impulsivamente?
- ¿Cómo influyen los patrones socio-económicos en la selección del alimento?

4. Medir el efecto de las campañas publicitarias y programas educacionales de alimentación: Ambos están encaminados a ahorrar dinero a los consumidores, en el sentido de comer mejor por menos dinero.

Para conocer los resultados se recurre a entrevistas orales o escritas, o a observar la conducta de los consumidores directamente en el mercado.

5. Metodología y estudio estadístico: Los tests usados deben ser sencillos, fáciles de contestar y claros en sus preguntas. A veces es aconsejable probar el test con un panel piloto, para así readecuar las preguntas y aclararlas completamente.

Información obtenida a través del estudio de consumidores.

1. Información sobre las costumbres alimenticias que ha tenido el consumidor: La información puede obtenerse encuestando al consumidor acerca de la selección y preparación de los alimentos, minutas que consumió, cantidad consumida, cantidad de desechos, exceso que se pierde, etc.

Este tipo de encuesta debe ser bien planificada y tiene como limitante la memoria del consumidor, la tendencia a generalizar, a identificar erradamente, o la tendencia del consumidor a favorecer al interrogador.

2. Costumbres actuales del consumidor: Estas deben ser observadas en el supermercado. Se debe registrar las opiniones orales o escritas y las preferencias específicas entre los alimentos que se ensayan.

Esta información está influenciada por la experiencia previa del consumidor.

La desventaja es que no hay seguridad de obtener la misma respuesta cuando se repite el test (falta consistencia en los juicios de los degustadores).

3. Estimación de las costumbres futuras: A veces es posible hacer una predicción en base a los dos puntos anteriores; pero no siempre es con éxito, ya que son muchas las variables que influyen sobre la preferencia y aceptación del consumidor.

Factores que influyen en los resultados de los tests de consumidores.

1. Población muestreada: En toda investigación de consumidores influye el método usado, la población muestreada y el tipo de preguntas planteadas.

A veces se usa un hospital, un internado, un colegio, un hogar de estudiantes, etc. como panel de consumidores. Otras veces se empadrona un grupo de familias para ese fin, o bien se obtienen los nombres de los registros telefónicos.

Siempre se ha pensado que la muestra debe ser representativa de la población, pero Caul y Sjöstrom consideran más efectivo una muestra formada por consumidores seleccionados, por ejemplo empleados de industrias de alimentos, que tienen mayor preparación y conocimiento del problema y además mayor deseo de cooperar; en esta forma los resultados obtenidos son más positivos y sus opiniones de mayor peso, ya que son más exigentes respecto de la calidad que el resto de la masa consumidora. Este se considera un grupo líder y el resto son sus seguidores.

2. Cantidad que se entrega en un test piloto: Mediante el test piloto es posible ahorrar tiempo y dinero; ya que al ensayar el cuestionario, se logra eliminar las preguntas ambiguas o erradas, se conoce a los participantes apáticos o antagónicos, y esto permite eliminarlos, o bien, se puede tomar decisiones respecto de la muestra en ensayo, modificar su envase, tamaño, método de presentación, etc.

En un test piloto se enfatiza acerca de las propiedades inherentes del producto: aroma, sabor, color, forma, textura, consistencia. Aquí no afectan los factores de comercialización, como marca, etiquetas, precio, envase, distribución o publicidad.

Un uso importante del test piloto es dar una estimación de la importancia relativa del sabor del producto en comparación con otras propiedades, como estabilidad en el almacenamiento, conveniencia, identidad de la marca.

Para determinar la primera impresión del consumidor es aconsejable entregar bastante cantidad de la muestra y hacer sólo una por vez, o sea por estímulo único. Este test permite trabajar en poco tiempo y tiene bajo costo, permitiendo evaluar la preferencia del consumidor.

Se puede practicar en supermercados, exposiciones, convenciones y otros encuentros públicos.

En otros casos es aconsejable practicar el test piloto en los hogares, mediante el uso prolongado del alimento, es más caro y largo, pero refleja más fielmente el consumo normal del producto que un test de muestra única.

3. Método de muestreo, cantidad de repeticiones, tamaño del error estadístico: A veces los métodos de muestreo son falsos y la muestra no representa el universo que interesa, entonces el error estadístico es muy grande.

Cuando la población es pequeña, se recomienda tomar toda la población como muestra. Pero a veces esto es costoso, ya que ocupa bastante tiempo y dinero, entonces se opta por trabajar con una muestra. Esta muestra se elige randomizada, o sea, al azar. Para usar estos métodos probabilísticos deben conocerse las características de la población, ésa es su limitante.

Las incógnitas a resolver son:

- Tamaño de la muestra.
- Número de repeticiones.
- Magnitud del error de muestreo.

Estas incógnitas dependerán del tipo de material que se muestrea, el grado de exactitud deseado y el costo involucrado.

Antes de determinar el tamaño de la muestra, se deben establecer los límites del error.

Al trabajar en base a hipótesis nula, hay que tener presente la presencia de dos tipos de riesgo:

- a) Concluir de los datos, que una diferencia existe, cuando efectivamente no hay diferencia. Este error es llamado comúnmente, de primera clase.
- b) Concluir que no hay diferencia, cuando de hecho la diferencia existe. Este es el llamado error de segunda clase.

El error de primera clase se reduce al seleccionar un nivel de significancia más estricto.

El error de segunda clase se minimiza usando jueces entrenados, acuciosos, o aumentando el número de observaciones antes de hacer conclusiones.

El experimentador debe fijar qué nivel de riesgo de error tolera, a un determinado nivel de significancia, y luego calcular el número de observaciones o tamaño de muestra, necesarios para caer en la zona de ese riesgo preestablecido.

Hay Tablas que indican cómo varía el número de observaciones necesarias para establecer diferencias por medio del test triangular, conocidos alfa y beta, o sea, los errores de 1a. y 2a. clase.

Kramer recomienda paneles de 40 a 80 consumidores, cuando se requiere mayor precisión se aumenta el número.

4. ¿Cuándo se debe repetir un test de consumidores? Cada vez que nos encontremos en alguna de las siguientes situaciones:

- La investigación no obtuvo resultados que condujeran a conclusiones.
- El investigador sospecha que el consumidor interpretó mal el cuestionario.
- Existe duda acerca de la forma de servir las muestras o acerca de la forma en que éstas fueron degustadas.
- Es probable que el método de muestreo no haya sido el adecuado.

A veces se hace posteriormente estudios de seguimiento (follow up test) a intervalos fijos luego del primer examen. Son útiles para establecer la persistencia de la preferencia en un período dado o medir cómo es afectada por cambios de mercado o de la economía en general.

5. Interpretación de los resultados: Los resultados son válidos para idénticas condiciones de estudio. La información que se obtiene corresponde siempre a aquellos consumidores que han cooperado devolviendo las encuestas respondidas. Nada sabemos sobre las preferencias de los que no contestaron. Cuando el número de éstos aumenta se debe encontrar una forma de hacerlos opinar.

6. Factores psicológicos: Al trabajar con consumidores influyen los mismos factores psicológicos que cuando se trabaja con panelistas. Cuando hay gran inconsistencia en los juicios se debe **modificar el cuestionario o controlar más la operatoria del método y aumentar el número de degustadores entrevistados.**

7. Cuestionarios: Deben ser **claros y precisos.** Ojalá se den las alternativas de respuesta, dejando siempre un lugar para "otros".

Se aconseja entregar pocas muestras con el fin de evitar confusiones.

A veces una escala hedónica es bastante clara para el consumidor y da buen resultado. También puede usarse una pareada-hedónica. La muestra única exige la memoria del consumidor, lo que constituye una desventaja.

Las comparaciones pareadas son las más usadas y también lo es la escala hedónica simple. Ambas dan igualmente buenos resultados.

Cuando son varias muestras, el degustador tiene tendencia a dar puntaje según la clave.

8. Hora de la degustación: Debe ser la habitual para el producto de que se trate.

Comparación entre paneles de Laboratorio y paneles de Consumidores:

Aunque los panelistas son consumidores, sus opiniones y preferencias no son representativas de la población. Han sido seleccionados cuidadosamente, altamente entrenados y son hipercríticos comparados con los consumidores en general.

Edad, sexo, nivel de ingresos e inteligencia de los consumidores se refleja sólo accidentalmente en los tests.

Las condiciones de las degustaciones (test, utensilios en clave etc.) no son las habituales para el consumidor.

Los panelistas no están influenciados por factores extraños como envase, publicidad, conocimiento de la facilidad de preparación, prestigio de la marca, precio, etc.

En general podemos afirmar que el test de consumidores está **en concordancia** con el panel **en la dirección** y **no en la magnitud de los juicios**.

Limitaciones de la práctica de paneles de consumidores:

Los tests de consumidores son **caros**, ocupan **mucho tiempo**, y están sujetos a muchas **variables incontroladas**.

A veces un mismo grupo de consumidores reacciona en forma diferente a encuestas según las manejan profesionales de la Universidad, de la Firma productora o una Firma publicitaria.

Señalaremos algunas fallas que se han encontrado en este tipo de trabajo:

- Inhabilidad del consumidor para recordar, generalizar o identificar una característica.
- Inhabilidad del consumidor para describir gusto, disgusto o actitudes.
- Inhabilidad para sopesar las diferentes alternativas de respuesta.
- Ignorancia acerca de cómo son influenciadas las costumbres.
- Deseo de dar en el gusto al interrogador.

Todas estas características pueden ser disminuidas si el cuestionario se planifica cuidadosamente. Pero a pesar de todo, la mayoría de estas investigaciones no revelan los factores conscientes o inconscientes que determinan que el consumidor compre o no un producto.

CAPITULO V. APLICACIONES DE LA EVALUACION SENSORIAL REALIZADAS POR LA AUTORA

Considerando que la dificultad mayor que debe vencer quien se inicia en Evaluación Sensorial, es elegir el diseño apropiado para el problema que deba solucionar, he considerado de interés poner a su disposición una buena parte de mi experiencia en el tema.

En este Capítulo se plantea un total de 24 problemas diferentes y la solución encontrada en su oportunidad, señalando el diseño experimental usado, los tests practicados y la pauta para la evaluación estadística de los resultados.

Quienes deseen conocer en detalle estos casos pueden remitirse al trabajo original, citado en la Bibliografía.

Estudio de selección de aromatizantes para jugo de manzanas.

Diseño del experimento: Cuando se ha elaborado un jugo natural y éste no reúne las características aromáticas del jugo fresco, se procede a adicionar un reforzador de aroma. Además es importante ajustar el gusto ácido del jugo, de acuerdo a los hábitos alimentarios de los usuarios.

El diseño contempló dos etapas:

- Seleccionar por ranking de preferencias, cuál de los aromatizantes era el más apropiado para este jugo.
- Selección de la concentración y ácido adicionado, por ranking de preferencias.

Evaluación de los resultados: Los juicios totales correspondientes a 20 degustaciones se analizaron por varianza y por el test no paramétrico de Kramer, con el fin de establecer qué ácido y en qué concentración era recomendable adicionar para lograr un gusto ácido natural. Además se seleccionó la naturaleza y concentración del reforzador de aromas que producía una ostensible mejora en la calidad del jugo elaborado.

Estudio de preferencias por dos fórmulas alternativas de recubrimiento de cereales dilatados.

Diseño del experimento: Por tratarse de un producto dedicado al consumidor infantil, se trabajó con una población entre 8 y 15 años tomada de los estratos socio-económicos medio-alto y medio-bajo, y otro sobre 16 años, de ambos estratos.

La metodología usada correspondió al test de comparación pareada preferencia, en dos set, practicado sobre 153 alumnos. Este diseño permitió estimar además la consistencia de los juicios.

Evaluación de los resultados: Se contabilizan los totales de preferencias emitidas por cada formulación. Se comparan con los valores de mínimos de preferencias requeridas a los diferentes niveles de significación, establecidos por cálculos estadísticos en base a chi-cuadrado.

Estudio de correlación entre el método espectrométrico y la evaluación sensorial del sabor amargo de cervezas.

Diseño del experimento: Cuando se describe un método químico, físico u otro instrumental, que en alguna medida está proporcionando información sobre una característica organoléptica del producto, se hace necesario establecer el grado de exactitud que esta determinación guarda con la evaluación sensorial de la misma característica. Para este efecto se realiza una serie de determinaciones en que paralelamente se mide la característica por ambos métodos y luego se hace el estudio de correlación de los datos obtenidos.

En este trabajo se aplicó el método espectrofotométrico descrito por la AOAC, basado en medir la absorción de los componentes amargos del lúpulo a 275 mm. Posteriormente se calcularon los grados BU en base a esta lectura.

Para la evaluación sensorial se valoró amargo según la escala numérica de amplitud 5 siguiente:

- 1 amargo apenas perceptible
- 2 amargo débil
- 3 amargo moderado
- 4 muy amargo
- 5 extremadamente amargo

Evaluación de los resultados: Los resultados de la evaluación sensorial se expresaron en $\%$ de amargo, con el fin de expresar los promedios del panel en una escala de amplitud constante.

Para el cálculo se asignó un valor de 0% a la cerveza evaluada como "menos amarga" por cada panelista y un valor de 100% a la "más amarga"; en esta forma, a las cervezas con calificaciones intermedias le fueron asignados porcentajes entre 0 y 100% en forma proporcional a la calificación obtenida en la escala original de 5 puntos.

Se estudió la correlación de los datos obtenidos estimando el coeficiente de correlación "r", comparándolo con el respectivo valor tabulado, con el fin de determinar el nivel de significación alcanzado.

Al realizar un ordenamiento por juez de todas las marcas de cerveza ensayadas, en sentido creciente de amargor, este ordenamiento es coincidente con los valores de grados BU determinados, a excepción de una cerveza oscura en que no se manifiesta esta relación.

Nota: Este trabajo constituye una parte de la tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico de los Srs. Sergio González y Juan Carlos Vercellino, en 1979.

Estudio del deterioro de color, sabor y gusto ácido de rosa mosqueta por efecto de la deshidratación a temperaturas diferentes.

Diseño del experimento: Una excelente herramienta para seleccionar condiciones de proceso es la evaluación sensorial de los productos que se van elaborando. Cuando se trata de medir el efecto de la temperatura de deshidratación sobre un producto vegetal, se deben seleccionar cuidadosamente los parámetros que puedan sufrir mayor deterioro y enfocar la evaluación sensorial hacia el análisis de esos parámetros. En el caso de la rosa mosqueta, se controló color, sabor y gusto ácido, con el fin de correlacionarlo con posibles pérdidas de vitamina C. Para efectos de comparación se dispuso de un estándar, consistente en mosqueta liofilizada Trat. (1) = St. Las temperaturas ensayadas fueron: 50°, 60°, 70°, 80° y 100°C. Trat. (2) al (6) respectivamente.

Cada tratamiento se preparó hidratando el polvo en agua fría en proporción 1:6, durante 12 horas. Luego se tamizó por tamiz 60 ASTM. Este producto tiene 10,5° Brix. La pulpa hidratada se mezcló con igual volumen de solución de gelatina al 8°/o y 20°/o de sacarosa. Esta mezcla se dispuso en flaneras individuales para ser entregadas a los jueces para su degustación, habiendo estado 30 minutos en el refrigerador para obtener la gelificación.

Las degustaciones se realizaron con 4 jueces entrenados que evaluaron los seis tratamientos descritos. El orden y combinación de las degustaciones se realizó según diseño de block incompleto equilibrado tipo I, que tiene las siguientes características:

$$t = 6 \quad k = 2 \quad r = 5 \quad b = 15 \quad \lambda = 1 \quad E = 0,60$$

Block	Repet. I	Block	Repet. II	Block	Repet. III	Block	Repet. IV	Block	Repet. V
(1)	1 - 2	(4)	1 - 3	(7)	1 - 4	(10)	1 - 5	(13)	1 - 6
(2)	3 - 4	(5)	2 - 5	(8)	2 - 6	(11)	2 - 4	(14)	2 - 3
(3)	5 - 6	(6)	4 - 6	(9)	3 - 5	(12)	3 - 6	(15)	4 - 5

Cada día se entregó un block, así la experiencia completa constó de 15 sesiones.

Los jueces usaron un test de valoración descriptivo que fue diseñado especialmente para el producto. La escala usada es la siguiente:

COLOR:

- 1 malo (extraño, alterado, defectuoso, sin armonía).
- 2 insuficiente, deficiente (poco armónico, con defectos, no recuerda a la fruta, débil).
- 3 suficiente (apenas recuerda a la fruta, débilmente armónico, pocos defectos, de tonalidad pura y débil).
- 4 bueno (armónico, recuerda a la fruta, tonalidad pura acentuada).
- 5 excelente (muy armónico, igual a la fruta, tonalidad pura muy acentuada).

SABOR:

- 1 malo (extraño, alterado, no recuerda a la fruta).
- 2 deficiente (demasiado dulce o demasiado ácido, poco armónico, no es frutal, diluido, con defectos).
- 3 suficiente (débilmente frutal, poco armónico, algunos defectos, débilmente aromático).
- 4 bueno (aromático, frutal, armónico, puro).
- 5 excelente (muy aromático, muy puro, armónico, intenso sabor frutal).

ACIDEZ:

- 1 ácido apenas perceptible.
- 2 débilmente ácido.

- 3 moderadamente ácido.
- 4 muy ácido.
- 5 extremadamente ácido.

Los juicios de todos los bloques fueron ordenados por tratamiento, y se calcularon los promedios. Luego se realizó una ordenación de promedios por repetición, para procesar estos datos según el diseño usado (como ejemplo se procesarán los datos para sabor).

— Ordenamiento por repetición:

Repetición I

$$\begin{aligned} \text{Block 1: } 3^1 + 3^2 &= 6,0 \\ 2: 3^3 + 3,25^4 &= 6,25 \\ 3: 2,75^5 + 1^6 &= \underline{3,75} \\ \Sigma I &= 16,00 \end{aligned}$$

Repetición II

$$\begin{aligned} \text{Block 4: } 3^1 + 3^3 &= 6,0 \\ 5: 3,5^2 + 3^5 &= 6,5 \\ 6: 3^4 + 1,25^6 &= \underline{4,25} \\ \Sigma II &= 16,75 \end{aligned}$$

Repetición III

$$\begin{aligned} \text{Block 7: } 2,5^1 + 2,5^4 &= 5,0 \\ 8: 3,5^2 + 1,5^6 &= 5,0 \\ 9: 3,25^3 + 3,25^5 &= \underline{6,5} \\ \Sigma III &= 16,5 \end{aligned}$$

Repetición IV

$$\begin{aligned} \text{Block 10: } 2,75^1 + 3,0^5 &= 5,75 \\ 11: 3,25^2 + 3,0^4 &= 6,25 \\ 12: 2,75^3 + 1,5^6 &= \underline{4,25} \\ \Sigma IV &= 16,25 \end{aligned}$$

Repetición V

$$\begin{aligned} \text{Block 13: } 2,25^1 + 2,75^6 &= 5,0 \\ 14: 3^2 + 3^3 &= 6,0 \\ 15: 3^4 + 3,25^5 &= \underline{6,25} \\ \Sigma V &= 17,25 \end{aligned}$$

— Ordenación por tratamientos:

Trat (1)	Trat (2)	Trat (3)	Trat (4)	Trat (5)	Trat (6)	
3,0	3,0	3,0	3,25	2,75	1,0	
3,0	3,5	3,0	3,0	3,0	1,25	
2,5	3,5	3,25	2,5	3,25	1,5	
2,75	3,25	2,75	3,0	3,0	1,5	
<u>2,25</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	<u>3,25</u>	<u>2,75</u>	
13,50	16,25	15,00	14,75	15,25	8,00	$\Sigma T = 82,75 = G$

— Cálculo de B_t (total de blocks en que aparece cada tratamiento):

$$\begin{aligned} B_{t1} &= 6,0 + 6,0 + 5,0 + 5,75 + 5,0 = 27,75 \\ B_{t2} &= 6,0 + 6,5 + 5,0 + 6,25 + 6,0 = 29,75 \\ B_{t3} &= 6,25 + 6,0 + 6,5 + 4,25 + 6,0 = 29,00 \\ B_{t4} &= 6,25 + 4,25 + 5,0 + 6,25 + 6,25 = 28,00 \\ B_{t5} &= 3,75 + 6,5 + 6,5 + 5,75 + 6,25 = 28,75 \\ B_{t6} &= 3,75 + 4,25 + 5,0 + 4,25 + 5,0 = \underline{22,25} \\ &165,50 (= 2G) \end{aligned}$$

- Cálculo de Q: $Q_n = kT_n - B_{tn}$

$$Q_1 = 2 \times 13,50 - 29,75 = -0,75$$

$$Q_2 = 2 \times 16,25 - 29,75 = 2,75$$

$$Q_3 = 2 \times 15,00 - 29,00 = 1,00$$

$$Q_4 = 2 \times 14,75 - 28,00 = 1,50$$

$$Q_5 = 2 \times 15,25 - 28,75 = 1,75$$

$$Q_6 = 2 \times 8,00 - 22,25 = -6,25$$

$$Q_t = 0,00$$

- Cálculo de W: $W = (t \cdot k) T - (t \cdot 1)B_t + (k \cdot 1)G$

$$W = (6 \cdot 2) T - (6 \cdot 1)B_t + (2 \cdot 1)G$$

$$W = 4T - 5B_t + G$$

$$W_1 = 4 \times 13,50 - 5 \times 27,75 + 82,75 = -2$$

$$W_2 = 4 \times 16,25 - 5 \times 29,75 + 82,75 = -1$$

$$W_3 = 4 \times 15,00 - 5 \times 29,00 + 82,75 = -2,25$$

$$W_4 = 4 \times 14,75 - 5 \times 28,00 + 82,75 = +1,75$$

$$W_5 = 4 \times 15,25 - 5 \times 28,75 + 82,75 = 0,0$$

$$W_6 = 4 \times 8,00 - 5 \times 22,25 + 82,75 = +3,5$$

$$W_t = (5,25) + (-5,25)$$

Para el análisis de varianza calcular:

- Factor o Término de Corrección: $CT = \frac{(\sum x)^2}{N} = \frac{G^2}{t \times r}$

$$CT = \frac{6847,56}{30} = 228,5$$

- Suma de cuadrados para repeticiones: $SCR = \frac{\sum rep^2}{trat/rep} - CT$

$$SCR = \frac{16^2 + 16,75^2 + 16,5^2 + 16,25^2 + 17,25^2}{6} - 228,25$$

$$SCR = 0,155$$

- Suma de cuadrados para tratamientos no ajustados: $SCT = \frac{\sum trat^2}{nro. rep.} - CT$

$$SCT = \frac{13,5^2 + 16,25^2 + 15^2 + 14,75^2 + 15,25^2 + 8^2}{5} - 228,25$$

$$SCT = 8,83$$

- Suma de cuadrados para blocks ajustados al efecto de las repeticiones: Se calcula por método indirecto:

$$\Sigma (\text{block dentro rep})^2 = \Sigma (\text{block no aj. dentro rep})^2 + \Sigma \text{trat aj}^2 - \Sigma \text{trat no aj}^2$$

a) Cálculo de $\Sigma (\text{block no aj dentro rep})^2 = \left[\frac{(\Sigma b)^2}{k} - CT \right] - SCR$

$$= \left[\frac{6^2 + 6,25^2 + 3,75^2 + 6^2 + 6,5^2 + 4,25^2 + 5^2 + 5^2 + 6,5^2 + 5,75^2 + 6,25^2 + 4,25^2 + 5^2 + 6^2 + 6,25^2}{2} - 228,25 \right] - 0,155 = 5,555$$

- b) Cálculo de la suma de cuadrados para tratamientos ajustados:

$$SCT \text{ ajust.} = \frac{(t-1)\Sigma Q^2}{k \times t \times r (k-1)}$$

$$= \frac{(6-1)\Sigma Q^2}{2 \times 6 \times 5 (2-1)} = \frac{5}{60} \Sigma Q^2 = \frac{\Sigma Q^2}{12}$$

$$SCT \text{ aj.} = \frac{1}{12} (0,75^2 + 2,75^2 + 1^2 + 1,50^2 + 1,75^2 + 6,25^2) = 4,45$$

Por lo tanto, la Σblock^2 aj. al efecto de las repeticiones vale:

$$5,55 + 4,45 - 8,83 = 1,18$$

- Suma de los cuadrados totales: $SCT_{\text{Tot.}} = \Sigma x^2 - CT$

$$= (3^2 + 3^2 + 3^2 + 3,25^2 + 2,75^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 3,5^2 + 3^2 + 3^2 + 1,25^2 + 2,5^2 + 2,5^2 + 3,5^2 + 1,5^2 + 3,25^2 + 3,25^2 + 2,75^2 + 3^2 + 3,25^2 + 3^2 + 2,75^2 + 2,25^2 + 2,75^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3,25^2) - 228,25 = 11,91$$

Análisis de varianza:

Causas de variación	g de l	Suma de cuadrados	Varianza
Repeticiones	4	0,165	0,04
Tratamientos no aj.	5	8,83	1,76
Blocks dentro rep aj.	10	1,18	0,12 Eb
Error experimental	10	1,74	0,17 Ee
Total (t x r - 1)	29	11,91	

- Cálculo del factor de corrección "u": Este factor unido al factor "W" sirve para ajustar los valores de los tratamientos.

$$\text{Factor } u = \frac{r (E_b - E_c)}{r \times t (k - 1) E_b + k (b - r - t + 1) E_c}$$

$$u = \frac{5 (0,12 - 0,17)}{(5 \times 6 \times 1 \times 0,12) + 2 (15 - 5 - 6 + 1) 0,17}$$

$$u = - 0,04$$

- Cálculo de los valores de los tratamientos ajustados con los factores uW:

$$T_{aj_n} = T_n + uW_n$$

$$T_1 = 13,50 + (-0,04) (-2) = 13,58$$

$$T_2 = 16,25 + (-0,04) (-1) = 16,29$$

$$T_3 = 15,00 + (-0,04) (-2,25) = 15,09$$

$$T_4 = 14,75 + (-0,04) (1,75) = 14,68$$

$$T_5 = 15,25 + (-0,04) 0 = 15,25$$

$$T_6 = 8,00 + (-0,04) (3,5) = \underline{7,86}$$

$$\Sigma = 82,75 = G$$

- Cálculo del valor efectivo de la varianza del error experimental:

$$Ee' = Ee [1 + (t - k) u]$$

$$= 0,17 [1 + (6 - 2) (-0,04)]$$

$$Ee' = 0,14$$

- Cálculo del valor de F:

$$F \text{ calc.} = \frac{\text{varianza trat. aj.}}{\text{varianza del error}}$$

$$= \frac{1,84}{0,14}$$

$$F \text{ calc.} = 13,14$$

$$\text{Valores de F tabulado: } F_{10}^5 \text{ al } 5\% = 3,33$$

$$F_{10}^5 \text{ al } 1\% = 5,64$$

Como F calc. es mayor que F tabul., se concluye que el resultado es altamente significativo (1%).

Se concluye que la temperatura de deshidratación afecta significativamente el sabor de la mosqueta. (p = 0,99).

Para establecer cuáles son los tratamientos que difieren se continúa con el test de rango múltiple de Duncan.

— Valores de Q_p para 10 g de l. del error (Anexo, Tabla G-1)

Menor rango significativo al 50/o					
	p = 2	p = 3	p = 4	p = 5	p = 6
Q_p	3,15	3,30	3,37	3,43	3,46
R_p	0,59	0,62	0,63	0,64	0,65

Los valores R_p se obtienen de $Q_p \times$ error estándar.

$$\begin{aligned} \text{error estándar} = s_x &= \sqrt{\frac{\text{varianza error}}{n \text{ jueces}}} \\ &= \sqrt{\frac{0,14}{4}} = 0,187 \end{aligned}$$

Y las comparaciones con los tratamientos ajustados son:

	(6)	(1)	(4)	(3)	(5)	(2)
\bar{x} T aj.	1,57	2,71	2,93	3,01	3,05	3,25

(2) - (5) = 0,20 < 0,59	(5) - (3) = 0,04 < 0,59
(2) - (3) = 0,24 < 0,62	(5) - (4) = 0,12 < 0,62
(2) - (4) = 0,32 < 0,63	(5) - (1) = 0,34 < 0,63
(2) - (1) = 0,54 < 0,64	(5) - (6) = 1,48 > 0,64
(2) - (6) = 1,68 > 0,65	
(3) - (4) = 0,08 < 0,59	(4) - (1) = 0,22 < 0,59
(3) - (1) = 0,30 < 0,62	(4) - (6) = 1,36 > 0,62
(3) - (6) = 1,44 > 0,63	(1) - (6) = 1,44 > 0,59

Estos resultados se representan así:

(6)	(1)	(4)	(3)	(5)	(2)

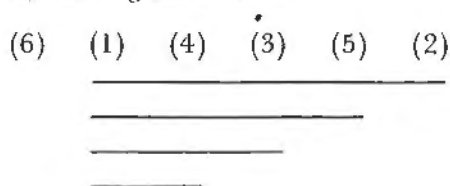
Menor rango significativo al 10/o

	p = 2	p = 3	p = 4	p = 5	p = 6
Q_p	4,48	4,73	4,88	4,96	5,06
R_p	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92

Y las comparaciones con los tratamientos ajustados son:

\bar{x} T aj.	(6)	(1)	(4)	(3)	(5)	(2)	
	1,57	2,71	2,93	3,01	3,05	3,25	
(2) - (5) =	0,20 < 0,84		(5) - (3) =		0,04 < 0,84		
(2) - (3) =	0,24 < 0,87		(5) - (4) =		0,12 < 0,87		
(2) - (4) =	0,32 < 0,90		(5) - (1) =		0,34 < 0,90		
(2) - (1) =	0,54 < 0,91		(5) - (6) =		1,48 > 0,91		
(2) - (6) =	1,68 > 0,92						
				(4) - (1) =		0,22 < 0,84	
				(4) - (6) =		1,36 > 0,87	
				(1) - (6) =		1,14 > 0,90	

Y la representación gráfica será:



Conclusión: La temperatura de deshidratación afecta muy significativamente el sabor, especialmente sobre el tratamiento (6), haciéndolo significativamente diferente de los otros, por lo que no se recomienda hacer la deshidratación a 100°C. Las temperaturas que producen menor deterioro del sabor, son las de T₃ y T₄ (60 y 70°C, respectivamente).

Nota: Este trabajo se presentó in extenso, formando parte del trabajo titulado "Deshidratación de Rosa Mosqueta, estudio del comportamiento higroscópico y calidad del producto deshidratado", a las 2das. Jornadas Científicas de la Facultad de Ciencias Químicas, en Marzo de 1979.

Evaluación sensorial de productos elaborados en diferente fecha.

Diseño del experimento: Este estudio fue realizado en la etapa de desarrollo de Fortesán. Se planteó el problema de decidir si dos muestras del producto, elaboradas en diferente fecha, tenían caracteres sensoriales que las hicieran diferentes entre sí.

Para establecer si las muestras son diferentes en sabor, se usó el test triangular para diferencia. Se trabajó con un panel entrenado de 10 jueces, que degustaron con iluminación especial, con el fin de enmascarar la apariencia del producto, claramente diferentes en color y consistencia.

Evaluación de los resultados: Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente por el método de chi-cuadrado, y éste se comparó con los valores teóricos tabulados a diferentes niveles de significación.

Estudio de parámetros de calidad, especialmente textura, en guisos enlatados a base de arroz.

Diseño del experimento: Con el fin de medir la calidad de los guisos enlatados, se realizó un test de puntaje compuesto, en el que se midieron las siguientes características: aroma, sabor, textura y apariencia. Con el fin de analizar más objetivamente la textura, se realizó paralelamente un test de perfil de textura, según la pauta adjunta:

1. Fase inicial: Percepción a la primera mordida.

a) Dureza:

- muy duro
- ligeramente duro
- firme (ni blando, ni duro)
- muy blando

b) Cohesividad: Grado de integración de los granos de arroz.

- los granos no se separan y han perdido su forma
- los granos son difíciles de separar y sólo algunos conservan su forma
- los granos son difícilmente separables, conservan su forma, son duros
- los granos son fácilmente separables, conservan su forma y son firmes (ni blandos, ni duros).

c) Adhesividad:

- no existe adhesividad, los granos persisten duros (al tacto o dientes)
- los granos se adhieren fácilmente a los dientes o a los dedos al palpar
- los granos presentan marcada adhesividad, demasiado blandos (mazamorra)
- adhesividad normal, el alimento tiene la consistencia descada.

2. Fase masticatoria: Sensaciones percibidas durante la masticación.

a) Masticabilidad:

- el alimento se disgrega fácilmente
- el alimento es poco disgregable al masticar
- el alimento no presenta dificultad a la disgregación.

b) Adhesividad: Medida por acción del alimento sobre la cavidad bucal.

- los constituyentes del alimento no presentan adhesividad
- los constituyentes del alimento presentan marcada adhesividad (mazamorra)
- los constituyentes del alimento tienen adherencia normal y la consistencia deseada.

3. Fase residual: Sensaciones que permanecen una vez degustado el alimento.

a) Humedad:

- seco
- húmedo
- demasiado húmedo

Evaluación de los resultados: Los juicios del test de puntaje compuesto se analizaron por promedios para cada parámetro y calidad total, considerándose un límite de comestibilidad en 500/o.

Los juicios del test de perfil de textura se analizaron por ponderación de cada componente, según la importancia del componente, según la fórmula:

$$\text{puntaje} = \frac{F \times J}{J T}$$

en que F = factor

J = número de jueces que entregó igual respuesta.

JT = número total de juicios.

de tal forma que cada parámetro tiene como máximo 100, siendo el límite de comestibilidad 50%.

Nota: Este estudio forma parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos del Sr. Marcial Morales T., 1979.

Estudio de valoración de calidad de guisos a base de spaghetti enlatados.

Diseño del experimento: Cuando se quieren investigar aspectos cualitativos de los alimentos, una vez que todos los parámetros tecnológicos se han optimizado y el producto ha sido elaborado, es conveniente conocer los parámetros de calidad que lo acompañan y caracterizan.

En este estudio se evaluó sensorialmente con un panel entrenado, la calidad de las raciones enlatadas que tenían por base spaghetti. El test usado fue el de puntaje compuesto, para sabor, textura, apariencia y aroma. La suma de estos parámetros constituye la calidad total.

Considerando que la textura es el parámetro más crítico en este tipo de alimentos, se planteó un test analítico que proporcionara toda la información requerida. El test elegido fue el de perfil de textura, en el que se evalúan las características mecánicas, geométricas y las relacionadas con el contenido de grasa y humedad, en el orden e intensidad que aparecen, considerando una fase inicial, una fase masticatoria y una fase residual.

Evaluación de los resultados: La calidad total y los parámetros de calidad se evaluaron por promedios y expresaron porcentualmente, en base a calidad máxima u óptima de 100%.

Los juicios del perfil de textura se ponderaron por factores especificados para cada componente, según la fórmula:

$$\text{puntaje} = \frac{\Sigma F \times J}{J T}$$

en que F = factor

J = número de jueces que entregó igual respuesta.

JT = número total de juicios.

Cada parámetro tiene como máximo 100. El límite de aceptabilidad o comestibilidad se fijó en 50.

Nota: Este estudio forma parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos del Sr. Jaime Moya D., 1979.

Estudio de la selección de inhibidores de pardeamiento enzimático en palta industrializada.

Diseño del experimento: Cuando se desea elaborar un producto a base de palta, un problema que debe resolverse es el pardeamiento enzimático que experimenta el producto. El uso de inhibidores debe establecerse en base a dos criterios: que sea realmente efectivo, en la concentración que no produzca deterioro de los caracteres organolépticos.

Para este fin se estudió la menor concentración detectable y la mayor concentración no detectable, de cada inhibidor usado (ácido ascórbico en 4 concentraciones diferentes, cisteína en 3 concentraciones y bisulfito de sodio en 3 concentraciones diferentes), por medio del test triangular.

Posteriormente se elaboraron pastas de palta con los inhibidores en las concentraciones seleccionadas, y envasaron en dos tipos de envase: plástico de polifán sellado al vacío y vidrio cerrado al vacío. Cada grupo de tratamientos (en plástico y en vidrio), se almacenó a 2°C. Se realizaron controles los días 5, 20 y 35. Los controles de la calidad sensorial se realizaron según diseño de block incompleto equilibrado tipo V, por test de puntaje compuesto, en que se evaluó sabor, olor, color y aspecto.

Evaluación de los resultados: Para establecer las concentraciones de los inhibidores se evaluaron los juicios del test triangular por computación de respuestas correctas y estos valores se compararon con los proporcionados por Tablas para establecer nivel de significación de las diferencias detectadas.

Los juicios de valoración de calidad se evaluaron por parámetro, para cada tiempo, por análisis de varianza y test de Tukey.

Nota: He querido incluir este estudio en el Apéndice por considerarlo un ejemplo interesante. Deseo dejar constancia que este trabajo no me pertenece; fue realizado por la Dra. Q.F. Diplomada en Tecnología de Alimentos, Valentina Parraguire. El trabajo in extenso fue publicado en A.T.A. 12:3 (1972).

Estudio del efecto de aditivos que evitan el drip en pescado almacenado a 2°C y congelado, sobre la calidad organoléptica.

Diseño del experimento: Un serio problema que presenta la merluza durante el almacenamiento es la exudación de líquido, fenómeno conocido como drip, que una vez producido, altera rápidamente al pescado y empobrece su presentación. Una solución, ensayada en este trabajo, es el tratamiento con diferentes aditivos, tales como hexametafosfato, sal, tripolifosfato, solos o mezclados entre sí.

Para medir las variaciones de la calidad durante el almacenamiento, se usó el test de puntaje compuesto sobre los siguientes parámetros de calidad: olor, color y textura en filetes crudos y, sabor, olor y textura en filetes cocidos. La ponderación de los puntajes asignados a estos parámetros se realizó según la relevancia de ellos en la calidad. La sumatoria de estos puntajes ponderados constituye la calidad total.

Evaluación de los resultados: Los juicios del panel para cada experiencia se analizaron por varianza y test de Duncan, para cada parámetro y calidad total, en cada uno de los tiempos de almacenamiento controlados.

Nota: Este estudio forma parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos de la Srta. Ema Arrieta L., 1980.

Estudio de selección de variedades de arvejas para ser sometidas a congelación.

Diseño del experimento: Se ensayan 15 variedades de arvejas provenientes de la localidad de Rengo, con el fin de seleccionar aquellas más aptas para ser congeladas industrialmente. Una vez procesadas, fueron almacenadas a -18°C por 9 meses. Cumplida esta etapa fue necesario comprobar si las arvejas procesadas reunían las características de calidad que las hicieran en algún grado aceptables por los consumidores.

Para este fin, se planteó un test de puntaje compuesto, con el fin de evaluar los siguientes parámetros:

- sabor
 - bueno 5
 - aceptable 4
 - malo 0
- olor
 - característico 2
 - sin olor 1
 - desagradable 0
- textura
 - normal 3
 - blanda 2
 - dura 1
- calidad total: máxima 10 (que resulta de la suma de los parámetros).

Con este test fue posible evaluar la calidad de todas las variedades en estudio. Posteriormente se continuó con un test de ranking de preferencia, con el fin de establecer, dentro de las 5 variedades mejor calificadas, cuáles eran las preferidas.

Evaluación de los resultados: Los juicios del panel para el test de puntaje compuesto, se evaluaron por análisis de varianza y test de comparaciones múltiples de Duncan.

Los juicios del test de preferencia se evaluaron por análisis de varianza y el test no paramétrico de Kramer.

Nota: Este estudio forma parte de la tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico de la Sra. Rosa María Roth V., 1975.

Estudio del efecto de la irradiación sobre pimentón en polvo.

Diseño del experimento: Una solución alternativa para preservar alimentos es el uso de radiaciones. Cuando un alimento se irradia, pueden aparecer en él modificaciones del sabor, no deseables. Será necesario estimar mediante un test apropiado si estas modificaciones se han producido y comprobar que el producto sigue teniendo las propiedades organolépticas que lo hacen agradable.

En el caso específico que se estudia, interesaba estimar que luego de la irradiación, el producto conservaba sus propiedades picantes y que además el sabor no resultaba perjudicado.

Para medir el efecto picante, se usó el test de Scoville, que consiste en hacer diluciones crecientes del producto en solución de sacarosa o glucosa, y detectar por degustación la mayor dilución en que se percibe sensación picante. El índice de Scoville representa el recíproco de la concentración de pimentón en polvo de esa dilución.

Para evaluar si el producto sufrió deterioro del sabor, luego de irradiado, se realizó un test de diferencia, usándose el test triangular en tres set. Los pares estuvieron constituidos por el tratamiento irradiado y su respectivo control sin irradiar. El test se modificó en el sentido de complementar la información describiendo si se detectaban sabores u olores extraños.

El vehículo más apropiado resultó ser margarina con 80/o de pimentón incorporado. Esta mezcla se esparció sobre rebanadas de pan; como medio de neutralización se usó del mismo pan sin untar.

Evaluación de los resultados: Se consideró el valor del índice de Scoville cuando por lo menos un 660/o de los jueces detectó sabor picante en la misma dilución.

Para decidir cuál muestra es la más picante, al comparar las muestras irradiadas versus no irradiadas, se usaron los siguientes criterios de decisión:

- A igual índice de Scoville, se señaló como más picante a la muestra que tiene la mayoría de juicios favorables.
- A diferente índice de Scoville, se señaló como más picante a la muestra que tiene un índice de Scoville más alto, o sea, los jueces detectan sabor picante en una dilución mayor.

Para evaluar los juicios del test de diferencia se usó el chi-cuadrado, comparándose el valor obtenido con los valores tabulados, para establecer el grado de significación de las diferencias detectadas.

Para evaluar presencia de sabores y/u olores extraños, se recurrió a un gráfico de frecuencias.

Nota: Este trabajo forma parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos de los Sres. Carlos Mandiola y Luis Valdés, 1979.

Estudio del efecto de sistemas de envases en Trucha Arco Iris almacenada a 0° y a -20°C.

Diseño del experimento: Una buena solución al deterioro que experimentan los pescados luego de ser capturados es el almacenamiento a baja temperatura, hasta llegar a manos del consumidor. Para obtener mejores resultados será necesario optimizar las condiciones del proceso y del envase.

En este trabajo se estudió el efecto de seis sistemas de envase para almacenamiento a 0° y -20°C, con el fin de determinar aquel sistema que ofreciera mayor protección al producto, evitando la descomposición rápida y el deterioro de los caracteres organolépticos. Las variables de los sistemas ensayados incluyen tipo de plástico, glaseado y aplicación de vacío. El producto se controló al cabo de diferentes tiempos de almacenamiento, tanto por controles químicos de frescura, microbiológicos para ver contaminación, como evaluación sensorial para estimar el deterioro de la calidad.

El diseño de los controles sensoriales del producto refrigerado contempló evaluación de calidad total por test de escala numérica a los 2-4-6-8-11-13-15-18-20 y 22 días de almacenamiento. Para el producto congelado se evaluó calidad por test de puntaje compuesto, para sabor, olor, color, textura y calidad total, tanto en pescado crudo como cocido, cada 30 días, hasta un total de 150 días de almacenamiento.

Evaluación de los resultados: Los resultados provenientes de todos los jueces, en ambos tests, se evaluaron por varianza para cada tiempo de almacenamiento. En los casos en

que el valor F fue significativo, se continuó analizando por el test de rango múltiple de Duncan.

Nota: Este estudio constituye parte de la tesis para optar al título de Técnico Universitario en Industria de Alimentos, mención Pecuaria, de Patricia Baeza T., Univ. Técnica del Estado, 1980. Fue presentado in extenso a una reunión de trabajo de SOCHITAL, en 1980, y entregado un extracto para ser publicado en la revista Alimentos.

Estudio del efecto del calor sobre el sabor de productos fritos en profundidad en mezclas de aceite de raps con materias grasas hidrogenadas comestibles.

Diseño del experimento: El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento de mezclas de aceites (raps y grasas hidrogenadas vegetales y raps y grasas hidrogenadas de origen marino animal). En el aspecto organoléptico, se midió el comportamiento como vehículo de fritura para hojuelas de papas, en calentamientos sucesivos. Se tomaron muestras de hojuelas en los siguientes tiempos: 0-16-32-48 (con reposición de mezcla freidora) 63 y 84 horas.

Estas muestras fueron entregadas al panel para que fueran evaluadas por ranking de aceptabilidad, para cada mezcla. Posteriormente, se realizó un nuevo ranking, esta vez tomando dos productos comerciales, las dos seleccionadas en los dos rankings anteriores y las seleccionadas en ranking para hojuelas procesadas en mezclas de aceite de soya y grasas hidrogenadas vegetales y animales.

Evaluación de los resultados: Los juicios del panel fueron procesados por análisis de varianza para estimar el valor F, y por el test de Duncan para determinar cuáles son los tratamientos que difieren entre sí.

Nota: Este estudio forma parte de la tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico de Alejandra Arias, 1975.

Estudio de calidad sensorial de cecinas y su normalización.

Diseño del experimento: Cuando un alimento llega a constituir un hábito en la alimentación de un grupo importante de la población, se va haciendo necesario establecer normas que definan los diferentes grados de calidad para esos productos, y en esta forma informar al consumidor de lo que está realmente adquiriendo. Con el fin de conocer lo que en productos de cecinería se está consumiendo, se realizó un muestreo sobre 20 industrias para mortadela lisa, paté de hígado y vienasas. El esquema de trabajo es común para las tres variedades y se refiere a la evaluación de la calidad usando el test de puntaje compuesto, para los parámetros de aroma, color, sabor y textura. Paralelamente se evalúan defectos, usando una escala descriptiva desarrollada por los autores. Así por ejemplo para vienasas la pauta es la siguiente:

	Descuentos
a) De la tripa o manga envolvente	
– tripa arrugada	0.7
– tripa desprendida (sólo tripa natural)	0.7
– tripa rota en los extremos (tripa natural)	0.3
– explosión de masa por ruptura de la tripa	0.8

b) De la coloración	
– coloración no uniforme (evolución gradual)	0.4
– decoloración	0.4
– materias extrañas de la superficie	0.5
c) De la uniformidad	
– muestra desuniforme en peso y tamaño	0.5
d) Del aspecto externo	
– salchichas reventadas o partidas	1.0
– rezumado de grasa	1.5
– materias extrañas en la superficie	0.5
e) Cuerpos extraños	
– tendones, cartílagos, aponurosis	1.0
f) Defectos internos	
– no homogeneidad de la masa	0.5
– presencia de burbujas	0.5
– desuniformidad de la coloración	0.5

Evaluación de los resultados: La calidad sensorial final se calculó en base a la calidad total, obtenida de la suma de los puntajes promedios para los diferentes parámetros evaluados, menos la suma de descuentos por concepto de defectos externos e internos.

Por ejemplo, la ponderación de los defectos internos se realizó de la siguiente forma: A cada uno de los defectos se le adjudicó un puntaje de 0.5 puntos. Con el fin de ponderar los juicios emitidos por el total de jueces, se recurrió a la siguiente fórmula, ya que cortes de una misma unidad pueden presentar defectos y otros no:

$$\text{puntaje ponderado} = A \times 0.5$$

donde A corresponde a la relación entre la diferencia de los juicios que determinaron ausencia de ellos, y el número total de juicios. En los casos en que el número de juicios que determinaron la ausencia del defecto fue mayor que el número de juicios que determinaron la presencia de ellos, se consideraron con ausencia del defecto.

En el caso de la evaluación de uniformidad de coloración se estimaron tres alternativas: muestra uniforme, muestra semi-uniforme y muestra no uniforme en coloración. En este caso "A" corresponde a la razón entre la suma de los juicios de no uniformidad, más la semisuma de los juicios de semi-uniformidad menos el número de juicios de uniformidad y el número total de juicios.

Por ejemplo, para el producto X se encuentra:

Coloración no unif.	Coloración semiunif.	Color unif.	Nº total juicios
2	4	1	7

$$A = \frac{2 + 4/2 - 1}{7} = \frac{3}{7} = 0.42$$

$$\text{puntaje ponderado} = 0.42 \times 0.5 = 0.21$$

Nota: Este trabajo constituyó parte de la tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico de Carmen Darraidou y Mercedes Rioseco, titulada "Control de Calidad de Cecinas. Proposición de Norma". Además fue presentado al 3er Seminario y 1er Congreso Latinoamericano de Tecnología de Alimentos de Buenos Aires, en Noviembre de 1979. Una publicación parcial sobre la calidad sensorial fue presentado al Tercer Simposio Nacional de Ciencia y Tecnología de Carnes, en Buenos Aires, Noviembre de 1980.

Estudio de control de pungencia en paprica.

Diseño del experimento: Se trabajó con un panel de 6 jueces entrenados, y que demostraron habilidad y sensibilidad para detectar sabor picante. Se determina que alrededor del 35% de los jueces entrenados posee sensibilidad al sabor picante.

El test usado fue el de perfil analítico con dilución, modificado en amplitud 7. Para evaluar los niveles de concentración de picor del pimentón en polvo, en agua, se eligieron las siguientes diluciones: 1:5, 1:10, 1:20 y 1:40.

La escala de amplitud 7 entregada a los jueces fue:

- 0 = no es picante
- 1 = picante apenas perceptible
- 2 = picante perceptible
- 3 = picante suave
- 4 = picante moderado
- 5 = picante marcado
- 6 = picante muy marcado

Evaluación de los resultados: Los juicios se evaluaron por cómputos y expresaron en porcentaje para cada dilución. Se considera picante a la dilución que un 50% de los jueces calificó con algún grado de picante.

Nota: Este trabajo fue presentado a las Segundas Jornadas Científicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, en Santiago, Marzo de 1979. Además fue publicado in extenso en *Alimentos* 3:3 (1979).

Estudio del comportamiento de aceites vegetales en el proceso de fritura.

Diseño del experimento: Muchas veces es necesario determinar si al reemplazar un aceite por otro usado habitualmente en la fabricación de productos fritos, el nuevo producto resulta diferente en sabor. Podría suceder que la aceptabilidad de este nuevo producto resulte modificada, y que el nuevo aceite acepte un tiempo de utilización diferente.

Para responder a estas interrogantes se planteó la siguiente secuencia de degustaciones, todas realizadas con un panel altamente entrenado, utilizando hamburguesas y papas french para freír:

- Evaluación de diferencias por test triangular de hamburguesas fritas en aceite de raps y en soya, hechas diariamente en el aceite sometido a calentamientos sucesivos durante incrementos de 8 horas, hasta 104 horas.
- Evaluación de preferencia, por el test triangular, de los tratamientos del punto anterior, considerando los mismos pares.
- Evaluación de preferencia entre hamburguesas fritas en aceite de raps sin usar y aceite de raps usado en frituras sucesivas con un total de 112 horas de calentamiento. Se usó comparación parcada.
- Evaluación de preferencias entre hamburguesas fritas en aceite de soya sin usar y aceite de soya usado en frituras sucesivas hasta un total de 112 horas de calentamiento. Se usó el test de simple preferencia.
- Evaluación de diferencia por test triangular, de los cambios producidos por frituras sucesivas en aceites de raps y de soya, friendo diariamente papas french en am-

bos aceites calentados en forma continuada durante 8 horas diarias hasta completar 96 horas.

- Evaluación de preferencia, por test de simple preferencia, para los pares de los tratamientos señalados en el punto anterior.

Evaluación de los resultados: Los juicios entregados por los panelistas con los test triangular y de comparación pareada se evaluaron por chi-cuadrado y los valores obtenidos se compararon con los valores tabulados; con el fin de establecer el grado de significación de las diferencias detectadas.

Nota: Este trabajo forma parte de la tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico de las Srtas. Enedina Lucas y Mariane Lutz, 1977. Además, constituyó una comunicación libre a la Quinta Conferencia Internacional de Raps, realizada en junio de 1978, en Malmö, Suecia.

Estudio de preferencias por cuatro formulaciones diferentes de sacarina.

Diseño del experimento: Cuando se trata de lanzar un nuevo producto al mercado, es imprescindible hacer un estudio de la competencia y así poder predecir el grado de éxito que podría obtenerse al comercializar nuestro nuevo producto.

Considerando que los consumidores habituales de sacarina son obesos y diabéticos principalmente, se practicó un test de preferencia sobre una población de alrededor de 100 consumidores, todos ellos controlados clínica y nutricionalmente en el Policlínico de Diabéticos del Hospital Clínico José Joaquín Aguirre. El fin de este estudio fue conocer cómo se distribuyen las preferencias de esta población y comparar los juicios de ambas subpoblaciones (obesos y diabéticos) en el sentido de determinar si son éstos coincidentes o no.

El test usado fue ranking de preferencia para evaluar en un set las 4 formulaciones diferentes.

Las sacarinas se probaron como edulcorantes de té. Para tal efecto se preparó un solo infuso de té que se separó en 4 porciones idénticas: A, B, C y D, cada una de ellas se endulzó con tabletas de sacarina en concentración equivalente. Los cuatro tratamientos se mantuvieron a 50°C para ser degustados en caliente.

Los tratamientos se presentaron aleatorizados, en tacitas de porcelana marcadas con un código, en bandejas, acompañados de agua potable, como líquido de neutralización, proveniente de la misma fuente que la utilizada para preparar el té. Los degustadores fueron informados que las muestras no debían ser tragadas y la forma de realizar la degustación antes de contestar la ficha. Los casos de dudas o inhabilidad para responder recibieron atención personal para completar la información o escribir las respuestas. Los degustadores trabajaron aislados de estímulos externos en oficinas individuales, sin iluminación especial.

Evaluación de los resultados: Se recopilaron los juicios de aquellos consumidores que ya se encontraban desde por lo menos 2 meses con dietas con sacarina.

Los juicios se analizaron por el test no paramétrico de Kramer y por análisis de varianza, comparándose los valores obtenidos con los correspondientes valores tabulados y así establecer el nivel de significación de las preferencias y rechazos obtenida.

Se analizaron separadamente las dos subpoblaciones.

Nota: Este trabajo fue presentado a las Segundas Jornadas Científicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, en Santiago, Marzo de 1979.

Estudio del efecto del escaldado, sulfitado y temperatura de deshidratación en el sabor picante de la raíz o rábano picante.

Diseño del experimento: Un buen índice al seleccionar una metodología de procesamiento será evaluar sensorialmente, mediante un panel de jueces entrenados, el alimento elaborado. En este estudio se ensayó diferentes pre-tratamientos de la materia prima con el fin de ensayar posteriormente liofilización y deshidratación como procesos de conservación alternativos.

La metodología usada fue evaluar sensorialmente por ranking de sabor picante y detección de otros sabores extraños. Se incluyó un estándar constituido por raíz picante fresca recién triturada.

Evaluación de los resultados: Los juicios provenientes del panel de 10 jueces entrenados, se evaluaron por el test no paramétrico de Kramer, para cada una de las etapas de la investigación.

Nota: Este trabajo fue presentado a las Segundas Jornadas Científicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, en Santiago, Marzo de 1979. Posteriormente, fue presentado in extenso al Tercer Seminario y Primer Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, de Buenos Aires, en Noviembre de 1979.

✓ Estudio de aspecto, sabor y olor extraño de leches en polvo.

Diseño del experimento: Es frecuente que por almacenamiento aparezcan características indeseables de olor, aspecto, sabor, en los productos alimenticios, llegando muchas veces a hacerlos no comestibles.

Con el fin de conocer el grado de deterioro de leches en polvo de importación, se procedió a evaluar sensorialmente cada una de las leches reconstituidas al 12,50/o con agua hervida, por el test de sabor-olor extraño específico, con comparación múltiple y provisto de un estándar.

El aspecto se observó por test de diferencias, contra un estándar, tanto para producto en polvo como reconstituido.

Para la comparación múltiple se preparó una serie de leches tratadas artificialmente con el fin de provocar los siguientes sabores:

- sabor a quemado
- sabor rancio
- sabor metálico
- sabor oxidado
- sabor a producto irradiado
- sabor a cocido
- sabor a jabón.

Cada leche problema se comparó con toda la serie más el estándar constituido por leche en polvo fresca reconstituida, la misma que se usó para preparar esta serie.

Este tipo de test exige un panel altamente entrenado. Se trabajó con 9 jueces.

Evaluación de los resultados: Para sabor y olor extraño se expresan en cálculos porcentuales.

Para aspecto se hace una descripción diferenciada con el estándar.

Estudio de la modificación del sabor de la carne de pollo por efecto de dietas adicionales de coccidiostáticos.

Diseño del experimento: Estudios preliminares señalaron la aparición de sabor extraño en carne de pollos alimentados con dietas suplementadas con robenidina, principio activo de diferentes marcas de coccidiostatos.

Con el fin de estimar la relación dosis y tiempo de aplicación de la droga versus efecto sobre el sabor de la carne de los Broilers, se alimentaron experimentalmente los siguientes grupos de 30 pollos cada uno:

- Control: dieta completa sin coccidiostático.
- Dieta completa adicionada de coccidiostato 500 gr/ton., durante 7 semanas.
- Dieta id. durante 8 semanas.
- Dieta sin harina de pescado, adicionada de coccidiostato 500 gr/ton., durante 8 semanas.
- Dieta completa adicionada de 1000 gr/ton, durante 7 semanas.
- Dieta id., durante 8 semanas.

Los pollos se sacrificaron a las 8 semanas de crianza y se mantuvieron congelados a -20°C .

Para medir el efecto de las dietas sobre el sabor, se evaluó la carne cocida de los músculos supracoracoideo y peroneos corto y largo, con el fin de tener información sobre carne grasa y magra respectivamente. Las degustaciones se programaron según el diseño de block incompleto equilibrado tipo I, para ambos tipos de carne.

El panel estuvo integrado por 8 jueces entrenados que evaluaron:

- Calidad de sabor, por test descriptivo y escala verbal en amplitud 5.
- Preferencia, por test de comparación pareada.
- Diferencias, por test triangular.
- Detección de sabor extraño específico, por test descriptivo.

Evaluación de los resultados: Los tests de diferencia y preferencia se evaluaron por chi-cuadrado y los valores obtenidos se compararon con los respectivos valores tabulados.

La calidad de sabor se evaluó por análisis de varianza.

La aparición de sabores extraños se evaluó por cómputos.

Nota: Este trabajo se presentó en una reunión ordinaria de la SOCHITAL en 1979 y posteriormente, se comunicó como trabajo libre al Congreso de Nutrición de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición de Puebla, México, realizado los días 5 al 8 de Agosto de 1980.

Valoración de calidad de jamón planchado usando la escala de Karlsruhe.

Diseño del experimento: La escala de valoración de calidad de Karlsruhe representa un valioso test cuando se trata de conocer la calidad organoléptica de una buena cantidad de productos fabricados con una misma denominación. La primera etapa será establecer un patrón de calidad, del cual se puedan describir exactamente los diferentes componentes de cada parámetro, y el posible deterioro que éstos experimenten. Una vez superada esta etapa se debe iniciar la etapa de entrenamiento de los jueces, usando el mismo producto en diferentes calidades, con el fin de comprobar si la escala propuesta es lo suficientemente clara y están bien delineados los diferentes grados de calidad. Mu-

chas veces la información que se obtiene en la etapa de entrenamiento, permite hacer importantes modificaciones de la escala, permitiendo además, entregar el vocabulario indispensable para una correcta calificación.

En este estudio, el objetivo fue conocer la calidad del jamón planchado proveniente de industrias diferentes, con el fin de proponer una norma de calidad que sea aplicable a la realidad industrial del país.

La ficha específica del estudio se entrega en la hoja anexa (Fig. 16). Los jueces trabajaron con esa ficha, evaluando 4 productos por sesión.

Evaluación de los resultados: Los juicios de todos los jueces por cada industria fueron representados por el valor promedio, considerando todos los parámetros, ponderados según su relevancia en el producto.

La totalidad de las industrias evaluadas fue clasificada en diferentes grados de calidad, según la escala.

Nota: Este estudio corresponde a una parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos de la Srta. Ana María Pino, 1981.

Estimación de la calidad de guisos enlatados.

Diseño del experimento: Al elaborar guisos destinados al consumo infantil, se hace necesario evaluar los parámetros de calidad, como una estimación de la acogida que ellos pudieran tener.

En este estudio se evalúa calidad de dos guisos, menestrón y carbonada, ambos elaborados como base para almuerzos escolares. Se estudian formulaciones preparadas por diferentes industrias rotuladas con el mismo nombre. Las raciones se preparan según las instrucciones, complementando con arroz o fideos, según el caso, y diluyendo la base; por lo que los jueces las degustan en las mismas condiciones que los consumidores.

Se trabajó con un panel muy entrenado que evaluó los siguientes parámetros de calidad: forma, color, olor, sabor y textura. El test usado fue el de valoración-descriptivo, con escala de Karlsruhe en amplitud 9. Los jueces recibieron las muestras simultáneamente en platos térmicos, señalándose un tratamiento como estándar para comprobar la homogeneidad de los juicios.

La ficha y escala usada es la que se detalla en la Fig. 14.

Evaluación estadística de los juicios: Se trabaja con el promedio de todos los jueces. Los parámetros se ponderan según su relevancia en la calidad, y la suma de los parámetros ponderados corresponde a la calidad del producto.

Nota: Este estudio corresponde a una parte de la tesis para optar al título de Químico Farmacéutico de las Srtas. A. María Quintana y Rosa Rebolledo, 1980. Ha sido publicada in extenso en Rev. Chil. de Nutric., 9 (1981).

4. Valoración de calidad de símiles de salmón enlatados, usando la escala de Karlsruhe.

Diseño del experimento: Se realiza el estudio de la calidad organoléptica de jurel tipo salmón y sardina española tipo salmón, producidas por diferentes industrias del país.

Para estimar la calidad de los productos enlatados se usó la escala de valoración de Karlsruhe, que permite además la clasificación en grados de calidad, con el fin de proponer posteriormente la normalización del producto.

Los jueces fueron entrenados prolongadamente con los mismos productos, de diferentes calidades, con el fin de modificar la descripción de la escala y verificar su efectividad en la calificación.

La ficha elaborada para esta degustación se entrega en hoja aparte (Fig. 17).

Evaluación de los resultados: Los juicios de todos los jueces por parámetro ponderado, se expresaron como promedios. La sumatoria de los promedios ponderados de todos los parámetros evaluados, corresponde a la calidad total.

Con los valores de calidad total es posible clasificar todos los productos evaluados, en grados de calidad.

Nota: Este estudio corresponde a una parte de la tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos, de la Srta. María Teresa Godoy C., 1981.

Estudio del deterioro de jugos de frutas durante el almacenamiento, por efecto del envase.

Diseño del experimento: Para cada fruta se ensayaron tres tipos de envase plástico: polietileno, polipropileno y cloruro de polivinilo. Cada formulación se envasó en los tres tipos de envase y todas se sometieron a un test acelerado de almacenamiento, con el fin de exagerar las condiciones que podrían producir deterioro de los caracteres organolépticos. La temperatura usada fue de 37° y el tiempo cubierto fue el equivalente a 6 meses de almacenamiento en condiciones ambientales.

Se trabajó con paneles de 8 jueces entrenados que evaluaron simultáneamente en dos sets, los jugos envasados en cada uno de los plásticos en estudio.

Las degustaciones se realizaron en el tiempo inicial (t_0) y luego de transcurridos 3-6-9-15 y 21 días de almacenamiento. A partir de los 6 días de almacenamiento junto con las muestras a evaluar se proporcionó un estándar de comparación, constituido por el mismo producto degustado en t_0 , envasado en vidrio y guardado en el refrigerador.

Los jueces debieron calificar la calidad del producto usando una escala de amplitud 9; además la presencia de sabor u olor extraño, medido en una escala de 9 grados de intensidad.

Evaluación de los resultados: Se calculó la media aritmética para cada envase, tiempo y formulación. El deterioro se expresó como la diferencia entre la calidad promedio de t_0 y la calidad promedio de cada tiempo.

La evaluación de olores y sabores extraños se expresó como promedio de las intensidades de éstos, aparecidas durante el almacenamiento, para cada tipo de envase, calculados en cada uno de los tiempos señalados.

Fig. 16. TABLA PARA VALORACION DE CALIDAD DE JAMON PLANCHADO CON ESCALA DE KARLSRUHE.

Característica	Calidad Grado 1: Características típicas			Calidad Grado 2: Deterioro iterable			Calidad Grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Natural, excepcionalmente agradable. Brillante. Típico. Diferentes tonalidades rosáceas en diferente intensidad, ausencia de zonas blancas (aponeurosis, grasa)	Típico, agradable, brillante. Presencia de algunas estrías blancas (grasa).	Típico, brillante, algo descolorido, hasta rosa pálido.	Aún típico, poco brillante. Color alterado: muy pálido, muy irregular, con zonas oscuras. Bordes sin brillo. Presencia de zonas de grasa.	Aún típico. Sin brillo. Poco parecido. Grasa abundante. Manchas iridiscentes anaranjadas, verdosas, grises, opacas.	Muy disparejo. Poco típico. Abundantes estrías de grasa. Algunas manchas rojas oscuras. Abundantes manchas iridiscentes.	Atípico. Intensamente teñido o muy descolorado parcialmente. Manchas abundantes: grises, rojas, verdosas, iridiscentes, azuladas.	Atípico. Artificial. No recuerda al jamón. Deteriorado.	Completamente artificial. Muy deteriorado.
Forma	Completamente bien conservada. Ausencia de poros.	Muy bien conservada, algunas estrías. Aspecto natural. Algunos poros.	Bien conservada. Presencia de estrías naturales. Algunas pequeñas perforaciones.	Aun conservada. Algunos nervios cartilagos, tendones, aponeurosis. Aspecto agradable. Pequeñas perforaciones.	Poco compacta. Muy diferenciados los trozos de carne. Perforaciones grandes. Estrías gelatinosas.	Poco compacta. No es desagradable. Abundantes zonas blancas o una zona bastante grande. Muchos huecos.	No es compacta. Zonas fácilmente separables. Huecos. Mayoría de zonas blancas. Gran cantidad de poros, aponeurosis, nervios, cartilagos, gelatina, carnes de inferior calidad.	Muy heterogénea. Desagradable.	Muy desagradable.
Olor	Específico. Excepcionalmente agradable, pronunciado, muy bueno, homogéneo en todo el corte.	Específico, agradable. Bueno. Completo. Intenso.	Específico. Agradable. Poco intenso.	Levemente perjudicado, normal. Tenue. Más intenso en algunas zonas.	Atípico (a cecinas en general). Daño del olor propio aceptable.	Atípico. Insípido. Algo dañado a quemado, añejo, rancio, penetrante, intenso, picante, a humo, amoniacal.	No típico. Completamente disminuido. Claramente alterado, rancio, fermentado.	Muy alterado. Desagradable. Putrefacto. A fermentado.	Franco deteriorado. Repugnante.
Sabor	Específico. Intenso. Excepcionalmente agradable. Muy bueno. Homogéneo en todo el corte. Borde algo dulce.	Típico. Bueno. Poco marcado. Más intenso en algunas partes del corte.	Típico. Bueno. Poco marcado. Más intenso en algunas partes del corte.	Levemente perjudicado. Ligeramente plano. Sabores diferentes en el corte, aún agradables.	Daño del sabor propio aun aceptable. Específico (a cecinas en general).	Claramente dañado: añejo, a quemado, rancio, penetrante, intenso, picante, amoniacal, a humo, insípido, disminuido.	Alterado. Muy disminuido. Rancio.	Muy alterado. Desagradable. Rancio. Fermentado.	Estruño. Desagradable. Putrefacto.
Textura	Excepcionalmente buena. Tierna. Jugosa. Firme. Homogénea en el corte.	Muy buena. Tierna. Firme. Agradable. Jugosa.	Buena. En general tierna. No tan homogénea. Jugosidad variada.	Normal. Falta homogeneidad. Agradable. Leve deterioro: algo seca, algo fibrosa, algo blanda, algo dura, algunos poros pequeños, nervios, cartilagos, tendones.	No homogénea. Ligeramente elástica, seca. Regular cantidad de nervios, trozos de cartilagos y tendones.	Claramente alterada. Seca. Fibrosa. Desuniforme. Plástica en algunas zonas. Abundantes cartilagos, aponeurosis, tendones, nervios.	Muy desuniforme. Muy blanda. Muy dura. Muy seca. Muy fibrosa.	Desagradable. deshecha o intensamente dura, reseca, muy fibrosa.	Repugnante.

Fig. 17. TABLA PARA VALORACION DE CALIDAD DE SIMILES DE SALMON, CON ESCALA DE KARLSRUHE

Característica	Calidad Grado 1 Características típicas			Calidad Grado 2 Deterioro tolerable			Calidad Grado 3 Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Apariencia	Completamente intachable. Especialmente atractiva. Superficie excelentemente mantenida. Sin presencia de escamas, piel desprendida, trozos deteriorados, restos de vísceras, huevos, gónadas. Sin espina sobresaliente	Muy bien conservada. Atractiva. Ausencia de piel desprendida, trozos deteriorados, restos de vísceras, huevos, gónadas. Pequeña cantidad de escamas en algunos trozos. Corte uniforme perpendicular al cuerpo, sin sobresalir espina	Bien conservada. Atractiva. Pequeños trozos de piel desprendida y cantidad de escamas en algunos trozos. Ausencia de: trozos deteriorados, restos de vísceras, gónadas y huevos. Corte uniforme perpendicular al cuerpo, sin sobresalir espina	Aun bien conservada en todos los trozos. Piel desprendida en cantidad apreciable, pequeña cantidad de escamas, grietas, restos de vísceras, huevos, gónadas en algunos trozos. Máx. 250/o trozos deteriorados	Trabazón algo floja. Cantidad apreciable de piel desprendida. Máx. 300/o deterioro. Grietas. Cavidad ventral algo rota. Restos de vísceras, huevos, gónadas, en algunos trozos apreciable cantidad de escamas. Corte defect. restos espina salientes	Algunos trozos fragmentados. Piel desprendida. Máx. 500/o trozos deteriorados. Grietas. Cavidad ventral rota. Abundantes restos de vísceras, huevos, gónadas, escamas. Corte defectuoso. Restos de espina, algunos trozos.	Trozos desintegrados. Piel completamente desprendida. Más del 500/o trozos deteriorados. Vísceras, huevos, gónadas en abundancia, todos los trozos. Sangre coagulada. Contenidos viscerales.	Trozos muy desintegrados. Todo tipo de vísceras, huevos, gónadas, escamas. Corte muy defectuoso, restos de espina. Abundante sangre coagulada.	Desintegración completa. Pérdida de la forma
Color	Típico. Brillante. Crema (juel) rosáceo claro (sardina). Zonas oscuras bien delimitadas.	Típico. Algo brillante. Agradable.	Típico. Poco brillante. Agradable.	Típico. Algo opaco en algunos trozos. Aun agradable.	Típico. Algo opaco. Aun agradable.	Típico. Algunas unidades con algunas manchas pequeñas.	Atípico. Opaco. Manchado (sangre coagulada, gris-verdoso) en elevada proporción.	Atípico. Manchado: sangre coagulada, verde grisáceo	Desagradable. Repugnante
Olor	Especialmente fino. Muy agradable. Típico. Completamente característico.	Agradable. Típico. Redondeado. Específico. Intenso.	Agradable. No muy intenso. Fresco.	Aun agradable. Algo aplanado. No tan puro.	Extraño, aceitoso (a Bacalao) metálico, levemente	Extraño. Aceitoso (a Bacalao), rancio, algo metálico. Levemente punzante.	Anormal. Desagradable. Aceitoso. Rancio. Metálico. Punzante.	Muy desagradable. Intenso. Aceitoso. Rancio. Metálico. Muy punzante.	Repugnante
Textura	Integridad bien conservada. Especialmente firme a la presión táctil.	Integridad bien conservada. Muy firme a la presión táctil.	Algunos trozos se agrietan conservando su integridad. Firme a la presión táctil.	Trozos se agrietan conservando su integridad. Poco firme a la presión táctil.	Trozos agrietados. Máx. 250/o desintegración. Poco firme a la presión táctil.	Trozos agrietados. Máx. 500/o desintegración. Poco firme a la presión táctil.	Los trozos se desintegran. Pastoso y blando a la presión táctil.	Los trozos se desintegran completamente. Blando y pastoso a la presión táctil.	Repugnante. Desagradable
Jugosidad	Especialmente jugoso.	Muy jugoso.	Jugoso.	Parcialmente jugoso.	Parcialmente seco.	Seco y algo pajoso.	Muy seco y/o pajoso.	Muy pajoso.	
Sabor	Especialmente fino. Muy agradable. Completamente característico (producto y cobertura).	Muy agradable. Completo. Típico. Armónico.	Agradable. Específico. No tan completo.	Aun agradable. No tan puro. Algo plano.	Levemente extraño. Levemente aceitoso (a Bacalao). Levemente amargo, ácido o metálico.	Aceitoso (a Bacalao). Levemente rancio. Levemente punzante. Amargo. Acido.	Desagradable. Rancio. Punzante. Amargo. Acido. Metálico. Salado. Insuperable.	Muy desagradable. Muy aceitoso. Muy rancio. Muy punzante. Muy salado. Muy desabrido.	Repugnante
Nota: Para evaluar firmeza, la integridad de los trozos se estima cogiendo y levantando los trozos por el extremo de la cola, con la mano.									

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS GENERALES

- Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B. "Principles of Sensory Evaluation of Food". Academic Press. New York (1965).
- Am. Soc. Testing & Materials, I. Basic Principles of Sensory Evaluation, Spec. Techn. Publ. Nro. 433; II. Manual on Sensory Testing Methods, Spec. Techn. Publ. Nro. 434; III. Correlation of Subjective-Objective Methods in the Study of Odors and Taste, Spec. Techn. Publ. Nro. 440, Philadelphia (1968).
- Birch G.G., Brennan J.G., Parker K.T. "Sensory Properties of Foods", Applied Science Publishers. London (1977).
- Cochran W.C., Cox G.M. "Diseños Experimentales". F. Trillas S.A. México (1965).
- Deutsche Landw. Ges., Eds., Sensorische Prüfung von Nahrungsmitteln, Arbeiten der DLG, Bd. 140, DLG-Verlag, Frankfurt am Main (1974).
- Herschdoerfer S.M., "Quality Control in the Food Industry", Academic Press., London, New York (1967).
- Jellinek G., I. "Praktikum der sensorischen Analyse von Lebensmitteln", Springer Verlag, Berlin, in Vorbereitung.
- II. "Wissenschaftliche Grundlagen der Sensorischen Geruchs und Geschmacksanalyse". Gordian, Intern. Zeitsch. f. Lebensmittel und Lebensmitteltechnologie, (1968).
- Jul Overby A., "Evaluación de Calidad", Publ. FAO TR-LA/74/4S (1974).
- Kramer A., Twigg B., "Fundamentals of Quality Control for the Food Industry". AVI Publ. Comp., Westport, Conn., (1966).
- Moroney M.J., "Hechos y Estadística", Edit. Universitaria, Buenos Aires (1965).
- Parraguirre V. "Curso de Evaluación Sensorial de Alimentos", Sede La Serena, Universidad de Chile (Comunicación personal) (1971).
- Snedecor G.W., "Statistical Methods", Iowa State College Press. Amer. Iowa. 5º Ed. (1956).

CAPITULO I:

- Am. Soc. Testing & Materials, "Referencing Suprathreshold Odor Intensity", Spec. Techn. Publ. Nro. 544 (1975).
- Carterete E.C., Friedman M.P., "Handbook of Perception: II. Psychophysical Judgement and Measurement". (1974). VI A. Tasting and Smelling (1978). VI B Feeling and Hurting (1978), Academic Press, New York.
- Best H.C., Taylor B.N., "Elementos de Fisiología Humana", Edit. Universitaria, Chile, (1959).
- Doget N., "Sensory Evaluation or Sensory Measurement?", Nestlé Research News 1976/77, Lausanne, (1977).

- Fricker A., I. "Sinnesphysiologische Grundlagen der Sensorik", Gordian 75/9, Intern. Zeitsch. f. Lebensm. u. Lebensmitteltechnologie (1975). II. "Sensorische Aspekte der Lebensmittelverarbeitung", Intern. Zeitsch. f. Vitamin- u. Ernährungsforschung 14, (1974).
- Jellinek G., Raoult J.M., "Sensorische Prüfung von Nahrungsmitteln", DLG Verlag, Frankfurt am Main, (1973).
- Jellinek G., "Sensorische Analyse: Die Praxis der sensorischen Geruchs und Geschmacksanalyse von Lebensmitteln", Kontakt Nro. 13, Haarmann & Reimer, Holzminden, (1976).
- Maga J.A., "Influence of Color on Taste Thresholds", Chem. Senses and Flavors 1, (1974).
- Miles Sawyer F., "The Role of Sensory Evaluation in the Food Industry. Interaction of Sensory Panel and Instrumental Measurements", J. of Food Technol. 25:247, (1971).
- Müller C.G., "Psicología Sensorial", UTEHA, México, (1966).
- Reymond D., "Basic Aspects of Flavor Research", Nestlé Research News 1972, Lausanne, (1972).
- Schrödter R., Rödel W., "Aromaprobleme in Nahrung und Ernährung: 2. Betrachtungen zur Sensorik, Ernährungsforschung Heft 3, (1975). Ibid. 3. Methoden der Sensorik, Ernährungsf. Heft 5, (1975).
- Selkurt, "Fisiología", Edit. El Ateneo, Buenos Aires, (1970).
- Wittig de Penna E., "Evaluación Sensorial, una metódica que mide calidad" Alimentos 2,1, Santiago, (1977).
- Wuhrmann J.J., "Importance and originality of Organoleptic Parameters in Food Technology", Nestlé Research News 1976/77, Lausanne, (1977).
- Zacharias R., Tuorila H., "Der Reiz- und Erkennungsschwellenwert für Metallverbindungen in verschiedenen Prüfmedien", Lebensm. Wiss. u. Technol. 12, (1979).

CAPITULO II

- Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B., "Principles of Sensory Evaluation of Food". Academic Press., New York, (1965).
- Blair J.R., "Interface of Marketing and Sensory Evaluation in Product Development", instit. of Food Technologists (Conference) (1978).
- Codeciagro. "Tópicos en Evaluación Sensorial de Alimentos", Talleres Gráficos Fac. de Agronomía, Universidad de Chile, (1979).
- Erhardt J.P., "The Role of the Sensory Analyst in Product Development", J. of Food Technology 11, (1978).
- Larmond E., "Physical Requirements for Sensory Testing", J. of Food Technology 11, (1978).

Vance Civile G., "Case Studies Demonstrating the Role of Sensory Evaluation in Product Development", *J. of Food Technology* 11, (1978).

Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones, U. de Chile. "Evaluación Sensorial de Componentes Menores de los Alimentos" en "Integrantes de los Alimentos de Importancia en Tecnología", (1979).

CAPITULO III

Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B., "Principles of Sensory Evaluation of Food". Academic Press., New York, (1965).

Bressan L.P., Behling R.W., "The Selection and Training of Judges for Discrimination Testing", *J. of Food Technology* 11, (1977).

Christie E., "Practical Aspects of Tasting Tests", *Food Technology*, New Zealand, (1966).

Cross H.R., Moen R., Sanfield M.S., "Training and Testing of Judges for Sensory Analysis of Meat Quality". *J. of Food Technology* 7, (1978).

Martin S.L., "Selection and Training of Sensory Judges". *J. of Food Technology* 11, (1973).

CAPITULO IV

Am. Soc. Testing & Materials, I. Sensory Evaluation of Materials and Products, Spec. Techn. Publ. Nro. E253 (1978 a); II. Discrimination of Differences in the Production of Alcoholic Beverages, Spec. Techn. Publ. Nro. E339 (1967, reapproved 1978); III. Sensory Evaluation of Industrial and Institutional Food Purchases, Spec. Techn. Publ. Nro. E461 (1972, reapproved 1978); IV. Odor and Taste Transfer from Packaging Film, Spec. Techn. Publ. Nro. E462 (1972); V. Establishing Conditions for Laboratory Sensory Evaluation of Foods and Beverages, Spec. Techn. Publ. Nro. E480 (1973).

Bourne M.C., "Texture Profile Analysis". *J. of Food Technology* 7, (1978).

Ellis B.H., "Guide Book for Sensory Testing", Continental Can Co. Inc., Metal Division, Res. Development, Chicago, III, (1966).

Geidel H., "Zur statistischen Auswertung von sensorischen Prüfungsergebnissen", *Q.Z.* 23, 7, (1978).

Gutschmidt J., "Über die organoleptische Bewertung von Lebensmitteln mit Hilfe des Karlsruher Bewertungsschema", *Deutsch. Lebensm. Rundschau* 11, (1951).

Guzmán J.A., Lauterbach A., "Búsqueda secuencial de sustitutos de productos alimenticios naturales", *Apuntes de Ingeniería* 2, Universidad Católica, Santiago, (1973).

Jellinek G., "Introduction to and Critical Review of Modern Methods of Sensory Analysis (odour, taste and flavor) with Special Em-

phasis on Descriptive Sensory Analysis (Flavor Profile Method)", *J. of Nutr. and Dietetic*, 1, (1964).

Karan G., Cooper D., Papavasiliou A., Kramer A., "Expanded Tables for Determining Significance of Differences for Ranked Data", *J. of Food Technol.*, 5, (1973).

Kramer A., I. "A Rapid Method for Determining Significance of Differences from Rank Sums", *J. of Food Technol.* 14, (1960); II. "Revised Tables for Determining Significance of Differences", *J. of Food Technol.*, 12, (1963).

Kramer A., Kahan J., Cooper D., Papavasiliou A., *Chem. Senses and Flavor* 1, (1974).

Kreuter U., "Statistische Untersuchungen: Teile 1, 2 und 3", *Alimenta* 17, (1978).

Le Magnen J., "Sensory Control of Food and Feeding Behavior", *Nestlé Research News* 1976/77, Lausanne, (1977).

Lilliefors H., "On the Kolmogorov-Smirnow Test for Normality with Mean and Variance Unknown", *Am. Statist. Assoc. J.*, 6, (1967).

Lowry S.R., "Statistical Planning and Designing of Experiments to Detect Differences in Sensory Evaluation of Beef Loin Steaks", *J. of Food Sci.* 44, 2, (1979).

Moskowitz H.W., Chandler J.W., "Consumer Perceptions, Attitudes, and Trade-Offs Regarding Flavor and other Product Characteristics", *J. of Food Technol.* 11, (1978).

O'Mahony M., Garske S., Klapman K., "Rating and Ranking Procedures for short-cut Signal Detection Multiple Difference Tests", *J. of Food Sci.* 45:2, (1980).

Paulus K., "Grundlagen und Methoden der sensorischen Analyse von Lebensmitteln", *Ernährungswirtschaft/Lebensmitteltechnik* 10, (1976).

Paulus K., Gutschmidt J., Fricker A., "Karlsruher Bewertungsschema-Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen", *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 2, (1969).

Paulus K., Zacharias R., Robinson L., Geidel H., "Kritische Betrachtungen zur 'Bewertenden Prüfung mit Skale' als einem wesentlichen Verfahren der sensorischen Analyse", *Lebensm. Wissensch. u. Technol.* 12, (1979).

Roessler E.R., Pangborn R.M., Siedel J.L., Stone H., "Expanded Statistical Tables for Estimating Significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests", *J. of Food Sci.* 43, 3, (1978).

Schutz H.G., "Sources of Invalidity in the Sensory Evaluation of Foods", *J. of Food Technol.* 25:249, (1971).

Sidel J.L., Stones H., "Experimental Design and Analysis of Sensory Tests", *J. of Food Technol.* 32:11, (1976).

Stone H., Sidel L., "Computing Exact Probabi-

- lities in Sensory Discrimination Tests", *J. of Food Sci.* 43, (1978).
- Tilgner J., I. "Dilution Tests for Odor and Flavor Analysis", *J. of Food Technol.* 16:2 (1962). II. "Über sensorische Gütebewertung", *Die Fleischwirtschaft* 8, (1974).
- Vaisey Genser M., Moskowitj H., Solms J., Roth H.J., "Sensory Response to Food", Foster Verlag A.G., (1977).
- Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones, Universidad de Chile: I. Rol de la Evaluación Sensorial en el uso de aditivos, en "Los Aditivos Alimentarios: su incidencia en la Tecnología de los Alimentos", (1978); II. Protección del Consumidor mediante un Control Sensorial de Alimentos, en "Contaminación de Alimentos", (1977).
- Vuataz L., "Some Points of Methodology in Multidimensional Data Analysis as Applied to Sensory Evaluation", *Nestlé Research News* 1976/77, Lausanne, (1977).
- Williams E.R., Jones P.N., "Balanced Incomplete Block Designs with Reference Sample in each Block", *J. of Food Sci.* 44:6 (1979).
- CAPITULO V**
- Alfaro R., Mandiola C., Rex A., Rubio T., Valdés L., Wittig E., "Radiación de Pimentón (*Capsicum Annum*) en polvo: efectos de radiación gamma". *Rev. Chil. de Nutrición* 8, (1980).
- Arrieta E., "Uso de Polifosfatos en Filetes de Merluza (*Merluccius gayi gayi*) refrigerados y congelados". Tesis para Ingeniería de Alimentos, Fac. de Cs. Químicas y Farmacológicas, U. de Chile, (1980).
- Arrieta E., Herrera P., Giddings G., Wittig de Penna E., "Estudio de Soluciones Antidrip en Filetes de Merluza (*Merluccius gayi gayi*) refrigerados y congelados", Resúmenes 3er Seminario Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Antofagasta, (1980).
- Arias de Pol A., "Estudio de la Acción del Calor sobre Mezclas de Aceite de Raps con materias grasas hidrogenadas". Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Químicas, (1975).
- Am. Soc. Testing & Materials, "Determining Effect of Packaging on Food and Beverage Products during Storage", *Spec. Techn. Publ.* Nro. E460-72, (1978).
- Baeza P., "Estudio del Efecto de Sistemas de Envase en Trucha Arco Iris (*Salmo gairdneri*) almacenada a 0° y -20°". Tesis para Técnico Universitario en Industria de Alimentos, mención Pecuaria, Universidad Técnica del Estado, (1980).
- Bergqvist E., Rojas L., Massa M., Wittig de Penna E., "Efecto del Cycostat sobre el Sabor de la Carne de Broilers", Resúmenes Congreso de Nutrición de Puebla, México, (1980).
- Bundesministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Bundesforschungsanstalt f. Ernährung, "Schulverpflegung mit gekühlten Speisen". Stuttgart 70 (Hohenheim), (1979).
- Castillo M.A., "Estudio de la Acción del Calor sobre Mezclas de Aceite de Soya con Materias Grasas Hidrogenadas", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Químicas, U. de Chile, (1975), AFCQAU 26-28, (1976).
- Cordero I., Ibieta A., Pennacchiotti I., Parraguire V., Schmidt-Hebbel H., "Estudio de Diferentes Envases Plásticos para una Posible Industrialización de Palta Chilena (aguacate)", *ATA* 12, 3 (1972).
- Cortés R., González S., "Estudio de las Condiciones Químicas y Tecnológicas para una Posible Industrialización de Palta", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Químicas y Farmacéuticas, U. de Chile, (1970).
- Craddock M., Wittig E., "La Evaluación Sensorial en el Control de Pungencia en Paprika", *Alimentos* 3:3, Santiago, (1979).
- Darraidou C., Rioseco M., Wittig de Penna E., "Evaluación Sensorial, una Metodica que mide Calidad. III. Control de Calidad Sensorial de Cecinas y su Normalización: Mortadela Lisa", *Integración Sul-Americana para el Desarrollo de Qualidade*, Sao Paulo, (1980).
- Darraidou C., Rioseco M., Wittig de Penna E., "Evaluación Sensorial, una Metodica que mide Calidad. III. Control de Calidad Sensorial de Cecinas y su Normalización: Salchichas Vienesas", Resúmenes 3er. Simposio Nacional de Ciencia y Tecnología de Carnes, Buenos Aires, (1980).
- Godoy M.T., "Calidad de Pescados y Mariscos en Conserva", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1981).
- González S., Vercellino J.C., "Características y Composición de Cervezas Chilenas e Importadas", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979).
- Lucas E., Lutz M., "Estabilidad y Acción del Calor sobre Aceites de Colza o Raps y Soya", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1977).
- Lucas E., Lutz M., Masson L y Wittig E., "Stability and Effect of Heating in Rapeseed Soybean Oils", *Proceedings of 5th International Rapeseed Conference*, Malmö, (1978).
- Lladser M., Jaña W., Vinagre J., Wittig E., "Deshidratación de Rosa Mosqueta. Estudio del Comportamiento Higroscópico y Calidad del Producto Deshidratado", Resúmenes de Co-

- municaciones, 2das. Jornadas Científicas, Fac. de Cs. Qs. y Farmac., Universidad de Chile, (1979).
- Mandiola C., Valdés L., "Perspectivas de la Irradiación de Especies en Chile. I. Factibilidad Técnico-Económica de Radicación de Pimentón (*Capsicum anuum*) en Polvo", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs. y Farmac., Universidad de Chile, (1979).
- Morales M., "Desarrollo de Platos Preparados a base de Arroz Granado para Raciones Individuales", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979).
- Moya J., "Desarrollo de Platos Preparados Enlatados a base de Spaguetti para Ración Individual", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979).
- Paulus K., "How Ready are Ready-to-serve Foods?", Proceedings of an International Symposium on Ready-to-serve Foods. S. Karger A.G., (1978).
- Pino A.M., "Calidad de Jamón Planchado. Proposición de Norma", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1981).
- Quintana A.M., Rebollo R., "Evaluación Nutritiva y Sensorial de Raciones para la Alimentación Masiva Institucional", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1980).
- Rioseco M., Darraidou C., "Composición y Calidad de Cecinas. Proposición de Norma", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1978).
- Rioseco M., Darraidou C., Craddock M., Vinagre J., Wittig E., "Control de Calidad de Cecinas. Proposición de Norma". Resúmenes de Comunicaciones 2das. Jornadas Científicas, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979).
- Saavedra R., "Formulación y Estudio de Factibilidad Técnico-Económica de Harinas Especiales", Tesis para Ingeniero de Alimentos, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1980).
- Sauerteig D., "Proteína Vegetal Texturizada de Soya y su uso en Formulaciones de Hamburguesas", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs., Universidad de Chile, (1975). AFCQAU 134 (1976).
- Semler M.A., "Control de Calidad de Salame de Exportación. Proposición de Norma", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs., Universidad de Chile, (1975). AFCQAU 134 (1976).
- Semler M.A., Vinagre J., Wittig E., López L., Alonso M., "Control de Calidad de Cecinas de Exportación", Resúmenes Iras. Jornadas Científicas, Fac. de Cs. Qs., Universidad de Chile, (1976).
- Roth R.M., "Estudio Enzimático y Tecnológico de Arvejas Destinadas a la Congelación", Tesis para Químico-Farmacéutico, Fac. de Cs. Qs., Universidad de Chile, (1975).
- Vinagre J., Wittig E., Craddock M., Darraidou C., Rioseco M., I. "Composición y Calidad de Embutidos de Paté. Proposición de Norma", Resúmenes 3er. Seminario de Ciencia y Tecnol. de Alimentos, Buenos Aires, (1979). II. "Composición y Calidad de Mortadela Lisa. Proposición de Norma", 3er. Seminario de la Carne, Valdivia, (1979).
- Wittig de Penna E., Craddock M., "Evaluación Sensorial, una Herramienta en la Selección de Procesos", Resúmenes de Comunicaciones, 2das. Jornadas Científicas, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979).
- Wittig de Penna E., I. "Estudio a Nivel de Consumidores de Sacarina: Obesos y Diabéticos", Resúmenes de Comunicaciones, 2das. Jornadas Científicas, Fac. de Cs. Qs. y Farmacológicas, Universidad de Chile, (1979). II. "Evaluación Sensorial, una Metodica que mide Calidad. II. Evaluación de Calidad Mediante el Test de Valoración con Escala de Karlsruhe", Alimentos 6,1 (1981). III. "Estudios de Percibilidad de Alimentos por Evaluación Sensorial: I. Bizcochuelos Rellenos con y sin Cobertura", Rev. Chil. de Nutr. 9, (1981).
- Wittig de Penna E., Baeza P., Aros J., Toro R., "Efecto de Sistemas de Envase en la Calidad de Trucha Arco Iris (*Salmo Gairdneri*) refrigerada y congelada", Resúmenes 3er. Seminario Nacional de Cs. y Tecnol. de Alimentos, Antofagasta, (1980). Alimentos 6:2 (1981).
- Wittig de Penna E., Bergqvist E., Rojas L., Massa M., "Evaluación Sensorial de Modificaciones del Sabor de Carne de Pollo por Efecto de la Dieta", Rev. Chil. de Nutr. 8, (1980).
- Wittig de Penna E., Moya J., Morales M., Planella I., "Evaluación Sensorial, una Metodica que mide Calidad. IV Estimación de la Textura en Alimentos: Raciones Enlatadas a base de Arroz o Spaguetti". Resúmenes 3er. Seminario Nacional de Cs. y Tecnol. de Alimentos, Antofagasta, (1980). Publicada in-extenso en Alimentos 6:3 (1981).

APENDICE

TABLA A
Significación para Tests Pareados ($p = 1/2$)

Número de juicios (jueces x set)	Mínimo de juicios correctos para es- tablecer diferencias (una cola)			Mínimo de juicios correctos para es- tablecer preferen- cias (dos colas)		
	Nivel de Probabilidad					
	.05	.01	.001	.05	.01	.001
7	7	7	---	7	---	---
8	7	8	---	8	8	---
9	8	9	---	8	9	---
10	9	10	10	9	10	---
11	9	10	11	10	11	11
12	10	11	12	10	11	12
13	10	12	13	11	12	13
14	11	12	13	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14
16	12	14	15	13	14	15
17	13	14	16	13	15	16
18	13	15	16	14	15	17
19	14	15	17	15	16	17
20	15	16	18	15	17	18
21	15	17	18	16	17	19
22	16	17	19	17	18	19
23	16	18	20	17	19	20
24	17	19	20	18	19	21
25	18	19	21	18	20	21
30	20	22	24	21	23	25
35	23	25	27	24	26	28
40	26	28	31	27	29	31
45	29	31	34	30	32	34
50	32	34	37	33	35	37
60	37	40	43	39	41	44
70	43	46	49	44	47	50
80	48	51	55	50	52	56
90	54	57	61	55	58	61
100	59	63	66	61	64	67

La Tabla A es una adaptación de las Tablas de E.B. Roessler, G.A. Baker y M.A. Amerinc. Food Research 21, 117-121 (1956).

TABLA B
Significación para Test Triangular ($p = 1/3$)

Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas			Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = .05$	$p = .01$	$p = .001$		$p = .05$	$p = .01$	$p = .001$
5	4	5	5	57	27	29	31
6	5	6	6	58	27	29	32
7	5	6	7	59	27	30	32
8	6	7	8	60	28	30	33
9	6	7	8	61	28	30	33
10	7	8	9	62	28	31	33
11	7	8	9	63	29	31	34
12	8	9	10	64	29	32	34
13	8	9	10	65	30	32	35
14	9	10	11	66	30	32	35
15	9	10	12	67	30	33	36
16	10	11	12	68	31	33	36
17	10	11	13	69	31	34	36
18	10	12	13	70	32	34	37
19	11	12	14	71	32	34	37
20	11	13	14	72	32	35	38
21	12	13	15	73	33	35	38
22	12	14	15	74	33	36	39
23	13	14	16	75	34	36	39
24	13	14	16	76	34	36	39
25	13	15	17	77	34	37	40
26	14	15	17	78	35	37	40
27	14	16	18	79	35	38	41
28	15	16	18	80	35	38	41
29	15	17	19	81	36	38	41
30	16	17	19	82	36	39	42
31	16	18	19	83	37	39	42
32	16	18	20	84	37	40	43
33	17	19	20	85	37	40	43
34	17	19	21	86	38	40	44
35	18	19	21	87	38	41	44
36	18	20	22	88	39	41	44
37	18	20	22	89	39	42	45
38	19	21	23	90	39	42	45
39	19	21	23	91	40	42	46
40	20	22	24	92	40	43	46
41	20	22	24	93	40	43	46
42	21	22	25	94	41	44	47
43	21	23	25	95	41	44	47
44	21	23	25	96	42	44	48
45	22	24	26	97	42	45	48
46	22	24	26	98	42	45	49
47	23	25	27	99	43	46	49
48	23	25	27	100	43	46	49
49	23	25	28	200	80	84	89
50	24	26	28	300	117	122	127
51	24	26	29	400	152	158	165
52	25	27	29	500	188	194	202
53	25	27	29	1.000	363	372	383
54	25	27	30	2.000	709	722	737
55	26	28	30				
56	26	28	31				

La Tabla B ha sido reproducida de la Tabla de E.B. Roessler, J. Warren y J.F. Guymon, publicada en Food Research, 13, 503-505 (1948).

TABLA C

Valores de chi-cuadrado para significación a varios niveles

Grados de libertad	Niveles de significación				
	100/o	50/o	250/o	10/o	0.50/o
1.....	2.71	3.84	5.02	6.63	7.83
2.....	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3.....	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8
4.....	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5.....	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7
6.....	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5
7.....	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3
8.....	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0
9.....	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6
10.....	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2
11.....	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8
12.....	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3
13.....	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8
14.....	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3
15.....	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8
16.....	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3
17.....	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7
18.....	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2
19.....	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6
20.....	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0
21.....	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4
22.....	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8
23.....	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2
24.....	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6
25.....	34.4	37.7	40.6	44.3	46.5
26.....	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3
27.....	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6
28.....	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0
29.....	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3
30.....	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7

Tomado de C.M. Thompson, Biometrika, Vol. 32, 188-189.

TABLA D-1

Ranking requerido para establecer significación al 5% (p < .05)

Número de repeticiones	Número de tratamientos o productos										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21
	-	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
4	-	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43
	-	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
5	-	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51	17-55	18-60
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-53
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58	21-63	22-69
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	28-56	30-61
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85	39-93	42-101
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76	49-83	53-90
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82	54-90	58-98
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98	49-107	52-117
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89	59-97	64-105
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125
	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95	65-103	70-112
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	58-122	63-132
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101	70-110	75-120
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117	63-129	68-140
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	69-107	75-117	81-127
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	68-136	73-148
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119	86-130	93-141
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	99-148
20	26-34	32-48	39-61	45-95	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-155

Cada bloque de 4 números representa: menor ranking total no significativo-mayor ranking total no significativo, para cualquier serie de tratamientos. Menor ranking total no significativo-mayor ranking total no significativo, para una serie de tratamientos que incluye un tratamiento de comparación.

TABLA D-2 ✓

Ranking requerido para establecer significación al 1% ($p < .01$)

Número de repeticiones	Número de tratamientos o productos										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	3-19	3-21	3-23
4	—	—	—	4-14	4-17	4-20	5-22	5-25	6-27	6-30	6-33
5	—	—	5-15	5-19	5-23	5-27	6-30	6-34	6-38	6-42	7-45
6	—	—	6-19	6-18	6-22	7-25	8-28	8-32	9-35	10-38	10-42
7	—	6-14	7-18	7-23	7-28	8-32	8-37	9-41	9-46	10-50	10-55
8	—	7-17	8-22	8-22	9-26	10-30	11-34	12-38	13-42	14-46	15-50
9	—	8-20	9-21	9-27	10-26	12-30	13-35	14-40	16-44	17-49	18-54
10	—	8-20	10-25	11-31	12-37	13-43	14-49	15-55	16-61	17-67	18-73
11	8-13	9-19	11-24	12-30	14-35	16-40	18-45	19-51	21-56	23-61	25-66
12	9-15	10-22	11-29	13-35	14-42	16-48	17-55	19-61	20-68	21-75	23-81
13	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	19-45	21-51	23-57	25-63	28-68	30-74
14	10-17	12-24	13-32	15-39	17-46	19-53	21-60	22-68	24-75	26-82	27-90
15	10-17	12-24	15-30	17-37	20-43	22-50	25-56	27-63	30-69	32-76	35-82
16	11-19	13-27	15-35	18-42	20-50	22-58	24-66	26-74	28-82	30-90	32-98
17	11-19	14-26	17-33	20-40	23-47	25-55	28-62	31-69	34-76	37-83	40-90
18	12-21	15-29	17-38	20-46	22-55	25-63	27-72	30-80	32-89	34-98	37-106
19	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	29-59	32-67	35-75	39-82	42-90	45-98
20	14-22	17-31	19-41	22-50	25-59	28-68	31-77	33-87	36-96	39-105	42-114
21	14-22	18-30	21-39	25-47	28-56	32-64	36-72	39-81	43-89	47-97	50-106
22	15-24	18-34	21-44	25-53	28-63	31-73	34-83	37-93	40-103	43-113	46-123
23	15-24	19-33	23-42	27-51	31-60	35-69	39-78	44-86	48-95	52-104	56-113
24	16-26	20-36	24-46	27-57	31-67	34-78	38-88	41-98	45-109	48-120	51-131
25	17-25	21-35	25-45	30-54	34-64	39-73	43-83	48-92	52-102	57-121	61-121
26	18-27	22-38	26-49	30-60	34-71	37-83	41-94	45-105	49-116	53-127	56-139
27	18-27	23-37	28-47	32-58	37-68	42-78	47-88	52-98	57-108	62-118	67-128
28	19-29	23-41	28-52	32-64	36-76	41-87	45-99	49-111	53-123	57-135	62-146
29	19-29	25-39	30-50	35-61	40-72	46-82	51-93	56-104	61-115	67-125	72-136
30	20-31	25-43	30-55	35-67	39-80	44-92	49-104	53-117	58-129	62-142	67-154
31	21-30	26-42	32-53	38-64	43-76	49-87	55-98	60-110	66-121	72-132	78-143
32	22-32	27-45	32-58	37-71	42-84	47-97	52-110	57-123	62-136	67-149	72-162
33	22-32	28-44	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	62-118	68-130	73-143	79-155
34	23-34	29-47	34-61	40-74	45-88	50-102	56-115	61-129	67-142	72-156	77-170
35	24-33	30-46	36-59	43-71	49-84	56-96	62-109	69-121	76-133	82-146	89-158
36	24-36	30-50	36-64	42-78	48-92	54-106	60-120	65-135	71-149	77-163	82-178
37	25-35	32-48	38-62	45-75	52-88	59-101	66-114	73-127	80-140	87-153	94-166

Las Tablas D-1 y D-2 corresponden a una reproducción de las Tablas de A. Kramer, publicadas en Food Technol. 17 (12), 124-125 (1963).

TABLA F
Puntos de porcentaje Q, arriba de 50/o en Amplitud Student*†

Grados de libertad, f	Número de tratamientos, a																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	18.0	26.7	32.8	37.2	40.5	43.1	45.4	47.3	49.1	50.6	51.9	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58.0	58.8	59.6	
2	6.09	8.28	9.80	10.89	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.36	16.57	16.77	
3	4.50	5.88	6.83	7.51	8.04	8.47	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.16	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.12	11.24	
4	3.93	5.00	5.76	6.31	6.73	7.06	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.67	8.80	8.92	9.03	9.14	9.24	
5	3.61	4.54	5.18	5.64	5.99	6.28	6.52	6.74	6.93	7.10	7.25	7.39	7.52	7.64	7.75	7.86	7.95	8.04	8.13	
6	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.04	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.35	5.59	5.80	5.99	6.15	6.29	6.42	6.54	6.65	6.75	6.84	6.93	7.01	7.08	7.16	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	
9	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.65	
10	3.15	3.88	4.33	4.66	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.12	6.20	6.27	6.34	6.41	6.47	
11	3.11	3.82	4.26	4.58	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.14	6.20	6.27	6.33	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	
13	3.06	3.73	4.15	4.46	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.06	6.11	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.03	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.91	5.96	
16	3.00	3.65	4.05	4.34	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90	
17	2.98	3.62	4.02	4.31	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84	
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.83	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	
19	2.96	3.59	3.98	4.26	4.47	4.64	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	
20	2.95	3.58	3.96	4.24	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.55	5.59	
30	2.89	3.48	3.84	4.11	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48	
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82	4.90	4.98	5.05	5.11	5.17	5.22	5.27	5.32	5.36	
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24	
120	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13	
∞	2.77	3.32	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.84	4.89	4.93	4.97	5.01	

* Tomado de Biometrika, 39:192 (1952)

† En el original, en inglés: Studentized Range.

TABLA G-1
Rangos significativos al 50/o, para el test de Rango Múltiple de Duncan

$\frac{k}{n_1}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	50	100
1.....	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
2.....	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
3.....	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
4.....	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
5.....	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
6.....	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
7.....	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
8.....	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
9.....	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
10.....	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.48	3.48	3.48
11.....	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48	3.48
12.....	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48	3.48
13.....	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
14.....	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
15.....	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
16.....	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
17.....	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
18.....	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
19.....	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
20.....	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47
22.....	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
24.....	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
26.....	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
28.....	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
30.....	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47
40.....	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47
60.....	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47	3.48	3.48
100.....	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47	3.53	3.53
∞	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47	3.61	3.67

Con niveles de protección especial basados en los grados de libertad.
 Tomado de: D.B. Duncan, "Multiple Range and Multiple F Tests", Biometrics, Marzo 1955.

TABLA G-2
Rangos significativos al 10/o, para el test de Rango Múltiple de Duncan

$n_i \backslash k$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	50	100
1.....	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2.....	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
3.....	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3
4.....	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5
5.....	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.8
6.....	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3
7.....	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0
8.....	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8
9.....	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7
10.....	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55	5.55	5.55
11.....	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39	5.39	5.39
12.....	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.24	5.26	5.26	5.26
13.....	4.26	4.48	4.62	4.69	4.74	4.81	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15	5.15	5.15
14.....	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07	5.07	5.07
15.....	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00	5.00	5.00
16.....	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94	4.94	4.94
17.....	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89	4.89	4.89
18.....	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85	4.85	4.85
19.....	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82	4.82	4.82
20.....	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79	4.79	4.79
22.....	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75	4.75	4.75
24.....	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72	4.74	4.74
26.....	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69	4.73	4.73
28.....	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67	4.72	4.72
30.....	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65	4.71	4.71
40.....	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59	4.69	4.69
60.....	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53	4.66	4.66
100.....	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48	4.64	4.65
∞	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	4.60	4.68

Con niveles de protección especial basados en los grados de libertad.
Tomado de: D.B. Duncan, "Multiple Range and Multiple F Tests", Biometrics, Marzo de 1955.