

MÉTODOS ANALÍTICOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con evaluadores seleccionados y entrenados previamente (evaluadores analíticos). Las mismas se subdividen en pruebas discriminativas, pruebas que emplean escalas y pruebas descriptivas.

Las pruebas discriminativas permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica.

Las pruebas que utilizan escalas son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial mediante una escala determinada.

En las pruebas descriptivas los evaluadores establecen los descriptores que definen las características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos. En este módulo se analizará la teoría y práctica de los ensayos umbrales, de diferencia y cuantitativos dejando para el módulo 6 el examen de los perfiles descriptivos.

Cualquiera que sea el ensayo a aplicar, es necesario que los evaluadores efectúen la tarea de la manera más objetiva posible, demostrando su capacidad para atender a las instrucciones y ejecutar la tarea como se les solicita.

ENSAYOS ANALÍTICOS Y HABILIDADES SENSORIALES

Cuando se considera como un instrumento de medición, un sistema sensorial tiene una sensibilidad específica hacia una porción del espectro energético. La percepción siempre está dirigida a informar un cambio en el medio ambiente al estimular con un producto, en este caso un alimento. Y lo que puede hacer el ser humano es detectar, discriminar o cuantificar ese cambio. Analizaremos cada una de estas habilidades

1-EL SER HUMANO DETECTA

Pruebas de sensibilidad: Ensayos umbrales

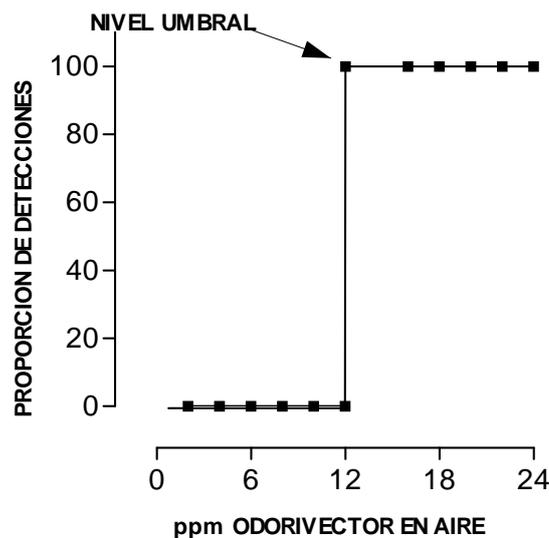
Los umbrales son los límites de nuestras capacidades sensoriales y definen la aparición o desaparición de la sensación, la transformación de una sensación en

otra de diferente intensidad o cualidad y también la saturación en la sensación definida por la ausencia de cambio al incrementar demasiado el estímulo. Contestan el interrogante ¿Existe un estímulo sensorial ?

¿Que tipos de umbrales pueden analizarse?

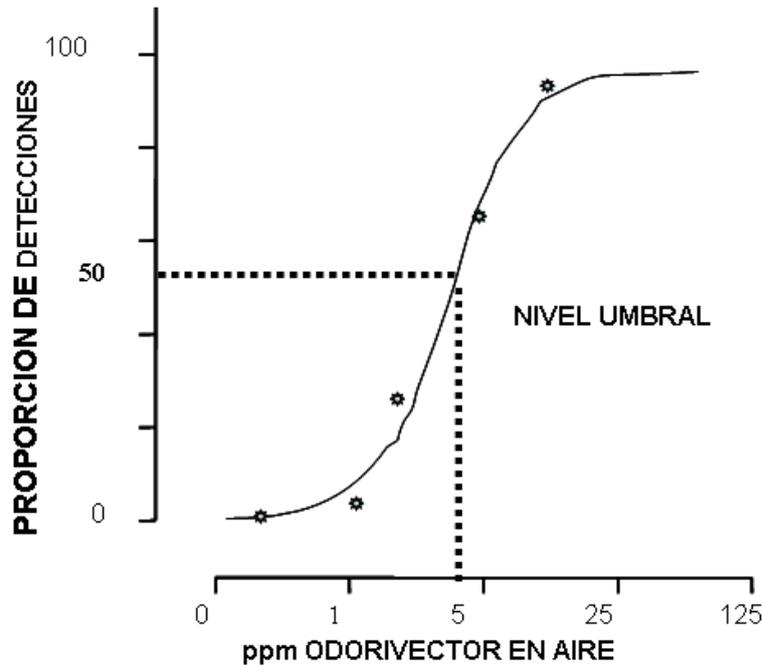
- Umbral de detección o umbral mínimo absoluto: es la mínima cantidad de moléculas necesaria para que el evaluador pueda señalar el pasaje de la no sensación a la sensación.
- Umbral de reconocimiento o identificación: es la mínima concentración necesaria para que el evaluador identifique correctamente al estímulo.
- Umbral diferencial o diferencia apenas perceptible: señala el límite en que una sensación se diferencia de otra.
- Umbral máximo o terminal: En el otro extremo del rango perceptual, donde la intensidad es muy alta, los receptores se saturan y no se obtiene una respuesta mayor al aumentar la concentración del estímulo.

La noción convencional de un umbral implica que este es un valor único, en el gráfico se representa un valor límite de concentración de un odorivector en aire (por ejemplo 12 ppm) por debajo del cual no puede ser detectado y por encima siempre es detectado.



En realidad, el concepto de umbral en vez de revelarse como un valor fijo se explica mejor como un valor variable sobre un continuo físico o fisicoquímico. Por convención

el umbral de un individuo o de un grupo de evaluadores se logra cuando la proporción de respuestas correctas supera a los aciertos esperados por azar, operativamente se describe como la concentración que se puede detectar el 50 % de las veces.



Método de los límites para determinar umbrales

Los evaluadores son previamente entrenados en que cualidad buscar, para eso se les presenta una concentración ligeramente supraumbral para que se familiaricen con el estímulo.

En esta prueba se presentan una serie de muestras con diferentes concentraciones de un mismo estímulo, representando de forma ascendente o descendente una serie aritmética o geométrica de concentración. El rango de concentración debe ser escalonado en 6 a 10 pasos

Las muestras de la serie son presentadas en orden de concentración

Los evaluadores juzgan la presencia o ausencia de la cualidad

El umbral es el promedio del valor obtenido en las series ascendente y descendente.

Ejemplo de planilla utilizada para la prueba de umbral de gusto

Nombre y apellido _____	Fecha _____					
Ud. recibe 6 muestras, pruébelas cuidadosamente comenzando por la primera de la izquierda y continúe en orden sucesivo. Marque con una X en cuál solución Ud. detecta un gusto diferente del agua, continúe probando el resto de las soluciones hasta tanto confirme el gusto y anote (Du, Am, Sa o Ag) en dicha solución al identificar el gusto dulce, amargo, salado o agrio.						
Muestras	524	485	314	783	439	957
Respuestas	___	___	___	___	___	___

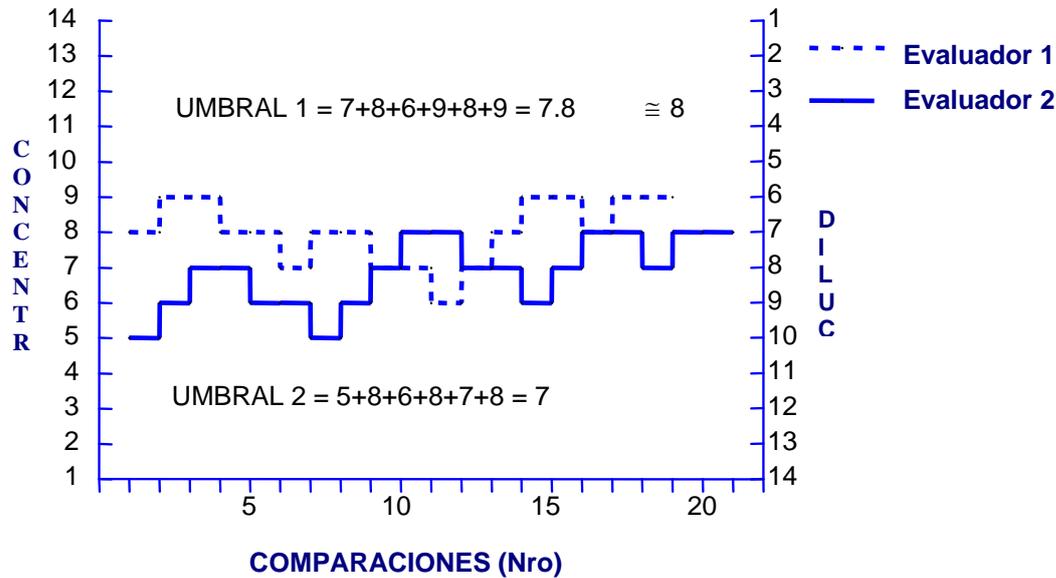
Metodología de elección forzada para ensayos umbrales

Para minimizar los efectos de adaptación y expectativa se introdujo en la década del 60 el método de la escalera, en principio el experimentador comienza un esquema de presentación de las muestras como en el método de los límites pero lo revierte cuando el evaluador responde correctamente y luego cuando lo hace incorrectamente.

Instrucción para realizar la determinación umbral

Cada panelista elige la muestra que presenta olor en cada comparación por pares (blanco y odorivector). Si acierta dos comparaciones seguidas se presenta una concentración menor, si se equivoca una vez se le presenta una concentración mayor y así sucesivamente.

El valor umbral es el promedio de las últimas 6 inversiones.



2-EL SER HUMANO DISCRIMINA

Ensayos discriminativos

A-Pruebas de diferencias globales

Son ensayos como los del triángulo, dúo-trío, dos de cinco, diseñados para demostrar si los evaluadores pueden detectar una diferencia general entre las muestras. Contestan el interrogante ¿Existe una diferencia sensorial entre las muestras?

Ensayo Triangular

Permite determinar si existe una diferencia global sin identificar atributos específicos

Consiste en presentar tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente, el evaluador tiene que identificar la muestra diferente.

Puede aplicarse para:

- Determinar si las diferencias entre productos resultan de un cambio en los ingredientes, el procesamiento, el embalaje o el almacenamiento
- Seleccionar y monitorear evaluadores por su habilidad para discriminar una determinada diferencia

En Argentina, la Norma IRAM 20008:1997, (ISO 4120:2004) “Análisis sensorial. Metodología. Ensayo triangular” se encuentra actualmente en revisión. En ella se indican variadas pautas de procedimiento. Los evaluadores deben estar familiarizados con el procedimiento de evaluación y con el producto a ensayar. Se debe ofrecer orientación previa al ensayo.

Procedimiento: preparar tríadas en múltiplos de las seis combinaciones posibles (ABB, BAA, AAB, BBA, ABA y BAB, hojas de trabajo y planillas de evaluación antes del ensayo para utilizar igual número de las seis secuencias de los dos productos, A y B.

Ejemplo de planilla de trabajo para el ensayo triangular tomando 30 evaluadores (es muy conveniente que este número sea múltiplo de 6 (seis combinaciones posibles) pero sino es deseable tomar la precaución indicada con respecto a balancear secuencias.

Eval	Secuencia	Códigos			Eval	Secuencia	Códigos		
1	ABB	324	271	509	16	BBA	509	271	324
2	BAA	509	324	107	17	ABA	324	509	107
3	AAB	107	324	509	18	BAB	509	324	271
4	BBA	509	271	324	19	ABB	324	271	509
5	ABA	324	509	107	20	BAA	509	324	107
6	BAB	509	324	271	21	AAB	107	324	509
7	ABB	324	271	509	22	AAB	324	107	509
8	ABB	324	509	271	23	ABA	324	509	107
9	AAB	324	107	509	24	BAB	509	324	271
10	BBA	271	509	324	25	ABB	324	271	509
11	ABA	324	509	107	26	BAA	509	324	107
12	BAB	509	324	271	27	BBA	271	509	324
13	BAA	509	107	324	28	BBA	509	271	324
14	BAA	509	324	107	29	ABA	324	509	107
15	AAB	107	324	509	30	BAB	509	324	271

A se codifica con 324 y 107 y B se codifica con 509 y 271

ENSAYO TRIANGULAR CON EL RESULTADO INDIVIDUAL

Nombre: ev.5		
Fecha:		
Tipo de muestra:		
Instrucciones: Se le presentan tres muestras codificadas dos de ellas son idénticas y una		
<table border="1"><tr><td>TRÍADA 324-509-107</td><td>CUAL ES LA DISTINTA? 509</td></tr></table>	TRÍADA 324-509-107	CUAL ES LA DISTINTA? 509
TRÍADA 324-509-107	CUAL ES LA DISTINTA? 509	

El término examine puede reemplazarse por: olfatee, friccione, comprima, observe, etc...

RESPUESTA CORRECTA

ENSAYO TRIANGULAR CON EL RESULTADO INDIVIDUAL

Nombre: ev.8	Fecha:	
Tipo de muestra:		
Instrucciones: Se le presentan tres muestras codificadas dos de ellas son idénticas y una diferente. Examine de izquierda a derecha las tres muestras e indique cual es la muestra diferente. Si no detecta la diferente elija igual la que le parezca distinta.		
<table border="1"><tr><td>TRÍADA 324-509-271</td><td>CUAL ES LA DISTINTA 509</td></tr></table>	TRÍADA 324-509-271	CUAL ES LA DISTINTA 509
TRÍADA 324-509-271	CUAL ES LA DISTINTA 509	

RESPUESTA INCORRECTA

Esta prueba tiene la ventaja de que la probabilidad de respuestas por efectos del azar es $1/3$ (33 %), es decir menor que en la prueba pareada y dúo-trío, en las cuales es del 50%, de ahí que en la práctica sea de mayor utilidad.

El número de evaluadores a emplear debe incrementarse a medida que se desee detectar

diferencias más pequeñas entre las muestras. Sin embargo en la práctica está condicionado a diversos factores, como son: tiempo destinado para la experiencia, número de evaluadores realmente disponibles, y cantidad de producto.

Cuando se aplica la prueba con el propósito de determinar diferencia, el número de evaluadores recomendado debe oscilar entre 24 y 30, en cambio cuando se desea probar sensibilidad equivalente (similitud entre las muestras), se requiere una mayor cantidad de evaluadores, aproximadamente el doble, esto es 60.

TIPOS DE ERRORES A CONTROLAR

Ejemplo 1:

una empresa estudia la posibilidad de invertir en un nuevo proceso de elaboración que mejoraría la calidad del producto. Aquí es necesario evitar decir que el nuevo proceso es mejor si en realidad es igual al viejo proceso, o sea quiero evitar cometer el error Tipo I.

La probabilidad de cometer error Tipo I se simboliza con α y también recibe el nombre de nivel de significación; en el caso del nuevo proceso, si la inversión es cuantiosa, se tomará un valor de $\alpha < 0,01$ (1%).

Ejemplo2:

se presenta la oportunidad de cambiar el gelificante en una crema para lograr mayor rendimiento sin modificar la textura. El productor no quiere decir que el producto sale sensorialmente igual (aceptar H_0) si en realidad es distinto (o sea H_0 es falsa). En este caso quiero evitar cometer un error Tipo II.

Si se considera que el riesgo de modificar el producto es grande, porque es un producto líder del mercado, se elige un nivel de probabilidad que reduzca al mínimo la posibilidad de cometer error de tipo II y se toma un valor de $\beta > 0,20$ (20%).

El tipo de error - I o II - que hay que evitar, y la probabilidad de cometerlo se especifican en la etapa de diseño del experimento.

El problema de elegir el tamaño de la muestra al encarar un ensayo discriminativo

La Norma ISO 4120 aborda el problema de elegir el tamaño de la muestra o sea el número de candidatos que deben participar de un ensayo discriminativo según la sensibilidad estadística a partir de los valores de P_d , α , β que se planteen,

donde:

- α : Probabilidad de detectar diferencia cuando realmente no existe. Se conoce como error de tipo I, o falsos positivos.

- β : Probabilidad de concluir que no hay diferencia perceptible cuando realmente existe. Se conoce como el error de tipo II, o falsos negativos.
- Pd: Proporción de evaluadores para los cuales es perceptible la diferencia entre dos productos.

Como regla general, la significación estadística es:

- α de 10 a 5% (0.10-0,05) indica evidencia ligera de que la diferencia es detectada.
- α de 5 a 1% (0.05-0,01) indica evidencia moderada de que la diferencia es detectada.
- α de 1 a 0,1% (0.01-0,001) indica evidencia fuerte de que la diferencia es detectada.
- α menor de 0,1% ($<0,001$) indica evidencia muy fuerte de que la diferencia es detectada.

Para el error de tipo β , la fortaleza de la evidencia de detectar diferencia entre las muestras se establece de igual manera que para el error α , con la diferencia que se sustituye “la .diferencia es detectada”, por “la diferencia no es detectada”.

Como se calcula Pd?

Es la proporción de evaluadores capaces de distinguir entre las muestras

$x = n^\circ$ de respuestas correctas

$n = N^\circ$ total de respuestas

Proporción Rtas. Correctas = x / n donde

X es la suma de las respuestas de los evaluadores

- Que discriminan en forma consistente la muestra diferente
- Que aciertan sólo por azar

Entonces $p_c = p_d + 1/3 (1 - p_d)$ y

$$p_d = 1,5p_c - 0,5$$

Los valores de Pd se establecen a partir teniendo en cuenta tres rangos:

- $Pd < 25\%$ Representa un valor pequeño.
- $25\% < Pd < 35\%$ Representa un valor medio.
- $Pd > 35\%$ Representa un valor elevado.

Queda claro que los valores apropiados para estos parámetros dependen del objetivo del ensayo. Conviene plantear diferentes escenarios con diferentes combinaciones del número de evaluadores (n), el número de respuestas correctas (x) y la máxima proporción de discriminadores (pd) para observar en cada caso el impacto sobre α (error de tipo I) y sobre β (error de tipo II).

Ejemplo de ensayo del triángulo para probar similitud

Un industrial desea reemplazar un jarabe por otro de distinto origen y menor precio sin que se distinga sensorialmente.

Objetivo del ensayo: comprobar la similitud de ambas formulaciones con los jarabes entregados por el proveedor acostumbrado y el alternativo.

Número de evaluadores: para determinarlo hay que elegir α , β y p_d

Primer planteo (el ideal):

Observando la Tabla del mínimo número de evaluadores para un ensayo triangular el analista sensorial intentó obtener una máxima protección contra una conclusión errónea de similitud y fijó β en 0,1% ($\beta=0,001$), indicó que al menos 20% de la población podría discriminar las muestras ($p_d=0,20$) y fijó $\alpha=0,1$. Con esos valores al entrar en la Tabla 1 sale que necesita 260 evaluadores .

Segundo planteo (el realista):

Para disminuir los costos del ensayo fijó los siguiente valores: $\beta=1\%$ ($\beta=0,01$), $\alpha=0,20$ y $p_d=30\%$. Así cuando se entra en la Tabla 1 requiere 64 evaluadores. Entonces presenta el ensayo triangular a 66 evaluadores (recordar que deben ser múltiplos de 6).

Tabla 1: Número mínimo de evaluadores para ensayo del triángulo

α		b							
		0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
	$p_d = 50\%$								
0.40		3	3	3	6	8	9	15	26
0.30		3	3	3	7	8	11	19	30
0.20		4	6	7	7	12	16	25	36
0.10		7	8	8	12	15	20	30	43
0.05		7	9	11	16	20	23	35	48
0.01		13	15	19	25	30	35	47	62
0.001		22	26	30	36	43	48	62	81
	$p_d = 40\%$								
0.40		3	3	6	6	9	15	26	41
0.30		3	3	7	8	11	19	30	47
0.20		6	7	7	12	17	25	36	55
0.10		8	10	15	17	25	30	46	67
0.05		11	15	16	23	30	40	57	79
0.01		21	26	30	35	47	56	76	102
0.001		36	39	48	55	68	76	102	130
	$p_d = 30\%$								
0.40		3	6	6	9	15	26	44	73
0.30		3	8	8	16	22	30	53	84
0.20		7	12	17	20	28	39	64	97
0.10		15	15	20	30	43	54	81	119
0.05		16	23	30	40	53	66	98	136
0.01		33	40	52	62	82	97	131	181
0.001		61	69	81	93	120	138	181	233
	$p_d = 20\%$								
0.40		6	9	12	18	35	50	94	153
0.30		8	11	19	30	47	67	116	183
0.20		12	20	28	39	64	86	140	212
0.10		25	33	46	62	89	119	178	260
0.05		40	48	66	87	117	147	213	305
0.01		72	92	110	136	176	211	292	397
0.001		130	148	176	207	257	302	396	513
	$p_d = 10\%$								
0.40		9	18	38	70	132	197	360	598
0.30		19	36	64	102	180	256	430	690
0.20		39	64	103	149	238	325	539	819
0.10		89	125	175	240	348	457	683	1011
0.05		144	191	249	325	447	572	828	1178
0.01		284	350	425	525	680	824	1132	1539
0.001		494	579	681	803	996	1165	1530	1992

El método más simple para conocer la significación de los resultados cuando se analizan dos muestras (pareada, dúo-trío, triangular) es a través de la comparación de los datos obtenidos experimentalmente con los valores registrados en tablas estadísticas.

Cuando el objetivo del ensayo es probar que existe diferencia la Tabla 2 ofrece el número mínimo de juicios correctos necesarios (columnas) en función del número total (n) de pruebas realizadas (filas), para rechazar la hipótesis nula (H_0) según el nivel de significación prefijado. Se rechaza H_0 , es decir se rechaza la suposición de que no hay diferencia si el número de respuestas correctas es igual o más grande que el valor indicado en Tabla 2. Si, por el contrario el objetivo del ensayo es probar que las muestras son similares y no existe diferencia, el número de respuestas correctas debe ser menor que el valor indicado en Tabla 2.

En el ejemplo anterior para reemplazar un jarabe por otro de distinto origen y menor precio sin que haya distinción sensorial, de los 66 participantes, 21 eligieron la muestra diferente correctamente. En la Tabla 2 se observa que debe haber un mínimo de 26 aciertos. Conclusión: se puede indicar con un 99% de confianza que la proporción de la población que percibirá una diferencia es menor del 30% entonces se puede reemplazar el jarabe.

Tabla 2: Número crítico de respuestas correctas en el ensayo triangular

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3	—	—	31	12	13	14	15	16	18	20
4	3	3	3	4	4	—	—	32	12	13	14	15	16	18	20
5	3	3	4	4	4	5	—	33	13	13	14	15	17	18	21
6	3	4	4	5	5	6	—	34	13	14	15	16	17	19	21
7	4	4	4	5	5	6	7	35	13	14	15	16	17	19	22
8	4	4	5	5	6	7	8	36	14	14	15	17	18	20	22
9	4	5	5	6	6	7	8	42	16	17	18	19	20	22	25
10	5	5	6	6	7	8	9	48	18	19	20	21	22	25	27
11	5	5	6	7	7	8	10	54	20	21	22	23	25	27	30
12	5	6	6	7	8	9	10	60	22	23	24	26	27	30	33
13	6	6	7	8	8	9	11	66	24	25	26	28	29	32	35
14	6	7	7	8	9	10	11	72	26	27	28	30	32	34	38
15	6	7	8	8	9	10	12	78	28	29	30	32	34	37	40
16	7	7	8	9	9	11	12	84	30	31	33	35	36	39	43
17	7	8	8	9	10	11	13	90	32	33	35	37	38	42	45
18	7	8	9	10	10	12	13	96	34	35	37	39	41	44	48
19	8	8	9	10	11	12	14	102	36	37	39	41	43	46	50
20	8	9	9	10	11	13	14	108	38	40	41	43	45	49	53
21	8	9	10	11	12	13	15	114	40	42	43	45	47	51	55
22	9	9	10	11	12	14	15	120	42	44	45	48	50	53	57
23	9	10	11	12	12	14	16	126	44	46	47	50	52	56	60
24	10	10	11	12	13	15	16	132	46	48	50	52	54	58	62
25	10	11	11	12	13	15	17	138	48	50	52	54	56	60	64
26	10	11	12	13	14	15	17	144	50	52	54	56	58	62	67
27	11	11	12	13	14	16	18	150	52	54	56	58	61	65	69
28	11	12	12	14	15	16	18	156	54	56	58	61	63	67	72
29	11	12	13	14	15	17	19	162	56	58	60	63	65	69	74
30	12	12	13	14	15	17	19	168	58	60	62	65	67	71	76
								174	61	62	64	67	69	74	79
								180	63	64	66	69	71	76	81

Prueba Dúo-Trío.

En esta prueba se presenta al juez, una muestra identificada como referencia o control y dos muestras debidamente codificadas, de las cuales una necesariamente tiene que ser igual a la referencia.

La tarea del juez es identificar cual de las muestras incógnitas es igual a la referencia.

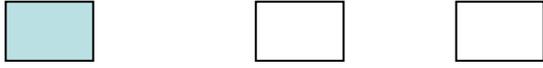
La prueba es fácil y sencilla de realizar. Los alcances son similares a los del ensayo triangular.

Evaluadores: Mínimo: más de 15, preferible: más de 30.

Como regla general con menos de 30 evaluadores el error β es grande. Mejora la discriminación si se administra el ensayo a 30-40 o más evaluadores.

Se considera una prueba de una cola, teniendo el juez la misma probabilidad de aciertos que en la prueba pareada, ($p=1/2$), siendo el procesamiento estadístico similar.

Planilla para ensayo duo-trío

Nombre:	Fecha:
Tipo de muestra:	
Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha. La muestra de la izquierda es una referencia. Determine cual de las dos muestras codificadas es igual a la referencia. Si no detecta la diferencia Ud. debe elegir de todos modos la que le parezca igual a la referencia	
Referencia	
	
Comentarios	

Existen dos modalidades de ensayo

1. Referencia constante: la misma muestra originada de la producción estándar es siempre la referencia. Se aplica esta variante con evaluadores entrenados o cuando puede aplicarse como ref. un producto bien conocido.

Método de referencia constante

La muestra A es la de referencia

Orden de Presentación

Evaluador	Serie 1	Serie 2
1	R AB	R BA
2	R BA	R BA
3	R AB	R AB
4	R BA	R AB
5	R AB	R AB
6	R BA	R AB

- Referencia balanceada: ambas muestras a comparar se utilizan al azar como referencia. Se aplica con evaluadores no entrenados o si ambas muestras son desconocidas.

Método de referencia balanceada

Las dos muestras A y B sirven de referencia

Orden de Presentación

Evaluador	Serie 1	Serie 2
1	R ^A AB	R ^B AB
2	R ^A BA	R ^B BA
3	R ^A AB	R ^B AB
4	R ^A BA	R ^B BA
5	R ^A AB	R ^B AB
6	R ^B BA	R ^A BA

Ejemplo de aplicación del ensayo duo-trío con el método de la referencia constante:

Un cervecero tiene la posibilidad de cambiar de proveedor de envase, el proveedor original es A que le ha provisto envases por años y B, es un proveedor nuevo que dice que el reemplazo de envase extenderá la vida útil del producto. El cervecero piensa que es importante balancear el riesgo de introducir un cambio inesperado en su cerveza versus el de pasar por alto la oportunidad de extender la vida útil de su producto. Es apropiada una prueba de dúo-trío con referencia constante porque los evaluadores están muy familiarizados con el sabor de la cerveza.

El analista sensorial deduce junto al cliente que una Pd= 30% que pueda detectar una diferencia no implica mayor riesgo para el mercado del cervecero. El tiene más temor de introducir un cambio no deseado en el flavor de cerveza al cambiar de envase por lo que el analista decide fijar un $\alpha = 0.10$ y un $\beta = 0.05$. Se debe consultar la Tabla 3 para conocer el número de evaluadores que deben participar según estas exigencias estadísticas.

Tabla 3: Número mínimo de evaluadores para ensayos dúo-trío y de diferencia direccional de una cola

<i>a</i>		<i>b</i>							
		0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
	<i>p_d</i> = 50%								
	<i>p_{max}</i> = 75%								
0.40		2	4	4	6	10	14	27	41
0.30		2	5	7	9	13	20	30	47
0.20		5	5	10	12	19	26	39	58
0.10		9	9	14	19	26	33	48	70
0.05		13	16	18	23	33	42	58	82
0.01		22	27	33	40	50	59	80	107
0.001		38	43	51	61	71	83	107	140
	<i>p_d</i> = 40%								
	<i>p_{max}</i> = 70%								
0.40		4	4	6	8	14	25	41	70
0.30		5	7	9	13	22	28	49	78
0.20		5	10	12	19	30	39	60	94
0.10		14	19	21	28	39	53	79	113
0.05		18	23	30	37	53	67	93	132
0.01		35	42	52	64	80	96	130	174
0.001		61	71	81	95	117	135	176	228
	<i>p_d</i> = 30%								
	<i>p_{max}</i> = 65%								
0.40		4	6	8	14	29	41	76	120
0.30		7	9	13	24	39	53	88	144
0.20		10	17	21	32	49	68	110	166
0.10		21	28	37	53	72	96	145	208
0.05		30	42	53	69	93	119	173	243
0.01		64	78	89	112	143	174	235	319
0.001		107	126	144	172	210	246	318	412
	<i>p_d</i> = 20%								
	<i>p_{max}</i> = 60%								
0.40		6	10	23	35	59	94	171	282
0.30		11	22	30	49	84	119	205	327
0.20		21	32	49	77	112	158	253	384
0.10		46	66	85	115	168	214	322	471
0.05		71	93	119	158	213	268	392	554
0.01		141	167	207	252	325	391	535	726
0.001		241	281	327	386	479	556	731	944
	<i>p_d</i> = 10%								
	<i>p_{max}</i> = 55%								
0.40		10	35	61	124	237	362	672	1124
0.30		30	72	117	199	333	479	810	1302
0.20		81	129	193	294	451	618	1006	1555
0.10		170	239	337	461	658	861	1310	1905
0.05		281	369	475	620	866	1092	1583	2237
0.01		550	665	820	1007	1301	1582	2170	2927
0.001		961	1125	1309	1551	1908	2248	2937	3812

Consultando la Tabla 3 y entrando con los valores estipulados se observa que se requieren 96 evaluadores para el ensayo.

El procedimiento del ensayo incluye entonces la preparación de 192 vasos de cerveza A y 96 vasos de cerveza B que son servidas a los evaluadores en 48 combinaciones AAB y 48 combinaciones ABA comenzando siempre la prueba de izquierda a derecha y siempre con la cerveza A de referencia. El resultado es que 50 evaluadores aciertan a encontrar la muestra B como diferente. En la Tabla 4 se aprecia que para un $n= 96$ deben registrarse 55 o más aciertos para un nivel de significación del 10% y 57 para un nivel de significación de 5%. Por lo tanto se concluye que no hay diferencia significativa de flavor y esto posibilita el reemplazo de envase.

Tabla 4: Número crítico de respuestas correctas en los ensayos dúo-trío y diferencia direccional de una cola

n	a							n	a						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
2	2	2	—	—	—	—	—	31	17	18	19	20	21	23	25
3	3	3	3	—	—	—	—	32	18	18	19	21	22	24	26
4	3	4	4	4	—	—	—	33	18	19	20	21	22	24	26
5	4	4	4	5	5	—	—	34	19	20	20	22	23	25	27
6	4	5	5	6	6	—	—	35	19	20	21	22	23	25	27
7	5	5	6	6	7	7	—	36	20	21	22	23	24	26	28
8	5	6	6	7	7	8	—	40	22	23	24	25	26	28	31
9	6	6	7	7	8	9	—	44	24	25	26	27	28	31	33
10	6	7	7	8	9	10	10	48	26	27	28	29	31	33	36
11	7	7	8	9	9	10	11	52	28	29	30	32	33	35	38
12	7	8	8	9	10	11	12	56	30	31	32	34	35	38	40
13	8	8	9	10	10	12	13	60	32	33	34	36	37	40	43
14	8	9	10	10	11	12	13	64	34	35	36	38	40	42	45
15	9	10	10	11	12	13	14	68	36	37	38	40	42	45	48
16	10	10	11	12	12	14	15	72	38	39	41	42	44	47	50
17	10	11	11	12	13	14	16	76	40	41	43	45	46	49	52
18	11	11	12	13	13	15	16	80	42	43	45	47	48	51	55
19	11	12	12	13	14	15	17	84	44	45	47	49	51	54	57
20	12	12	13	14	15	16	18	88	46	47	49	51	53	56	59
21	12	13	13	14	15	17	18	92	48	50	51	53	55	58	62
22	13	13	14	15	16	17	19	96	50	52	53	55	57	60	64
23	13	14	15	16	16	18	20	100	52	54	55	57	59	63	66
24	14	14	15	16	17	19	20	104	54	56	57	60	61	65	69
25	14	15	16	17	18	19	21	108	56	58	59	62	64	67	71
26	15	15	16	17	18	20	22	112	58	60	61	64	66	69	73
27	15	16	17	18	19	20	22	116	60	62	64	66	68	71	76
28	16	16	17	18	19	21	23	122	63	65	67	69	71	75	79
29	16	17	18	19	20	22	24	128	66	68	70	72	74	78	82
30	17	17	18	20	20	22	24	134	69	71	73	75	78	81	86
								140	72	74	76	79	81	85	89

Ensayo dos de cinco

Este método es estadísticamente muy eficiente porque la probabilidad de dar una respuesta correcta por chance es de 1/10 comparada con 1/3 para el ensayo triangular.

La desventaja es que este ensayo es influenciado por la fatiga y por efecto de memoria. Por eso sus aplicaciones sirven mejor para evaluaciones auditivas, visuales, táctiles en vez de sabor. Hay que presentar, de ser posible, las muestras simultáneamente, pero si muestran diferencias ligeras en su apariencia pueden presentarse secuencialmente.

Además este método es útil cuando quiere comprobarse una diferencia y hay sólo un pequeño número de evaluadores entrenados disponibles (n=10). Generalmente se emplean 10-20 evaluadores. Los alcances del ensayo son los mismos que para los otros ensayos.

Combinaciones posibles al presentar las muestras

Si el número de evaluadores es distinto de 20 seleccione las combinaciones al azar presentando igual número de combinaciones con 3A y 3 B

aaabb	ababa	bbbaa	babab
aabab	baaba	bbaba	abbab
abaab	abbaa	babba	baabb
baaab	babaa	abbba	ababb
aabba	bbaaa	bbaab	aabbb

Planilla para ensayo dos de cinco

Nombre:	Fecha:
Tipo de muestra:	
Instrucciones:	
Examine las muestras de izquierda a derecha. Dos son de un tipo y las otras tres de otro.	
Identifique el grupo de dos muestras colocando una x	
Izquierda	----- ----- ----- -----
Derecha	-----

Un ejemplo de aplicación de este ensayo es el siguiente:

Un fabricante textil desea reemplazar un poliéster por una mezcla poliéster-nylon pero el ha recibido una queja de que esta mezcla da unas telas más asperas por lo que el objetivo del ensayo es obtener una medida de la diferencia relativa de aspereza entre los dos productos. Como la fatiga no es importante se aplica el ensayo dos de cinco con un pequeño panel de 12 evaluadores entrenados. Se eligen aleatoriamente 12 combinaciones de las 20 enunciadas previamente y se analizan táctilmente. De los 12 evaluadores 9 pudieron agrupar ambos productos exitosamente.

El procedimiento para analizar los resultados consiste en contabilizar el número de respuestas correctas y referirse a la Tabla 5 Número crítico de respuestas correctas en ensayos dos de cinco.

Esta Tabla se indica el número mínimo de respuestas correctas requerido para establecer si hay una diferencia significativa a un nivel de α determinado (columnas) para el número de participantes evaluados (filas).

Hay que rechazar la hipótesis de que no hay diferencia si el número de respuestas correctas iguala o supera el valor indicado en la Tabla 5. El resultado en este caso muestra que la diferencia en aspereza es detectada a un nivel de significación menor que $\alpha = 0.001$ por lo que se informa que la diferencia entre ambas telas es fácilmente detectable

Tabla 5: Número crítico de respuestas correctas en el ensayo dos de cinco

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
2	2	2	—	—	—	—	—	31	17	18	19	20	21	23	25
3	3	3	3	—	—	—	—	32	18	18	19	21	22	24	26
4	3	4	4	4	—	—	—	33	18	19	20	21	22	24	26
5	4	4	4	5	5	—	—	34	19	20	20	22	23	25	27
6	4	5	5	6	6	—	—	35	19	20	21	22	23	25	27
7	5	5	6	6	7	7	—	36	20	21	22	23	24	26	28
8	5	6	6	7	7	8	—	40	22	23	24	25	26	28	31
9	6	6	7	7	8	9	—	44	24	25	26	27	28	31	33
10	6	7	7	8	9	10	10	48	26	27	28	29	31	33	36
11	7	7	8	9	9	10	11	52	28	29	30	32	33	35	38
12	7	8	8	9	10	11	12	56	30	31	32	34	35	38	40
13	8	8	9	10	10	12	13	60	32	33	34	36	37	40	43
14	8	9	10	10	11	12	13	64	34	35	36	38	40	42	45
15	9	10	10	11	12	13	14	68	36	37	38	40	42	45	48
16	10	10	11	12	12	14	15	72	38	39	41	42	44	47	50
17	10	11	11	12	13	14	16	76	40	41	43	45	46	49	52
18	11	11	12	13	13	15	16	80	42	43	45	47	48	51	55
19	11	12	12	13	14	15	17	84	44	45	47	49	51	54	57
20	12	12	13	14	15	16	18	88	46	47	49	51	53	56	59
21	12	13	13	14	15	17	18	92	48	50	51	53	55	58	62
22	13	13	14	15	16	17	19	96	50	52	53	55	57	60	64
23	13	14	15	16	16	18	20	100	52	54	55	57	59	63	66
24	14	14	15	16	17	19	20	104	54	56	57	60	61	65	69
25	14	15	16	17	18	19	21	108	56	58	59	62	64	67	71
26	15	15	16	17	18	20	22	112	58	60	61	64	66	69	73
27	15	16	17	18	19	20	22	116	60	62	64	66	68	71	76
28	16	16	17	18	19	21	23	122	63	65	67	69	71	75	79
29	16	17	18	19	20	22	24	128	66	68	70	72	74	78	82
30	17	17	18	20	20	22	24	134	69	71	73	75	78	81	86
								140	72	74	76	79	81	85	89

B- Pruebas para diferenciar atributos

Se instruye a los evaluadores para que se concentren en un único atributo (dulzor) o unos pocos atributos (sabor a frutilla, dulzor) ignorando el resto. Son ensayos como los de comparación por pares y comparaciones múltiples. Contestan el interrogante ¿Cómo difiere el atributo X entre las muestras?

Prueba de comparación pareada.

Consiste en evaluar simultáneamente dos muestras, con el objetivo de determinar si existe diferencia perceptible entre ellas. Es un procedimiento para determinar si existe una diferencia sensorial perceptible o una semejanza entre muestras de dos productos en lo que concierne a la intensidad de un atributo sensorial. Este ensayo se lo menciona, a veces, como ensayo de diferencia direccional o ensayo o ensayo (2-AFC, “Alternative forced choice”). De hecho, el ensayo de comparación pareada es un ensayo de elección forzada entre 2 alternativas.

El método es efectivo:

- a) Para determinar:
 - si existe una diferencia perceptible (ensayo de diferencia pareada), o
 - si no existe una diferencia perceptible (ensayo de semejanza pareada) cuando, por ejemplo, se hacen modificaciones a los ingredientes, procesamiento, embalaje, manejo u operaciones de almacenaje, o

- b) para seleccionar, entrenar y monitorear evaluadores.

Se puede presentar un par o una serie de pares, teniendo en cuenta que sólo se distingan entre sí por el atributo objeto de estudio. Cada muestra se presentará codificada y en orden balanceado, de tal manera que cada una de ellas aparezca igual número de veces en la posición derecha e izquierda del par. Las muestras se sirven simultánea o secuencialmente. La prueba es fácil de realizar, requiere de poca cantidad de muestras, y el agotamiento del evaluador es relativamente bajo.

Esta prueba puede realizarse como prueba de dos colas, la más común cuando se desconoce la dirección de la diferencia o como prueba de una cola. (cuando sólo un resultado es de interés o sólo una respuesta es la correcta).

Prueba de dos colas.

Cuando se realiza la prueba entre dos muestras y lo que se persigue es simplemente obtener una respuesta de sí existe diferencia o no entre las mismas

Por ejemplo si se quiere averiguar si hay diferencias de dulzor en dos jugos de fruta. En este caso se formularían las hipótesis siguientes:

- a) Hipótesis nula (H_0) = "No hay diferencia de dulzor entre muestras". ($A=B$)
- b) Hipótesis alternativa (H_1) = "Hay diferencia de dulzor entre muestras". ($A \neq B$) y cualquiera de los resultados $A > B$ o $A < B$ es de igual interés.

Prueba de una cola.

En esta prueba se presupone inicialmente que existe diferencia entre las muestras,

- a) Hipótesis nula (H_0) = "Hay diferencia de dulzor entre muestras". ($A \neq B$) o sea ($A > B$ o $A < B$). Esto significa que al plantear que las muestras son diferentes, una puede presentar mayor intensidad que la otra con respecto a un atributo sensorial determinado.
- b) Hipótesis alternativa (H_1) = "A" es más dulce que "B"

Ejemplo de planillas para la prueba pareada.

Si se plantea como prueba de dos colas.

Nombre _____

Fecha _____

Pruebe las muestras recibidas y diga si tienen igual o diferente dulzor, indicándolo con una (x) en el lugar que corresponda. Por favor pruebe las muestras de izquierda a derecha y enjuáguese la boca entre una degustación y otra.

Muestras Diferentes Iguales

418 615 -----

Si se plantea como prueba de una cola.

Nombre _____

Fecha _____

Ud. ha recibido dos muestras codificadas como 418 y 615, pruébelas de izquierda a derecha y marque con una (x) la muestra que considere más dulce. Enjuáguese la boca entre cada par.

Muestras 418 ----- 615-----

Observaciones _____

El número de evaluadores requerido depende de si el ensayo es de una o dos colas y también depende de los valores de sensibilidad del ensayo estadístico, α , β y P_{max} . En los ensayos de comparación pareada el parámetro P_{max} reemplaza a P_d de los ensayos para diferencia global.

P_{max} es el desvío de la igualdad de intensidades (una proporción 50:50 de las opiniones de los participantes) que representa una diferencia significativa para el analista sensorial. Por ejemplo, si para el analista una partición 60:40 en la proporción de evaluadores es un desvío grande de la igualdad de intensidades entonces $P_{max} = 0,60$.

Como regla

- $p_{max} < 55 \%$ representa pequeños desvíos de la igualdad de intensidades
- $55 \% < p_{max} < 65 \%$ representa desvíos medios; y
- $p_{max} > 65 \%$ representa grandes desvíos.

Si el ensayo es de una cola se aplica la Tabla 3 mostrada en el ensayo dúo-trío. y si es de dos colas se aplica la Tabla 6 para encontrar el número mínimo de evaluadores que deben participar del ensayo de acuerdo a la sensibilidad estadística requerida.

Tabla 6: Número mínimo de evaluadores para ensayos de diferencia direccional de dos colas

<i>a</i>		<i>β</i>							
		0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
	<i>p</i> _{max} = 75%								
0.40		5	5	10	12	19	26	39	58
0.30		6	8	11	16	22	29	42	64
0.20		9	9	14	19	26	33	48	70
0.10		13	16	18	23	33	42	58	82
0.05		17	20	25	30	42	49	67	92
0.01		26	34	39	44	57	66	87	117
0.001		42	50	58	66	78	90	117	149
	<i>p</i> _{max} = 70%								
0.40		5	10	12	19	30	39	60	94
0.30		8	13	18	22	33	44	68	102
0.20		14	19	21	28	39	53	79	113
0.10		18	23	30	37	53	67	93	132
0.05		25	35	40	49	65	79	110	149
0.01		44	49	59	73	92	108	144	191
0.001		68	78	90	102	126	147	188	240
	<i>p</i> _{max} = 65%								
0.40		10	17	21	32	49	68	110	166
0.30		13	20	29	42	59	81	125	188
0.20		21	28	37	53	72	96	145	208
0.10		30	42	53	69	93	119	173	243
0.05		44	56	67	90	114	145	199	176
0.01		73	92	108	131	164	195	261	345
0.001		121	140	161	188	229	267	342	440
	<i>p</i> _{max} = 60%								
0.40		21	32	49	77	112	158	253	384
0.30		31	44	66	89	133	179	283	425
0.20		46	66	85	115	168	214	322	471
0.10		71	93	119	158	213	268	392	554
0.05		101	125	158	199	263	327	455	635
0.01		171	204	241	291	373	446	596	796
0.001		276	318	364	425	520	604	781	1010
	<i>p</i> _{max} = 55%								
0.40		81	129	193	294	451	618	1006	1555
0.30		110	173	254	359	550	721	1130	1702
0.20		170	239	337	461	658	861	1310	1905
0.10		281	369	475	620	866	1092	1583	2237
0.05		390	497	620	786	1055	1302	1833	2544
0.01		670	802	963	1167	1493	1782	2408	3203
0.001		1090	1260	1461	1707	2094	2440	3152	4063

Los evaluadores reciben un conjunto de dos muestras codificadas. Hay que preparar igual número de combinaciones AB y BA y distribuirlas aleatorizadamente entre los evaluadores. Ellos designan la muestra que consideran es la más intensa en lo que

respecta al atributo sensorial en consideración. Se debe informar claramente si se permite la respuesta "no hay diferencia". Por lo general se indica que si no distingue certeramente la diferencia arriesgue una opción ya que la elección forzada es la única susceptible de análisis estadístico. Sin embargo si el analista sensorial permite la opción de "no diferencia" puede luego repartir los juicios entre las dos muestras o ignorarlos

Como en este ensayo la probabilidad de responder correctamente por efectos del azar es del 50%, ($p=1/2$), por tanto si las respuestas correctas exceden este porcentaje se puede afirmar que las muestras evaluadas son diferentes. Para conocer si la diferencia es significativa hay que fijar desde un inicio con que nivel de confianza se desea trabajar y posteriormente obtener los datos necesarios para hacer uso de las tablas estadísticas elaboradas al efecto.

En un ensayo unilateral se cuenta el número de respuestas correctas o las respuestas en la dirección de interés comparando con los valores de la Tabla 4. En un ensayo bilateral se cuenta el número más alto de respuestas que se obtienen para una u otra muestra refiriendo a la Tabla 7.

Tabla 7: Número crítico de respuestas correctas en el ensayo de diferencia direccional de dos colas

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
2	—	—	—	—	—	—	—	31	19	19	20	21	22	24	25
3	3	3	—	—	—	—	—	32	19	20	21	22	23	24	26
4	4	4	4	—	—	—	—	33	20	20	21	22	23	25	27
5	4	5	5	5	—	—	—	34	20	21	22	23	24	25	27
6	5	5	6	6	6	—	—	35	21	22	22	23	24	26	28
7	6	6	6	7	7	—	—	36	22	22	23	24	25	27	29
8	6	6	7	7	8	8	—	40	24	24	25	26	27	29	31
9	7	7	7	8	8	9	—	44	26	26	27	28	29	31	34
10	7	8	8	9	9	10	—	48	28	29	29	31	32	34	36
11	8	8	9	9	10	11	11	52	30	31	32	33	34	36	39
12	8	9	9	10	10	11	12	56	32	33	34	35	36	39	41
13	9	9	10	10	11	12	13	60	34	35	36	37	39	41	44
14	10	10	10	11	12	13	14	64	36	37	38	40	41	43	46
15	10	11	11	12	12	13	14	68	38	39	40	42	43	46	48
16	11	11	12	12	13	14	15	72	41	41	42	44	45	48	51
17	11	12	12	13	13	15	16	76	43	44	45	46	48	50	53
18	12	12	13	13	14	15	17	80	45	46	47	48	50	52	56
19	12	13	13	14	15	16	17	84	47	48	49	51	52	55	58
20	13	13	14	15	15	17	18	88	49	50	51	53	54	57	60
21	13	14	14	15	16	17	19	92	51	52	53	55	56	59	63
22	14	14	15	16	17	18	19	96	53	54	55	57	59	62	65
23	15	15	16	16	17	19	20	100	55	56	57	59	61	64	67
24	15	16	16	17	18	19	21	104	57	58	60	61	63	66	70
25	16	16	17	18	18	20	21	108	59	60	62	64	65	68	72
26	16	17	17	18	19	20	22	112	61	62	64	66	67	71	74
27	17	17	18	19	20	21	23	116	64	65	66	68	70	73	77
28	17	18	18	19	20	22	23	122	67	68	69	71	73	76	80
29	18	18	19	20	21	22	24	128	70	71	72	74	76	80	83
30	18	19	20	20	21	23	25	134	73	74	75	78	79	83	87
								140	76	77	79	81	83	86	90

Ejemplos de situaciones donde se aplican comparaciones pareadas

Caso de ensayo de una cola:

La producción de un polvo para flan fue modificada para hacer más intenso el sabor a vainilla. Se desea chequear si este incremento es perceptible. Entonces es necesario intentar realzar una diferencia para ver si el nuevo producto se percibe como más intenso que el producto control.. Es, por lo tanto, un caso para un ensayo unilateral.

Para proteger al departamento de desarrollo de la conclusión errónea de que existe una diferencia cuando no es así, el analista sensorial propone un umbral de $\alpha = 0,05$, un p_{max} igual al 65% y un β de 0,50. Por lo tanto se consulta la Tabla 3 y se encuentra que se requieren, al menos, 30 evaluadores.

Se codifican 30 platos con el flan “A” (control) y 30 platos con el flan “B” (prototipo) con números aleatorios de tres dígitos. Para 15 evaluadores se presentan los productos en el orden AB, y para los otros 15 en el orden BA. Al concluir el ensayo 21 evaluadores designan la muestra B como la de mayor sabor a vainilla. Se remite a la tabla 4 en la fila correspondiente a $n = 30$ y la columna $\alpha = 0,05$ y se observa que 20 respuestas en la dirección esperada alcanzan para declarar que las dos muestras son significativamente diferentes.

Caso de ensayo de dos colas

Se desea producir una nueva mayonesa y comparar dos ingredientes que proveen estabilidad a la emulsión y modifican la cremosidad del producto. Por razones de costo, se busca el ingrediente que, a la misma concentración provea la mayor cremosidad. Por lo tanto, es necesario intentar resaltar una diferencia. No se sabe, a priori, cuál es el ingrediente que produce el producto más cremoso.

Se preparan dos lotes de mayonesa A y B, que difieren solamente en el ingrediente que provee la cremosidad. Se presentan las dos muestras sobre galletitas de tipo cracker en platos codificados con números aleatorios de tres dígitos. Para 22 evaluadores, las mayonesas se presentan en el orden AB, para las otras 22 en el orden BA.

Los resultados indican que de los 44 evaluadores que participaron en el ensayo, 32 designan a la muestra A y 12 designan la muestra B como la más cremosa. Se consulta la Tabla 7 en la fila que corresponde a $n = 44$ y en la columna $\alpha = 0,05$, se observa que el más alto de los dos números obtenidos para A y B debe ser mayor o igual que 29 para declarar que las dos muestras son significativamente diferentes. La Tabla 7 muestra, además, que un valor mayor o igual a 31 significa que se puede concluir que existe una diferencia significativa para $\alpha = 0,01$, es decir la diferencia de cremosidad que aportan ambos emulsionantes resultó significativa al 1%.

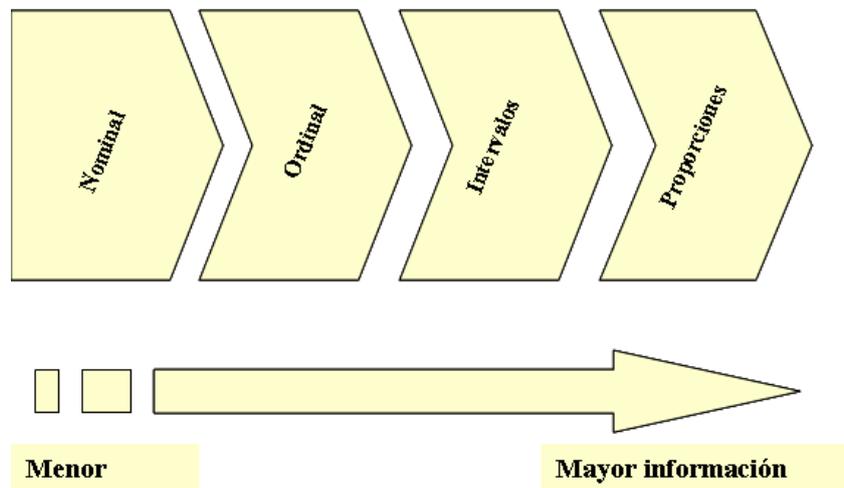
3-EL SER HUMANO CUANTIFICA

Ensayos de cuantificación

En estas pruebas el evaluador responde a las distintas propiedades sensoriales de un producto mediante la evaluación de la intensidad de cada una de estas, según una escala que puede traducirse a valores numéricos y ser procesada estadísticamente.

Tipos de escalas

Existen cuatro tipos de escalas



a) Escala Nominal

La escala nominal como su nombre lo indica solo es útil para identificar y clasificar las propiedades sensoriales que se presentan y que se pueden contar sin ningún orden previo, por ejemplo, gusto, olor, viscosidad son tres propiedades de un producto de las que no se puede aportar ninguna otra información, excepto la simple enumeración

EJEMPLOS	METODOS	OPERACIÓN REALIZADA	ESTADISTICOS
NUMERACION DE CUALIDAD: <ul style="list-style-type: none"> •GUSTO •OLOR •VISCOSIDAD 	ENUMERAR	IDENTIFICAR Y CLASIFICAR	NÚMERO DE CASOS MODA

b) Escala Ordinal.

Estas escalas son útiles para obtener respuestas rápidas acerca de la diferencia entre varias muestras. Los valores de las escalas ordinales indican la posición relativa que el evaluador le asigna a una muestra con referencia a las demás del grupo evaluado.

Las muestras se presentan debidamente codificadas, de manera desordenada, y el evaluador le asigna un orden numérico a cada una de ella, obteniendo resultados que se procesan por ejemplo con el test de Friedman.

Se recomienda emplear como máximo seis muestras para evitar fatigas o adaptación sensorial.

EJEMPLOS	METODOS	OPERACIÓN REALIZADA	ESTADISTICOS
GRADACION MAS A MENOS VISCOSO LISTAS DE PREFERENCIA	ORDENAR POR PREFERENCIA O INTENSIDAD.	ORDENAR DETERMINAR DE MAYOR A MENOR	MEDIANA CUARTILES PRUEBAS NO PARAMÉTRICOS

Planilla de una prueba de ordenamiento

Nombre _____	Fecha _____
Evalúe las cuatro muestras recibidas de izquierda a derecha y dé un valor numérico según su intensidad de dulzor. No se permite empates.	
Orden Muestras 1 2 3 4	
Observaciones _____	

c) Escalas de categoría o intervalos.

Estas escalas también denominadas de partición son utilizadas con mucha frecuencia en la evaluación sensorial de alimentos, permitiendo calificar de acuerdo a una escala predeterminada los diferentes grados de intensidad cuando participan evaluadores entrenados.

Ejemplos

Escala verbal estructurada:

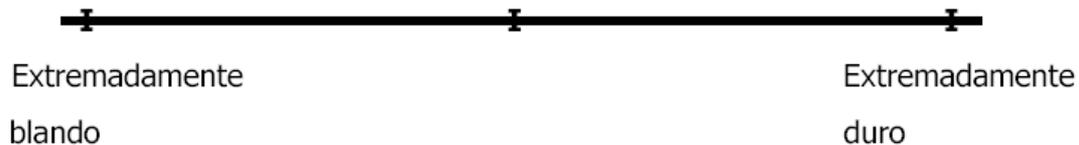
Extremadamente amargo
Muy amargo
Amargo
Ligeramente amargo
No amargo

Escala gráfica estructurada:



Las escalas anteriores son de tipo unipolar, el punto neutral o cero esta ubicado en uno de los extremos de la escala, en ellas se evalúa la intensidad de un solo atributo, gusto amargo.

Escala gráfica no estructurada



Además de ser escala gráfica no estructuradas, también se clasifica como bipolar, pues en ella se incluyen dos sensaciones relacionadas entre sí, duro y blando, que constituyen términos opuestos para evaluar la intensidad del atributo. El punto neutral o cero esta ubicado en el centro de la escala.

En el uso de escalas gráficas de intervalo se recomienda utilizar cuando sea posible según el objetivo, muestras de referencias, las cuales pueden señalarse directamente o indicarse sobre el continuo, permitiendo que de esta manera se tenga la escala referida a

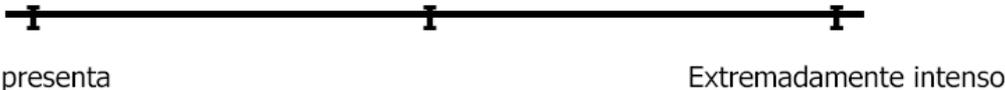
una muestra física y no a una idea o patrón mental, porque si el grupo no está altamente entrenado está sujeto a la aparición de sesgos.

El número de muestras que se analiza depende de la naturaleza del estímulo, de la sensibilidad y de la experiencia del evaluador

Planilla para prueba de escala de intervalo.

Nombre y apellidos _____ Fecha _____

Pruebe las dos muestras a evaluar en el orden presentado, e indique a través de una marca sobre la línea, la intensidad de olor a vainilla percibido. Aclare el código de la muestra.



No presenta Extremadamente intenso

EJEMPLOS	METODOS	OPERACIÓN REALIZADA	ESTADISTICOS
NADA VISCOSO POCO VISCOSO MEDIO VISCOSO MUY VISCOSO	ESCALAS: GRÁFICAS	ENCONTRAR DISTANCIAS O DIFERENCIAS	MEDIA ARITMÉTICA
EVALUACIÓN DE PROPIEDADES	VERBALES NUMÉRICAS	ASIGNACIÓN DE UN GRADO O NIVEL A CADA ESTÍMULO	DESVIACIÓN STANDARD CORRELACIÓN
GENERALES Y ESPECÍFICAS	ESTÁNDARES SIMPLES DOBLES		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS Y PARAMÉTRICAS

d) Escalas de proporciones.

En la práctica se estima el aumento o disminución de un gran número de propiedades sensoriales utilizando proporciones o porcentajes. Estas escalas, aplicadas a la evaluación sensorial de alimentos dan respuesta a variadas preguntas:

- ¿Todas las sustancias saborizantes tienen el mismo crecimiento de intensidad gustativa al incrementar de la misma manera su concentración, o algunas lo hacen en mayor o menor grado que otras?
- ¿Cómo se puede sustituir un ingrediente por otro manteniendo la misma intensidad percibida total?
- ¿Qué sucede si se duplica la concentración de un determinado componente en un producto? Se duplica o no la intensidad de sabor?.

Weber en 1830 y luego Fechner (recordar lo dicho en módulo 3) tomaron las diferencias apenas perceptibles (DAP) o umbrales diferenciales como unidades de la escala de la sensación. A partir de las DAP formularon las dos primeras leyes psicofísicas, que expresan la relación entre la intensidad del estímulo y la intensidad de la sensación.

La ley de Weber establece que cada diferencia apenas perceptible corresponde a una fracción constante del estímulo

$$\Delta C / C = K$$

Esto significa que el mínimo cambio percibido al agregar un sabor depende de la cantidad del sabor que ya está presente. Según esta expresión la sensación aumenta en forma aritmética, mientras que la intensidad del estímulo aumenta en forma geométrica.

La ley de Fechner, establece que la magnitud de la sensación es una función logarítmica del estímulo, es decir a proporciones iguales de la magnitud del estímulo corresponden diferencias iguales en la magnitud de la sensación

$$R = k \log (C)$$

y que a proporciones iguales del estímulo corresponden diferencias iguales de la sensación. Es decir que mientras la sensación aumenta en forma lineal, la intensidad del estímulo aumenta en forma logarítmica.

La ley de Stevens, establece que a proporciones iguales del aumento del estímulo corresponden proporciones iguales de aumento de la sensación,

$$R = k C^\beta$$

$$\text{Log } R = \text{Log } k + \beta \text{ Log } C$$

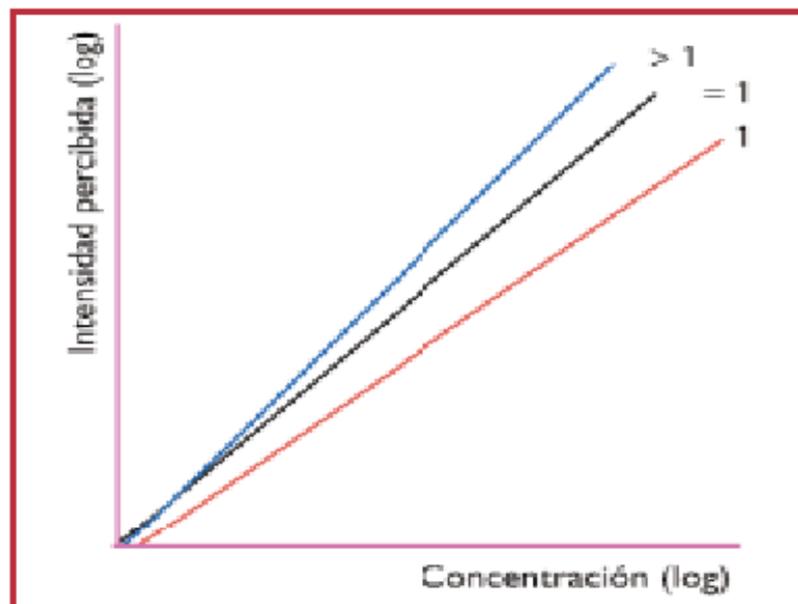
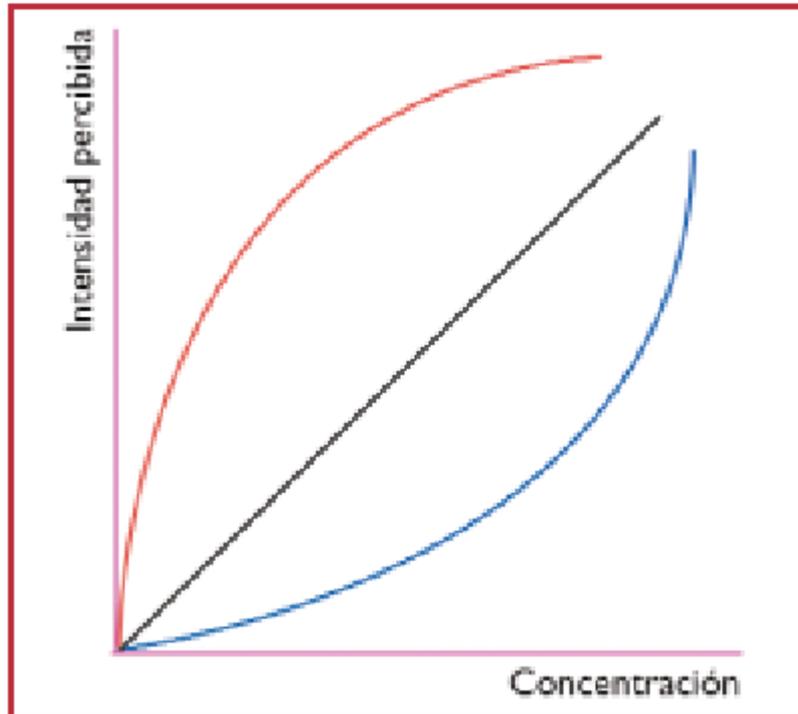
o sea que la magnitud subjetiva R crece en función de potencia β de la magnitud del estímulo C , es decir que las dos escalas aumentan por proporciones.

La ley de Stevens generalizada resuelve ciertos inconvenientes. A veces resulta deficiente el ajuste a una ley de potencia en el rango e estímulos bajos por ello se incluye otro parámetro que es el umbral

$$R = k (C - C_0)^\beta$$

$$\text{Log } R = \text{Log } k + \beta (\text{log } C - \text{log } C_0)$$

Donde C_0 es el umbral.



Los esquemas muestran los tres tipos de funciones posibles al aplicar una ley de potencia. El panel superior muestra la gráfica en coordenadas lineales y el panel inferior en coordenadas doble logarítmicas. Cuando se representa la intensidad percibida de una propiedad sensorial en función de la magnitud física, se obtiene una función psicofísica. y la pendiente de esta función, representada en coordenadas doble logarítmicas, indica el poder resolutivo del sistema, o sea, el valor del exponente nos permite conocer si el sistema sensorial es lineal o no lineal con respecto a la relación entrada-salida de información.

EJEMPLOS	METODOS	OPERACIÓN REALIZADA	ESTADÍSTICOS
<p>A ES TRES VECES MAS VISCOSO QUE B</p> <p>CUANTIFICACIÓN DE PROPIEDADES GENERALES Y ESPECÍFICAS</p>	<p>ESTIMACIÓN DE LA MAGNITUD</p> <p>PRODUCCIÓN DE LA MAGNITUD</p> <p>CRUCE DE MODALIDADES</p> <p>EQUIVALENCIA DE MAGNITUDES</p> <p>CONVERGENCIA DE LÍMITES</p>	<p>ENCONTRAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RAZONES • FRACCIONES • MÚLTIPLOS 	<p>MEDIA GEOMÉTRICA</p> <p>PRUEBA PARAMÉTRICA (ANOVA)</p>

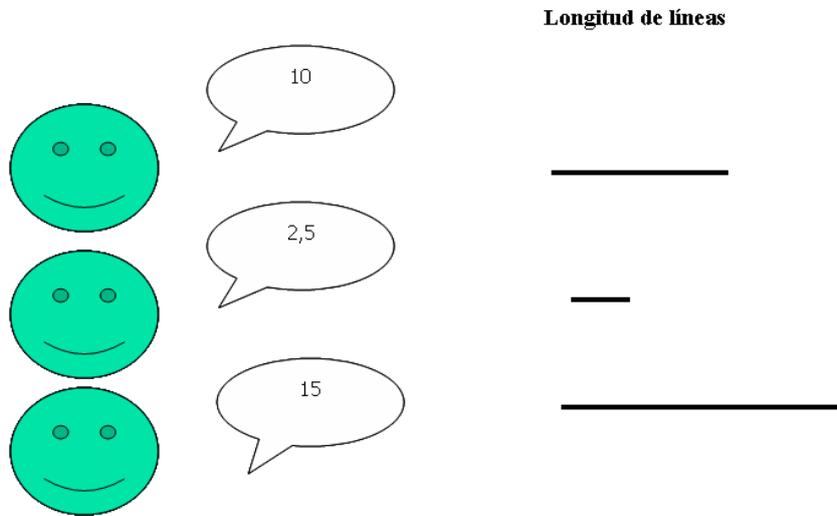
Los métodos que aplican escalas de proporciones son varios:

d1- Estimación de la magnitud

La escala es desarrollada por el evaluador que maneja el sistema numérico

En el desarrollo de la prueba puede instruirse a los evaluadores de dos maneras diferentes, dependiendo si el analista sensorial asigna un valor arbitrario de magnitud al estímulo estándar, por ejemplo, 5, 10, 20, ó 30, como módulo fijo con el que se compararán las muestras subsecuentes o si el módulo lo asignan los propios evaluadores (módulo libre).

Estimación de la magnitud



La norma IRAM 20018 (2003) basada en la correspondiente norma ISO 11056 (1999) sobre Estimación de la Magnitud señala que “este método puede ofrecer ventajas sobre otros métodos de cuantificación, en especial cuando el número de evaluadores y el tiempo disponible para el entrenamiento son limitados”. También se logra un alto grado de flexibilidad porque permite a cada evaluador comenzar el proceso de cuantificación empleando cualquier valor numérico. Sin embargo, esta flexibilidad en el uso de la escala origina un efecto "evaluador" que puede solucionarse al reducir los datos suministrados por todos los evaluadores a una escala común aplicando un método de nivelación luego de la ejecución del experimento.

Ejemplo de nivelación de los datos

Evaluador y réplica	Muestras				MGi	logMGi	FC
	A	B	C	D			
1.1	100	110	70	60	82.44	1.92	-0.24
1.2	80	130	90	120	102.95	2.01	-0.33
2.1	8	3	4	15	6.16	0.79	0.89
2.2	7	3	4	18	6.12	0.79	0.89
3.1	20	50	60	60	43.56	1.64	0.04
3.2	35	40	15	35	29.28	1.47	0.21
4.1	75	80	90	90	83.49	1.92	-0.24

4.2	55	80	60	75	66.71	1.82	-0.15
5.1	65	70	55	90	68.89	1.84	-0.16
5.2	65	40	70	85	62.72	1.80	-0.12
6.1	75	50	60	160	77.46	1.89	-0.21
6.2	110	60	125	70	87.17	1.94	-0.26
7.1	55	25	35	100	46.84	1.67	0.01
7.2	45	60	30	120	55.84	1.75	-0.07
8.1	65	65	60	40	56.43	1.75	-0.07
8.2	95	90	85	40	73.43	1.87	-0.19
MGg	47.36	42.68	41.44	61.81	47.70		
logMGg	1.68	1.63	1.62	1.79	1.68		
DS no nivelados	30.89	34.59	33.23	39.83			

MGi: media geométrica individual
 MGg: media geométrica general

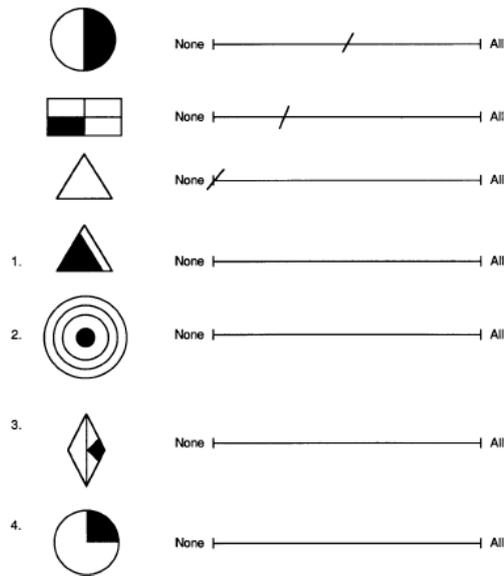
Resultados finales del procedimiento de nivelación de datos sensoriales

Evaluador	A	B	C	D	MGi niveladas
1.1	57.86	63.65	40.50	34.72	47.70
1.2	37.07	60.24	41.70	55.60	47.70
2.1	61.95	23.23	30.97	116.15	47.70
2.2	50.65	23.38	31.17	140.27	47.70
3.1	21.90	54.76	65.71	65.71	47.70
3.2	57.02	65.17	24.44	57.02	47.70
4.1	42.85	45.71	51.42	51.42	47.70
4.2	39.33	57.21	42.91	53.63	47.70
5.1	45.01	48.47	38.08	62.32	47.70
5.2	49.44	30.42	53.24	64.65	47.70
6.1	46.19	30.79	36.95	98.53	47.70
6.2	60.19	32.83	68.40	38.30	47.70
7.1	56.02	25.46	35.65	101.85	47.70
7.2	38.44	51.26	25.63	102.52	47.70
8.1	54.95	54.95	50.72	33.81	47.70
8.2	61.72	58.47	55.22	25.99	47.70
MGg nivelada	47.36	42.68	41.44	61.81	
DS nivelados	11.04	15.16	13.16	33.19	

Los evaluadores que se emplean tienen que seleccionarse y entrenarse en su manejo de proporciones numéricas, para ello puede ejercitarse estimando longitud de líneas o el área de figuras geométricas

Ejemplo de ejercicio de selección y entrenamiento en el método de estimación de la magnitud

Instrucciones: Marque sobre la línea que se encuentra a la derecha del dibujo e indique la proporción del área sombreada.



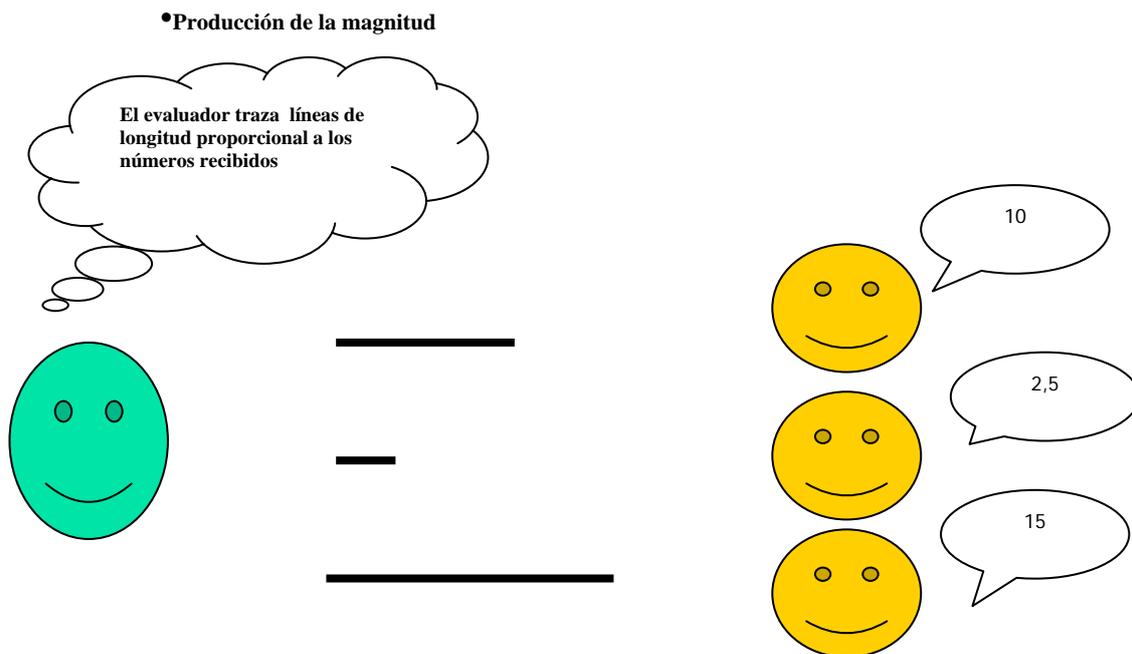
Planilla de una prueba de estimación de la magnitud

Nombre _____	Fecha _____	
<p>Determinación de las funciones de dulzor de distintas combinaciones de edulcorantes en sol acuosa. Aplicación del método de estimación de la magnitud</p> <p>Usted recibirá una referencia y 16 muestras separadas en cuatro subgrupos de cuatro muestras. Haga una pausa de 5 minutos después de evaluar cada subgrupo.</p> <p>En todos los casos debe probar las muestras de izquierda a derecha.</p> <p>Coloque el volumen total de cada muestra primero en la medida posológica y luego en la boca, después de 5 segundos escúpala y realice la determinación de la intensidad de dulzor percibido.</p> <p>Asigne a la referencia un valor cualquiera y estime el dulzor de las demás muestras teniendo en cuenta el valor asignado a la referencia. Enjuáguese entre muestras con agua destilada. Puede probar la muestra de referencia cuando lo necesite</p>		
Nº DE ÓRDEN	CÓDIGO DE LA MUESTRA	INTENSIDAD PERCIBIDA
Referencia		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

10
11
12
13
14
15
16

d2- Producción de la magnitud

Esta modalidad es inversa al de la estimación de la magnitud. Es de difícil aplicación en los sentidos químicos. El evaluador modifica una variable física sobre la base de los números que recibe del experimentador, así procede a igualar estímulos a números. El experimentador presenta una serie de números en orden irregular y por cada número el evaluador debe ajustar el estímulo.

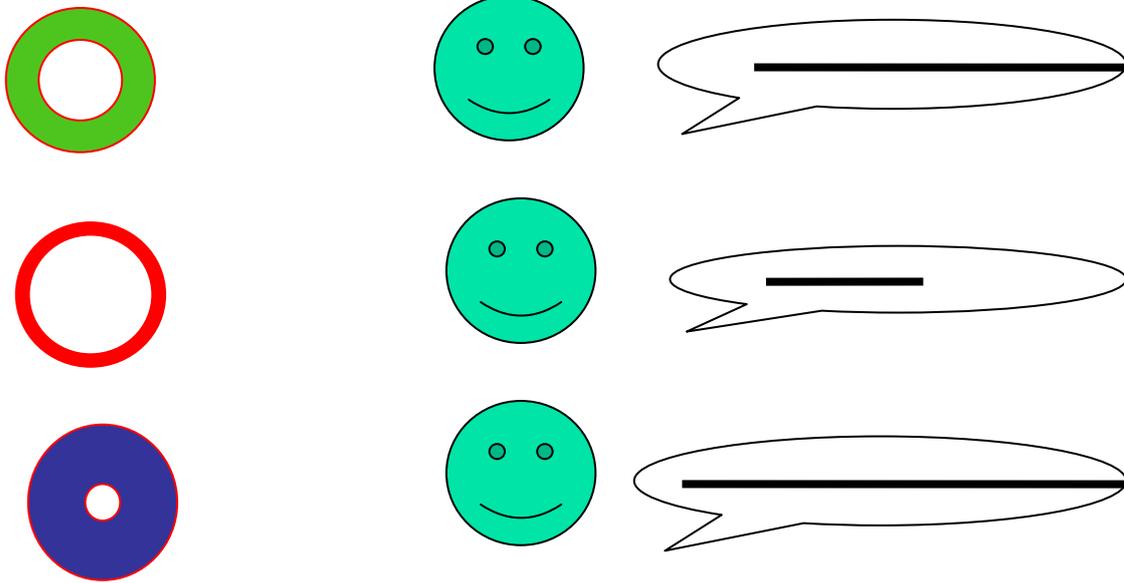


d3- Cruce de Modalidades

Este método verifica la consistencia de los datos obtenidos por los métodos de estimación y/o producción de la magnitud.

El experimentador presenta un estímulo de una modalidad sensorial y le solicita al evaluador que lo iguale con algún estímulo de otra modalidad. De esta manera se evitan las respuestas verbales o numéricas.

Igual el grosor percibido de los anillos con longitudes de líneas.



Cómo se calcula el exponente

Si la función para la modalidad A es

$$\text{Log } R_A = \text{Log } k_A + b_A \text{Log } C_A$$

y para la modalidad B

$$\text{Log } R_B = \text{Log } k_B + b_B \text{Log } C_B \quad \text{al igualar ambas tenemos}$$

$$\text{Log } k_A + b_A \text{Log } C_A = \text{Log } k_B + b_B \text{Log } C_B \quad \text{ó lo que es igual}$$

$$\text{Log } C_A = b_B / b_A + \text{Log } C_B + K \quad \text{donde } K = \text{log } k_B - \text{log } k_A$$

El exponente teórico de la función de cruce de modalidades se calcula como el cociente entre ambos exponentes calculados por estimación de la magnitud.

d4- Equivalencia de Magnitudes

Es una estimación de la magnitud de dos o más continuos sensoriales en una escala común de intensidad percibida. De esta manera se logran equivalencias entre sensaciones pudiéndose comparar distintas poblaciones como ser: varones y mujeres, fumadores y no fumadores, etc.

Los evaluadores juzgan numéricamente varias cualidades utilizando una escala común, si asignan el mismo número a dos sucesos sensoriales distintos significa que tienen la misma magnitud sensorial

d5- Convergencia de Límites

Este método combina estimaciones de categorías y proporciones.

El evaluador conoce de antemano el rango físico y él define su propio rango numérico. Durante el experimento el evaluador puede expandir o contraer su propia escala (escala elástica o ajustable).

Se le presenta al evaluador uno de los estímulos más bajos para que le asigne un número y uno de los estímulos mayores para que le asigne otro valor. Luego evalúa el resto de las muestras.

Con todas las pautas consignadas le pedimos que realice las actividades propuestas en la guía de Trabajos Prácticos.