

Eficiencia de las pruebas discriminatorias para reportar diferencias cuando se utilizan consumidores ecuatorianos

Efficiency of discrimination tests on ecuadorian consumers to find out differences

YAMILA ÁLVAREZ-COUREAUX^{1,4}, JUAN ESTEBAN DÍAZ-LEIVA²,
ANGÉLICA TUTASI-LOZADA² Y ADA MANRESA-GONZÁLEZ³

Recibido: Febrero 11, 2010

Aceptado: Marzo 23, 2010

Resumen

En las pruebas de diferencia el desempeño de los jueces varía en función de la prueba utilizada. Pilsener y Brahma, dos cervezas producidas en el Ecuador, fueron utilizadas como estímulos en el estudio. Un grupo de 121 consumidores realizaron las cuatro pruebas de diferenciación: dúo-trío, triangular, igual-diferente y ABX. El objetivo de este artículo fue evaluar la eficacia de las pruebas de diferencia en consumidores ecuatorianos. Los datos fueron analizados por la metodología tradicional y mediante la aplicación del modelo thurstoniano. El ensayo ABX obtuvo el mayor número de aciertos (76), seguida por la dúo-trío, igual-diferente y finalmente la triangular. Se encontró diferencia significativa para todas las pruebas ($\alpha= 0.05$). El análisis de la frecuencia de aciertos de cada juez reveló que sólo ocho evaluadores acertaron en los cuatro ensayos empleados. La prueba ABX tuvo la mayor magnitud percibida en los estímulos confusibles, con un valor d' de 1,32. El análisis a partir del modelo de Thurstone brindó la posibilidad de comparar las cuatro pruebas a partir de los d' obtenidos, esta es una medida fundamental e independiente de la metodología sensorial utilizada.

Palabras claves: Análisis sensorial, pruebas discriminatorias, modelo Thurstoniano.

Abstract

In discrimination tests the performance of judges varies depending on the test used. Brahma and Pilsener, two beers produced in Ecuador, were used as stimuli in the study. A group of 121 consumers conducted four discrimination tests: duo-trio, triangle, same-different and ABX. The purpose of this paper was to evaluate the efficacy of sensory discrimination tests on ecuadorian consumers. The data were analyzed by the traditional methodology and by applying the Thurstonian model. The ABX test achieved the highest number of hits (76), followed by the duo-trio, same-different and finally the triangular. All tests were significantly different ($\alpha= 0.05$). The analysis of the frequency of hits of each panelist revealed that only eight evaluators answered correctly in the four tests used. The ABX test had the highest perceived magnitude confusable stimuli, with a value d' of 1.32. The analysis from Thurstone model provided an opportunity to compare the four tests from d' obtained, which is a fundamental and independent measurement in sensory methodology applied.

Key words: Sensory evaluation, discrimination tests, Thurstonian model.

¹ Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos (INESA) y profesora del Colegio de Agricultura Alimentos y Nutrición (CAAN). Universidad San Francisco de Quito. Diego de Robles s/n. Círculo de Cumbayá. Quito. Ecuador. Tel. (593) 2 2971700. Casilla Postal 17-12-841.

² Estudiantes egresados de Ingeniería de Alimentos del Colegio de Agricultura Alimentos y Nutrición de la Universidad San Francisco de Quito.

³ Instituto de Farmacia y Alimentos. (IFAL). Universidad de La Habana, Cuba.

⁴ Dirección electrónica del autor de correspondencia: yalvarez@usfq.edu.ec

Introducción

En las pruebas de diferencia el desempeño de los jueces varía en función de la prueba utilizada (Angulo y O'Mahony, 2009a). Para indicar la significación estadística en el desempeño de un juez, es decir, si su desempeño es estadísticamente mejor que el aleatorio, se aplica el análisis binomial (Angulo y O'Mahony, 2009b). Tradicionalmente en Ecuador las pruebas discriminatorias no son empleadas en los estudios con consumidores, siendo los catadores los protagonistas en este tipo de ensayos.

Si se desea determinar la magnitud de la diferencia percibida entre el par de estímulos evaluados, entonces la Teoría de Detección de Señales y el modelo Thurstoniano permiten estimar la magnitud de la diferencia a través del parámetro d' (Thurstone, 1927a, b; Green y Swets, 1966; Alfaro *et al.*, 2007).

Las pruebas discriminatorias, en general, presentan cierta similitud que se manifiesta en que el catador debe emitir un juicio forzado, y en el manejo estadístico de los datos mediante el estadístico binomial (Carpenter *et al.*, 2002). Este último aspecto ha sido modificado bajo el modelo Thurstoniano, ya que el enfoque binomial no toma en cuenta la variabilidad en la percepción de los evaluadores (Frijters, 1982).

El modelo Thurstoniano y la Teoría de Detección de Señales se han aplicado a pruebas de diferencia sensorial y han suministrado una medida fundamental del grado de diferencia entre dos estímulos (d'). Estos modelos fueron aplicados primero a la prueba 2-AFC, (por sus siglas en inglés, Forced Choice 2-Alternative), a la triangular y a la dúo-trío; ellos han sido utilizados en la confección de las tablas para la determinación de los d' correspondientes a las proporciones de respuestas correctas para todos los procedimientos discriminativos de respuesta forzada. Además, el modelo Thurstoniano ha facilitado la comparación de métodos sensoriales entre sí, a través de d' , lo cual no es posible realizar sin tener en cuenta esta medida (Hacker y Ratcliff, 1979; Frijters *et al.*, 1980; Frijters, 1982; Ennis, 1990; Ennis, 1993; O'Mahony y Rousseaux, 2002).

En la Teoría de Detección de Señales se parte del supuesto de que la sensibilidad de un

sistema depende de las características físicas del estímulo y de los aciertos que los observadores pueden alcanzar por lo que permite distinguir dos conceptos: la detección objetiva del estímulo y el criterio de decisión que adopta el juez en un momento dado (Green y Swets, 1966).

El acercamiento esencial entre el modelo Thurstoniano y la Teoría de Detección de Señales es reconocer la naturaleza probabilística de los datos sensoriales. En una prueba de diferencia, se consideran dos distribuciones de la intensidad percibida asociadas a los estímulos que van a ser discriminados (O'Mahony *et al.*, 1994). Atendiendo a estos antecedentes, el objetivo de este artículo fue evaluar la eficacia de las pruebas de diferencia en consumidores ecuatorianos.

Materiales y métodos

Evaluadores. En el estudio participaron 121 adultos (F 43 y M 78), entre 18 y 56 años de edad, de la ciudad de Quito, Ecuador. Todos los participantes eran, en el momento del estudio, consumidores de cervezas al menos una vez por mes.

Estímulos. Se evaluaron dos marcas comerciales de cerveza ecuatorianas: «Pilsener» producida por Cervecería Nacional 'CN' S.A., Ecuador, y «Brahma» por cervecería AmBev, Ecuador S.A.; las muestras fueron servidas en vasos de poliestireno de seis onzas producidos por Plásticos Ecuador S. A., Guayaquil.

Procedimiento. Cada consumidor realizó cuatro pruebas de diferencia: la prueba

triangular, dúo-trío, ABX e igual diferente. Todos los consumidores realizaron la cata en un área de prueba con cuatro estaciones, cada una asociada a una de las pruebas. Los consumidores rotaron por las cuatro estaciones. El orden de prueba fue balanceado entre los jueces. Al arribar a una estación el consumidor tomó asiento y se le presentaron las dos cervezas codificadas con números aleatorios de tres dígitos. Un guía del Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos, explicó el procedimiento de la prueba, después de haber tomado los datos demográficos. Una vez que el consumidor entendió las instrucciones, se procedió a realizar la prueba de diferencia correspondiente. Los resultados fueron recolectados en una hoja de respuestas. El conductor confirmó verbalmente las respuestas con el consumidor. Una vez completada la prueba, el consumidor continuó a la siguiente estación de trabajo. Se solicitó a los consumidores diferenciar entre los estímulos atendiendo a la prueba en cuestión; la prueba triangular y dúo-trío fueron aplicadas según la norma ISO 4120:2004 e ISO 10399:2004 respectivamente. La versión corta de la prueba igual diferente fue empleada; se presentó un único par de muestras a cada evaluador en las siguientes combinaciones: A/B o A/A o B/B. La A/B (Pilsener y Brahma) fue evaluada por 40 consumidores, la A/A (Pilsener/Pilsener) por 41 evaluadores y B/B, (Brahma/Brahma) por 40 de ellos. El cuestionario constaba de dos preguntas:

1. ¿Las muestras son iguales o diferentes?
2. ¿Estás seguro o no estás seguro de tu respuesta?

Los datos se recolectaron en cuatro categorías: (como se reporta en el Cuadro 3)

- Diferentes seguro.
- Diferentes no seguro.
- Iguales seguro.
- Iguales no seguro.

No se empleó la versión larga (ASTM E 2262-03) para esta prueba, ya que podía

favorecer la fatiga del evaluador que debía degustar, sólo para esta prueba, dos pares de muestras (A/B y A/A).

En el ensayo ABX (Huang y Lawless, 1998), 61 consumidores degustaron el arreglo donde Pilsener fue la incógnita (muestra X) y 60 evaluadores cuando lo fue Brahma, para un total de 121.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las siguientes disposiciones en el diseño del protocolo de investigación:

1. El juez fue forzado a emitir una respuesta en cada prueba evaluada.
2. Por las características de las pruebas de diferencia y su aplicación en consumidores, se seleccionó a los candidatos con mayor frecuencia de consumo.
3. El orden en que el juez realizó las pruebas fue balanceado teniendo en cuenta la prueba y el diseño propio de cada estudio.
4. Cada consumidor realizó las pruebas discriminatorias espaciadas en 15 minutos aproximadamente, para minimizar el efecto de la fatiga y de la adaptación.
5. La prueba igual-diferente incluyó ambos estímulos como muestras placebos, con diferentes grados de certidumbre.
6. Las muestras de cervezas (30-35 ml) fueron dispensados bajo condiciones controladas garantizando la temperatura entre 4 y 6 °C, la homogeneidad del producto, así como la formación de la espuma.

Procesamiento estadístico

Los datos de las pruebas fueron analizados por los métodos tradicionales referidos en las normas de la International Organization for Standardization: ISO 4120:2004, ISO 10399:2004, ISO 5495:2005, ISO 6658:2005. Además se realizó el análisis de la magnitud estimada de la diferencia entre pares de muestras (d') y la desviación estándar a partir de lo descrito en la norma ASTM:E2262 del 2003.

Resultados y discusión

Análisis de resultados de las pruebas de diferencia desde la perspectiva tradicional. Los resultados generales de la diferenciación de los estímulos cervezas realizada por los consumidores se muestran en el Cuadro 1. Desde la perspectiva de la Evaluación Sensorial tradicional, se observa que a los jueces consumidores les fue posible establecer diferencias entre las cervezas Pilsener y Brahma.

Cuadro 1. Resultados generales para las cuatro pruebas de diferenciación.

Prueba	Total de aciertos*	Valor tabulado ($\alpha=0.05$)	Jueces (N)
Triangular	52	51	121
Dúo-trío	72	70	
ABX	76	71	
Igual-diferente	59	51	

* En negrita los valores significativos para $p \leq 0.05$

Al comparar los aciertos de cada prueba con los valores críticos tabulados se observa que en la prueba triangular ambos valores están muy cercanos y aun así se cumple la condición que rechaza la hipótesis nula y por tanto se declara que hay diferencia entre las cervezas. Los resultados se encuentran en el límite para declarar la diferencia significativa, de modo que la respuesta de sólo dos evaluadores cambiarían totalmente la condición (aceptar o rechazar H_0) y las conclusiones que se emitan deben ser consideradas con sumo cuidado; la norma ISO 4120 (2004) sugiere que no se debe llegar a ninguna conclusión cuando el número máximo de respuestas correctas está por debajo de $n/3$, en este caso, es igual a 40 y por tanto se podrían emitir resultados concluyentes.

Si se deseara emitir una respuesta sólo con los resultados de la prueba triangular, se debería aumentar el número de evaluadores, aumentando por ende, los costos del estudio. El análisis por géneros reveló que de 43 mujeres participantes, sólo 19 detectaron

diferencias (Valor crítico_{tab.} = 21), por lo que se concluye que las mujeres no encuentran diferencias entre las cervezas.

El análisis de los hombres muestra un comportamiento similar, de los 78 evaluadores, 33 de ellos no encuentran diferencia entre Pilsener y Brahma. El valor tabulado es 35 ($\alpha=0,05$), siendo superior al obtenido por lo que, tanto los consumidores hombres como las mujeres no encuentran diferencia entre los estímulos evaluados cuando se analizan de forma separada en la prueba triangular. En este caso, es evidente la influencia del tamaño de la muestra en los resultados, pues son contradictorios al variar la N en el estudio; este efecto fue también constatado por Frijters (1979).

La prueba triangular (al igual que la prueba igual-diferente) es la que requiere menor número de respuestas correctas para declarar la existencia de diferencia significativa entre un par de muestras, lo cual se basa en la distribución binomial que tiene en cuenta la probabilidad de acertar por el azar. Es decir, el análisis de los datos sensoriales está en función de los métodos de la estadística clásica sin tener en cuenta los elementos de la psicofísica, la estrategia cognitiva empleada, ni la variación en la percepción entre jueces en el tiempo.

Por su parte, la prueba dúo-trío requiere de 70 juicios concordantes de 121 juicios emitidos para encontrar diferencias entre muestras. En la diferenciación de dos muestras de cervezas empleando jueces consumidores, se computó que 72 evaluadores detectan la muestra diferente. Este valor sigue siendo muy cercano al valor crítico para dar una respuesta definitiva, por lo que se recomienda aumentar la muestra para evaluar el desempeño de más jueces y poder emitir una respuesta. Al analizar por géneros, los hombres no muestran diferencia significativa con 46 respuestas correctas de los 78 evaluados comparando con 47 (valor crítico tabulado). Las mujeres obtuvieron 26 aciertos y se requieren 28 para declarar la diferencia.

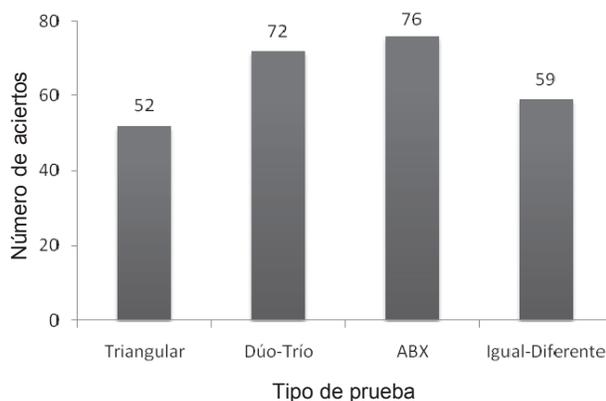
Este comportamiento permite afirmar que la prueba dúo-trío, como la triangular se hacen

inconsistentes con las variaciones en el número de juicios. Con N menor, la tendencia es reportar las muestras como iguales mientras que con mayor número de juicios puede detectarse una diferencia entre las mismas, con los mismos jueces. Este resultado concuerda con lo planteado por Bi y Ennis (1998), quienes en un estudio basado en la Estrategia de Comparación de Distancias, expresaron que cuando el número de observaciones en la prueba dúo-trío es pequeño, la prueba no es eficiente.

La prueba ABX se analizó según la tabla de la distribución binomial que indica que para los 121 juicios se requieren 71 respuestas concordantes y las emitidas en la investigación fue de 76 aciertos lo que permite concluir que existe diferencia significativa entre las cervezas, algo similar ocurre al emplear la prueba igual-diferente, por lo que se puede afirmar que las cuatro pruebas muestran algún grado de sensibilidad para la diferenciación de muestras cuando se emplean consumidores.

Según el número de aciertos obtenidos de las cuatro pruebas discriminatorias empleadas puede verse el comportamiento diferente de cada una de ellas (Figura 1).

Figura 1. Respuestas correctas de las pruebas discriminatorias de un total de 121 juicios.



Análisis de resultados de las pruebas de diferencia desde la perspectiva del modelo Thurstoniano. Desde el enfoque Thurstoniano, el análisis es más integral, atendiendo al valor d' . La prueba que logró un mayor número de aciertos fue la prueba ABX, seguida por la dúo-trío, igual-diferente y finalmente la triangular. Las dos primeras son pruebas similares ya que ambas tienen una muestra de referencia, y esta es una de las razones para que estas pruebas hayan logrado una mayor cantidad de aciertos, ya que para el juez es más fácil percibir la diferencia cuando se tiene una referencia con la cual compararla, minimizando los efectos asociados con la memoria. Esto también explica por qué la prueba triangular tuvo la menor cantidad de aciertos, ya que en ésta no existe una muestra de referencia y por lo tanto, es más difícil para el juez hacer la comparación.

Esta valoración se sustenta en uno de los postulados del modelo Thurstoniano y en el Análisis Secuencial de la Sensibilidad (O'Mahony y Odbert, 1985) ya que la comparación de una muestra con la referencia condiciona al juez de manera tal que esta primera evaluación hace las veces de calentamiento previo o familiarización, lo que posibilita el ajuste de los criterios cognitivos y una mejor selección de la estrategia a emplear. Todo ello permitirá diseñar una prueba más discriminativa y de mayor eficiencia.

La revisión de los datos de la muestra considerada «X» en la prueba ABX, mostrado en el Cuadro 2, expone que las cervezas resultarán iguales o diferentes indistintamente, en dependencia de la posición relativa de las muestras en el esquema experimental, por lo que el diseño que requiere esta prueba (ABX, donde X=Pilsener y el otro arreglo donde X=Brahma) influyó en los resultados y podría considerarse que cuando el estímulo «X» fue Pilsener los evaluadores tuvieron mejor desempeño en el estudio.

Cuadro 2. Efecto del orden de presentación en la prueba ABX

Muestra X	N	Valor crítico	Respuestas	Conclusión
Pilsener	60	37	39	Diferente
Brahma	61	38	36	Igual

Estudios liderados por O'Mahony, han revelado la influencia que tiene el orden de los estímulos evaluados y los efectos de «memoria» en la capacidad discriminativa de los evaluadores lo que resulta corroborado con esta prueba. Se ha comprobado que los jueces se desempeñaban mejor en la prueba doble estándar (ABX) que en la dúo-trío, debido a que el ensayo doble estándar se desarrolla de forma muy parecida a una prueba de familiarización previa con el producto (O'Mahony y Odbert, 1985; O'Mahony y Goldstein, 1986; O'Mahony y Goldstein, 1987; O'Mahony y Rousseau, 2002; O'Mahony *et al.*, 1994; O'Mahony *et al.*, 2004).

Este resultado sienta las pautas para la reformulación de este tipo de pruebas sensoriales que no fueron diseñadas sobre la base de modelos psicofísicos, sino ajustándose a las pautas estadísticas. Esto se debe a que el estímulo fuerte, representado por Pilsener, fue presentado en el arreglo débil-débil-fuerte coincidiendo con lo demostrado por O'Mahony y Odbert (1985). Este modelo explica por qué el evaluador en una tríada con dos estímulos débiles y uno fuerte es más sensitivo que cuando recibe el trío contrario. El modelo Thurstoniano también da una explicación a este desempeño de los jueces, cuando asevera que la varianza del estímulo fuerte es mayor que la del débil. Ambos, el modelo Thurstoniano y el ASS, predicen desde sus enunciados el desempeño mostrado por los jueces en esta investigación.

Las teorías derivadas del modelo de Thurstone recomiendan la necesidad de utilizar en la prueba igual-diferente, preguntas destinadas a conocer el grado de certidumbre del juez al momento de emitir la respuesta (Alfaro *et al.*, 2007). Al realizar estos cuestionamientos al juez, para responder,

necesariamente tiene que ajustar sus criterios cognitivos de manera que la prueba se hace más efectiva.

De la prueba igual-diferente, se destaca el análisis de los grados de certidumbre (Cuadro 3) el que muestra que cuando los estímulos fueron diferentes (ofrecidos a 61 consumidores), la mayoría, con 39 respuestas, refieren que las cervezas son diferentes y están seguros de su respuesta.

Cuadro 3. Grados de certidumbre en la prueba igual-diferente (N=121)

Respuestas	Iguales		Diferentes	
	Muestras Seguro	No seguro	Muestras Seguro	No seguro
Muestras iguales	20	4	32	4
Muestras diferentes	15	5	39	2

Por otra parte, cuando los estímulos fueron iguales (combinación aplicada a 60 evaluadores), 20 de ellos (32 %) plantearon que sí son iguales y están seguros de sus respuestas, lo que sugiere que la prueba igual-diferente, por la propia forma de plantear la pregunta al consumidor, genera errores pues el evaluador, aún cuando reciba una muestra y su placebo, espera que las muestras sean diferentes y en la mayoría de los casos está seguro de ello. Es decir, independientemente de la capacidad discriminativa del juez y de su percepción real, existen otros criterios de tipo cognitivo que influyen en la decisión que toma el juez, tal como enuncia Thurstone (1927 a, b).

Comparando los resultados correctos por cada juez, se encontró que ocho de ellos (6,6 %) acertaron en los cuatro ensayos, 35 lo hicieron en tres (28.9 %), 48 consumidores (39,6 %) respondieron correctamente en dos pruebas, 26 evaluadores (para un 21.5 %) en una, y sólo cuatro evaluadores no acertaron en ninguna prueba (3.05 %).

La proporción de respuestas correctas (perspectiva tradicional) no constituye un examen suficientemente claro para llegar a una

conclusión sobre la sensibilidad de las pruebas discriminatorias porque estos procedimientos varían en cuanto a la posibilidad de emitir respuestas correctas debido al azar (Huang y Lawlees, 1998).

De regreso al análisis Thurstoniano, las 484 observaciones que generaron los 121 consumidores permitieron determinar los valores de d' , como un indicador de la diferencia en la percepción entre muestras (Cuadro 4). Se observa que las pruebas discriminatorias estudiadas tienen valores de d' similares.

Cuadro 4. Valores de d' según la prueba de diferencia utilizada para evaluar cervezas Pilsener y Brahma (N=121)

Pruebas de Diferencia	Valores de d'	S(d')
Triangular	1,07	0,28
Dúo-trío	1,08	0,28
ABX	1,32	0,26
Igual-Diferente	0,93	0,58

Los valores de d' para la prueba triangular, dúo-trío y ABX fueron significativamente diferentes de cero, ($p \leq 0,05$) lo que sugiere que en estas pruebas no hubo superposición de las distribuciones de frecuencias y, por tanto, d' permite diferenciar ambas muestras.

Todos los valores de d' estuvieron cerca al umbral, indicando que las dos cervezas no fueron fácilmente discriminadas, aunque 86% de los evaluadores dijeron ser consumidores habituales de Pilsener o Brahma. Las cuatro pruebas, según el valor de d' , fueron comparables en su sensibilidad teniendo una ligera variación la prueba igual-diferente, debido a la mayor varianza obtenida en esta prueba ($S^2 = 0,34$).

Aquellos jueces que no acertaron, o lo hicieron sólo una o dos veces, pueden representar resultados no confiables pues sus respuestas acertadas pudieron haber sido

cuestión de azar. Por otro lado, aquellos jueces que acertaron en tres y cuatro pruebas (43 jueces para un 35%) pueden ser más consistentes en sus respuestas; sin embargo, esta conducta fue minoritaria dentro de los jueces consumidores.

Conclusiones

Con el presente estudio se concluyó que las pruebas ABX e igual diferente son las que brindaron mayor número de aciertos.

El menor valor de d' de la prueba igual-diferente puede deberse a un mayor valor de S^2 obtenido.

Los estímulos empleados, Pilsener y Brahma no fueron fácilmente distinguibles con valores de d' cercano al umbral.

Se debe profundizar en el estudio de la eficiencia de las pruebas para reportar diferencias cuando éstas existen.

El ajuste en la aplicación y análisis de los ensayos al modelo Thurstoniano y a su medida de prueba (d') es la forma más adecuada en el diseño, ejecución e interpretación de resultados en pruebas de diferenciación en análisis sensorial, a partir del d' , medida fundamental e independiente de la metodología sensorial, que permite comparar pruebas sensoriales diferentes.

Agradecimientos

A la unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos (UNIDA), del Instituto Tecnológico de Veracruz, México, por compartir con la comunidad científica por más de 10 años a través de sus cursos de capacitación y asesorías en las nuevas tendencias de la Evaluación Sensorial y en especial a los doctores Ofelia Angulo Guerrero, Michael O'Mahony y Alberto Monroy Rivera, en la ardua tarea de la investigación y sociabilización del conocimiento en la temática sensorial de alimentos.

Literatura citada

- ALFARO, H., O. Angulo y M. O'Mahony. 2007. Be your own placebo: a double paired preference test approach for establishing expected frequencies. *Food Quality and Preference* 18: 353-61.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2003. Standard Practice for Estimating Thurstonian Discriminal Distances. E 2262-03. Filadelfia.
- ANGULO, O. y M. O'Mahony. 2009a. Aplicación del modelo de Thurstone a las pruebas sensoriales de diferencia. *Archivos latinoamericanos de nutrición* 59: 349-357.
- ANGULO, O. y M. O'Mahony. 2009b. Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado. *Interciencia* 34: 177-181.
- BI, J., y D. M. Ennis. 1998. A Thurstonian variant of the beta-binomial model for replicated difference tests. *Journal of Sensory Studies* 13: 461-466.
- CARPENTER, R. P., D.H. Lyon y T.A. Hasdell. 2002. Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. 11-31 p.
- ENNIS, D. M. 1990. Relative power of difference testing methods in sensory evaluation. *Food Technol.* 44: 114-118.
- ENNIS, D. M. 1993b. The power of sensory discrimination methods. *Journal of Sensory Studies* 8: 353-370.
- FRIJTERS, J. E. R. 1979b. Variations of the triangular method and the relationship of its unidimensional probabilistic models to three-alternative forced choice signal detection theory models. *Brit. J. Math. Stat. Psychol.* 32: 229-241.
- FRIJTERS, J. E. R. 1982. Expanded tables for conversion of a proportion of correct responses (Pc) to the measure of sensory difference (d') for the triangular method and the 3-alternative forced choice procedure. *J. Food Sci.* 47: 139-143.
- FRIJTERS, J. E. R., A. Kooistra, y P. F. G. Vereuken. 1980. Tables of d' for the triangular method and the 3-AFC signal detection procedure. *Percept. Psychology* 32: 229-241.
- GREEN, D. M. y J. A. Swets. 1966. Signal Detection Theory and Psychophysics. Ed. John Wiley and Sons. New York.
- HACKER, M. J. y R. A. Ratcliff. 1979. Revised table of d' for M-alternative forced choice. *Percept. Psychophys* 26: 168-170.
- HUANG, Y. T. y H. T. Lawless. 1998. Sensitivity of de ABX discrimination test. *Journal of Sensory Studies* 13: 229-239.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 4120:2004. Sensory analysis—Methodology- Triangular test.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6658:2005. Análisis sensorial. Metodología. Guía general.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 5495: 2005. Sensory analysis—Methodology—Paired comparison test.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10399:2004. Metodología. Prueba dúo trío.
- O'MAHONY, M. y L. R. Goldstein. 1986. Effectiveness of sensory difference tests: sequential sensitivity analysis for liquid food stimuli. *J. Food Sci.* 51: 1550-1553.
- O'MAHONY, M. y L. R. Goldstein. 1987. Tasting successive salt and water stimuli: the roles of adaptation, variability in physical signal strength, learning, supra- and subadapting signal detectability. *Chem. Senses* 12: 425-436.
- O'MAHONY, M., S. Masuoka y R. Ishill. 1994. A theoretical note on difference tests: models, paradoxes and cognitive strategies. *J. Sens. Studies* 9: 247-72.
- O'MAHONY, M. y N. Odbert. 1985. A comparison of sensory difference testing procedures sequential sensitivity analysis and aspects of taste adaptation. *J. Food Sci.* 50: 1055-1058.
- O'MAHONY, M. y B. Rousseau. 2002. Discrimination testing: a few ideas, old and new. *Food Quality and Preference* 14: 157-164.
- O'MAHONY, M., B. Rousseau, V. Braun y M. Rogeaux. 2004. Corroborating the 2-AFC and 2-AC Thurstonian models using both a model system and sparkling water. *Food Quality and Preference* 15: 501-507.
- THURSTONE, L. L. 1927a. A law of comparative judgment. *Psychological Review* 34: 278-286.
- THURSTONE, L. L. 1927b. Psychophysical analysis. *American Journal of Psychology* 38: 368-389. 

Este artículo es citado así:

Álvarez-Coureaux B.Y., J. E. Díaz-Leiva, A. D. Tutasi-Lozada y A. Manresa-González. 2010: *Eficiencia de las pruebas discriminatorias para reportar diferencias cuando se utilizan consumidores ecuatorianos*. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 4(1): 12-20.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

BÁRBARA YAMILA ÁLVAREZ COUREAUX. Licenciada en Ciencias Farmacéuticas (1995) en el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL). Universidad de la Habana. Cuba. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en la Especialidad Toxicología Experimental. (2003) en la Universidad de la Habana. Actualmente se encuentra cursando el programa de doctorado en ciencias en la especialidad: Evaluación Sensorial de Alimentos en el (IFAL), La Habana, Cuba. Ha participado en diferentes programas de capacitación enfocado a la evaluación sensorial entre ellos: Métodos estadísticos aplicados a la evaluación Sensorial de alimentos. (2007). «Métodos Estadísticos para la Evaluación Sensorial de Alimentos» en la Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México. Actualmente es profesora a tiempo completo del Colegio de Agricultura Alimentos y Nutrición de la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador, donde labora desde hace 7 años. Es coordinadora y directora del Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos (INESA) adjunto a la Universidad San Francisco de Quito.

JUAN ESTEBAN DÍAZ LEIVA. Egresado de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito en el 2010. Actualmente trabaja en su proyecto de Tesis «*Goma guar como materia prima alternativa a la utilización de pectina en formulación de jaleas en la industria de alimentos*». Formó parte del equipo de investigación en el proyecto «*Influence of physico-chemical feed properties on whey protein adsorption on ceramic membranes and the impact of adsorption on membrane resistance and protein permeation*» en la Technische Universität München en München – Alemania en el 2010. Colaboró en el proyecto «*Propiedades de textura y estabilidad congelación/descongelación de geles de mezclas de almidones de origen andino*» presentado en CIBIA VI. Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos en Ambato–Ecuador en el 2007. Realizó varias investigaciones en la Universidad San Francisco de Quito, entre ellas el «*Desarrollo de programa para determinación de vida útil en productos alimenticios*», «*Influencia del contenido de pulpa de badea sobre el pH, acidez, contenido de cenizas y sólidos solubles*». También fue autor de varios proyectos de desarrollo de productos alimenticios como «*Desarrollo de queso crema con tomate*», «*Desarrollo de mermelada de frutilla y maracuyá*», «*Desarrollo de mermelada de guanábana*», «*Desarrollo de alimento balanceado para alimentación canina*» entre otros, así como de estudios de factibilidad «*Estudio de factibilidad para industria de salchichas*». Fue asistente de proyectos en el área de evaluación sensorial e investigación en alimentos en la Universidad San Francisco de Quito. Le fue otorgada la beca de excelencia «*Columella*» por parte de la Universidad San Francisco de Quito para realizar sus estudios en la carrera de Ingeniería de Alimentos.

ANGÉLICA DAYANA TUTASI LOZADA. Egresado de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito en el 2010 y estudiante de Michigan State University en el período 2008-2009. Actualmente trabaja en su proyecto de Tesis con la colaboración de AGA Linde S.A. «*Aplicación de atmósferas modificadas en queso mozzarella*». Fue pasante en la compañía PRONACA S.A. donde colaboró en el área de desarrollo de producto. Durante su estancia en Michigan State University realizó desarrollo de nuevos productos alimenticios en el área de bebidas nutricionales. Colaboró en el proyecto «*Propiedades de textura y estabilidad congelación y descongelación de geles de mezclas de almidones de origen andino*» presentado en CIBIA VI. Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos en Ambato–Ecuador en el 2007. Realizó varias investigaciones en la Universidad San Francisco de Quito, entre ellas el «*Desarrollo de programa para determinación de vida útil en productos alimenticios*», «*Efectos en la masa y horneado de pan del uso de harina de maíz negro*». También fue autora de varios proyectos de desarrollo de productos alimenticios como «*Desarrollo de galletas con alto contenido de fibra a base de linaza*», «*Desarrollo de galletas de limón con crema de almendras*», entre otros, así como «*Diseño de una planta para el procesamiento de productos precocidos de pollo*». Fue asistente de proyectos en el área de evaluación sensorial e investigación en alimentos en la Universidad San Francisco de Quito y asistente de cátedra para Técnicas Experimentales. Le fue otorgada la beca de excelencia «*Columella*» por parte de la Universidad San Francisco de Quito para realizar sus estudios en la carrera de Ingeniería de Alimentos.

ADA DE LOS ÁNGELES MANRESA GONZÁLEZ. Ingeniera en alimentos (1980) egresada de la Universidad de La Habana, Cuba. Realizó su postgrado en el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencia y tecnología de los alimentos (1997) y el de Doctor en Ciencias en la especialidad evaluación sensorial de alimentos (2005). Actualmente es profesor principal de la cátedra de «*Evaluación Sensorial de los Alimentos*» y especialista en la temática de color en los alimentos. Es miembro de la Comisión de carrera y del Comité de maestría de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en el IFAL y miembro del Comité Técnico de Normalización de Evaluación Sensorial del Ministerio de la Industria Alimenticia, en La Habana, Cuba. Ha recibido varios reconocimientos ejemplo de ellos son: Reconocimiento a la excelencia universitaria, premio del rector por el trabajo más útil a la Educación Superior, premio del rector por el trabajo de mayor significado económico de la Universidad de La Habana y en el evento internacional «*Universidad 2008*» en el Taller de Informatización recibió premio al trabajo «*Laboratorio virtual de Reología de los Alimentos*».