

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Trabajo final de graduación bajo la modalidad de proyecto presentado para optar por el
grado de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos

Efecto del uso de un “primer” sobre la sensibilidad de pruebas de discriminación
con diferente número de estímulos y su influencia sobre la memoria

Catalina Céspedes Brenes

B31730

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

Octubre, 2020

TRIBUNAL EXAMINADOR

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Elaborado por:
Catalina Céspedes Brenes

Aprobado por:

PhD. Natalia Barboza Vargas
Presidenta del tribunal

PhD. Elba Cubero Castillo
Directora del Proyecto

MGA. Yorleny Araya Quesada
Asesora del Proyecto

M. Sc. Marcia Cordero García
Asesora del Proyecto

Lcda. Pilar Fallas Rodríguez
Profesora Designada

Dedicatoria

Le dedico mi tesis a mi familia, mi papá, mamá, hermana y mi abuela, por estar presentes para mí durante todo momento y apoyarme de forma incondicional en todo lo que hago. También a mis amigos con los cuales pasé momentos inolvidables y de los cuales he aprendido muchas cosas valiosas.

Agradecimientos

Le agradezco profundamente a mi familia por ayudarme a cumplir mis metas en la vida y sobre todo durante el proceso de este trabajo no sólo dándome apoyo si no también ayudándome a probar muestras.

También a mis panelistas: Ire, Vane, Caro, Camilo, Mar Salazar, Mar González, Sharon, Ana, Mich, Cris, Daniel, Julia, Ericka, Vale, Aliz, Luis, Paula, Andrea, Monse, Xime, Susana, Adrián, Ronald, Steph Gutiérrez, Jesús, Dehivis, Óscar, Lucía, Luis Morales, María y Mel. Gracias por ayudarme a hacer este trabajo y por prestarme no solo un poco de su tiempo sino también una gran actitud y muy buenos momentos.

A mi directora de tesis y mis profesoras asesoras, Elba Cubero, Yorleny Araya y Marcia Cordero por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto y acompañarme durante todo este proceso compartiendo conmigo sus conocimientos y dándome consejos y motivación en todo momento.

A Ire, Camilo, María, Daniel, Mar y a todos mis amigos por sus consejos y los buenos momentos que pasamos juntos, los cuales nunca voy a olvidar e hicieron mi vida muy divertida.

Al personal de la escuela, Giova, Luis y Luis David, por ayudarme durante todo este proceso.

A todos, gracias.

Índice de contenidos

| | |
|---|----|
| 1. Justificación..... | 3 |
| 2. Objetivos..... | 5 |
| 2.1 General | 5 |
| 2.2 Específicos | 5 |
| 3. Marco Teórico | 6 |
| 3.1 Análisis sensorial | 6 |
| 3.2 Pruebas de discriminación..... | 7 |
| 3.2.1 Pruebas no direccionadas | 8 |
| 3.2.2 Pruebas direccionadas..... | 10 |
| 3.3 Sensibilidad de pruebas de discriminación | 11 |
| 3.4 Análisis secuencial sensitivo..... | 14 |
| 3.4.1 Uso de enjuagues y de iniciador (“primer”) | 15 |
| 3.5 Efecto de interacción de sabores | 15 |
| 3.6 Importancia de la memoria..... | 17 |
| 3.7 Análisis de datos | 18 |
| 3.7.1 Análisis de varianza (ANDEVA) | 19 |
| 4. Materiales y métodos..... | 20 |
| 4.1 Localización | 20 |
| 4.2 Pruebas preliminares: escogencia de producto, concentración de estímulos y número de repeticiones | 20 |
| 4.2.1 Escogencia de producto y número de repeticiones | 20 |
| 4.2.2 Concentración de las muestras..... | 21 |
| 4.3 Pruebas definitivas: Determinación del efecto del uso del “primer” sobre la sensibilidad de las pruebas y la memoria..... | 22 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4 | Análisis de datos | 25 |
| 4.4.1 | Valor d' | 25 |
| 4.4.2 | Número de aciertos | 26 |
| 4.4.3 | ANDEVA..... | 26 |
| 5. | Resultados y discusión | 27 |
| 6. | Conclusiones..... | 35 |
| 7. | Recomendaciones | 35 |
| 8. | Referencias bibliográficas | 36 |
| 9. | Anexos | 40 |
| 9.1 | Muestra de hoja de respuesta de las pruebas de discriminación | 40 |
| 9.2 | Ejemplo de tabulación de resultados..... | 43 |
| 9.3 | Datos utilizados para cálculo del valor d' | 45 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ilustración de estrategias cognitivas utilizadas en pruebas de discriminación: a. Comparación de distancias b. Descremado (Tomado de Angulo & O'Mahony, 2009)..... | 12 |
| Figura 2. Representación del valor d' (Adaptado de Van Hout, 2014)..... | 13 |
| Figura 3. Representación gráfica de comparación de medias de valores d' obtenidas mediante una prueba de comparación de medias usando Fischer LSD con $\alpha=0,05$ para cada una de las condiciones. | 28 |
| Figura 4. Representación gráfica de comparación de medias del número de aciertos obtenidos mediante una prueba Fischer LSD con $\alpha=0,05$ para cada una de las condiciones. | 32 |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro I. Bebidas analizadas para escogencia de producto a utilizar en pruebas | 21 |
| Cuadro II. Análisis de varianza para determinar diferencias significativas en el valor d' para 31 jueces con dos repeticiones (primeros cinco sets y últimos cinco sets) y 12 condiciones (tres pruebas con cuatro tratamientos) con $\alpha= 0,05$ | 27 |
| Cuadro III. Análisis de varianza para el número de aciertos de 31 panelistas y 12 condiciones (cuatro tratamientos y tres pruebas) con $\alpha= 0,05$ | 31 |
| Cuadro IV. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Triángulo en las diferentes sesiones con 31 panelistas..... | 40 |
| Cuadro V. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Tétrada en las diferentes sesiones con 31 panelistas..... | 41 |
| Cuadro VI. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Dúo-trío en las diferentes sesiones con 31 panelistas..... | 42 |
| Cuadro VII. Ejemplo de tabulación de resultados para el juez 1 y 2 para obtener el valor d' para la prueba Triángulo | 43 |
| Cuadro VIII. Ejemplo de agrupación de datos para obtener el ANDEVA para el juez 1 y 2 con cada prueba y tratamiento | 44 |
| Cuadro IX. Datos obtenidos para 31 panelistas en las diferentes pruebas y tratamientos para el cálculo del valor d' | 45 |

Resumen

Céspedes Brenes, Catalina

Efecto del uso de un “primer” sobre la sensibilidad de pruebas de discriminación con diferente número de estímulos y su influencia sobre la memoria

Licenciatura de Ingeniería de Alimentos, San José, CR.:

Céspedes, C., 2020

53 pág.: 4 il. –30 refs.

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto que puede tener el uso del “primer” en 3 pruebas de discriminación no direccionadas (Triángulo, Dúo-Trío y Tétrada no especificada) y en la memoria de los panelistas. Para esto se utilizó como muestra diferentes disoluciones de jugo de piña marca Jumex y agua destilada, y se utilizaron cuatro tratamientos diferentes: sin enjuague, enjuague con agua antes de cada set, enjuague con agua y “primer” antes de cada set y enjuague con agua antes de cada estímulo.

Para determinar esto se realizaron seis sesiones con 31 panelistas. Las disoluciones utilizadas fueron: 90% de jugo como el estímulo fuerte y 75%, 72%, 70%, 66% y 63% como el estímulo débil dependiendo de la sensibilidad de cada persona. En cada sesión se realizaba una de las 3 pruebas con dos de los tratamientos al azar. La primera sesión de los jueces se empezó con la condición Triángulo sin enjuague para determinar las disoluciones necesarias para cada persona. Para cada tratamiento se realizaron 10 sets, al terminar el primero inmediatamente después se empezaba con el siguiente tratamiento, para un total de 20 sets por sesión. Para el análisis de datos se realizó un ANDEVA con $\alpha=0,05$ para el número de aciertos y los valores d' obtenidos para determinar la presencia de diferencias significativas entre las condiciones. Para esto se dividieron los datos en dos, los primeros cinco sets y los últimos cinco sets para determinar si hubo un efecto de fatiga, acarreamiento o adaptación al aumentar el número de sets realizados.

En cuanto a los resultados del valor d' no se encontró una diferencia significativa entre los primeros 5 sets y los últimos 5 (en promedio de los cuatro tratamientos y las tres pruebas de discriminación), indicando que no hubo un efecto de fatiga. Además, se pudo ver que la

Tétrada no especificada se vio afectada al presentar los valores d' más bajos, esto se pudo deber a factores como la memoria, al tener un mayor número de estímulos. Comparando los resultados obtenidos por ambos ANDEVAS se pudo ver que el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo tuvo un efecto negativo en la sensibilidad de las tres pruebas realizadas. Por otro lado, los otros tres tratamientos sí favorecen a la sensibilidad, esto indica que no hay un solo tratamiento que mejore o mantenga la capacidad de encontrar la diferencia para todas las pruebas; es decir, el "primer" no fue mejor que el tratamiento de sin enjuague y enjuague con agua antes de cada set.

PRUEBAS DE DISCRIMINACIÓN, PRUEBAS NO DIRECCIONADAS, "PRIMER", MEMORIA

Ph.D. Elba Cubero Castillo, directora de tesis
Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica

1. Justificación

Las pruebas de discriminación son utilizadas en el análisis sensorial cuando la diferencia entre las muestras es pequeña y, por lo tanto, puede llegar a ser confusa. Por esta razón, este tipo de pruebas suelen ser utilizadas para determinar el grado de diferencia entre muestras cuando se realiza un cambio de los ingredientes, formulación, proceso, empaque, almacenamiento, entre otros (Xia *et al.*, 2014), para evitar que el producto original cambie apreciablemente.

En la práctica, muchas veces se utiliza un iniciador o “primer”. Éste se prueba antes de la primera muestra para ambientar la boca y evitar el posible efecto distorsionante que podrían causar factores como los enjuagues con agua, residuos de otras muestras en la boca, entre otros (Rousseau *et al.*, 2002; Ishii *et al.*, 2014). De esta manera, se espera obtener un mejor desempeño durante la sesión; sin embargo, no se cuenta con evidencia que afirme que el uso del “primer” tiene un efecto significativo sobre las pruebas de discriminación. Ya que, aunque suele ser muy utilizado la información sobre este tema es muy escasa.

Existen dos tipos de pruebas de discriminación: direccionadas y no direccionadas. Las pruebas no direccionadas son muy utilizadas por la industria ya que presentan la ventaja de que no se debe especificar la naturaleza de la diferencia que hay entre los productos a analizar, al contrario de las pruebas especificadas (direccionadas), de esta manera se pueden utilizar cuando la diferencia no está clara. Sin embargo, estas pruebas tienden a ser menos potentes que las pruebas direccionadas. En la actualidad el uso de la Tétrada ha aumentado ya que, aunque no presenta una potencia tan alta como las 2-AFC y 3-AFC (pruebas especificadas), si es más potente que las pruebas de Triángulo y Dúo-Trío (Xia *et al.*, 2014). Por esto es importante estudiar el efecto que tiene un iniciador sobre pruebas no especificadas, ya que están siendo muy utilizadas en la industria.

También, las pruebas de discriminación se pueden ver afectadas por factores como la fatiga, adaptación, acarreamiento y la memoria. Estudios demuestran que las pruebas que tienen un menor número de estímulos presentan una leve ventaja sobre las pruebas con un mayor número (Ishii *et al.*, 2014). El deterioro de la memoria con el tiempo afecta el rendimiento de las pruebas, al no recordar de manera correcta los diferentes estímulos, el juez puede llegar a dar una respuesta incorrecta (Rousseau *et al.*, 2002). Sin embargo, existe

controversia con otros artículos publicados, ya que según Ennis (2012) teóricamente la Tétrada podría tener una ventaja (mayor potencia, sensibilidad y, por ende, menor número jueces) sobre pruebas como el Triángulo aún con un número mayor de estímulos. Esto se cumple si el incremento del ruido sobre la percepción del juez, por fenómenos como la fatiga, adaptación y memoria, no aumenta más de un 50% (determinado por medio de valores d'). Por esta razón es importante realizar más investigaciones que determinen el efecto del diferente número de estímulos en pruebas de discriminación sobre la memoria.

Basado en lo mencionado anteriormente, se encontró la necesidad de determinar el efecto del “primer” sobre las pruebas de discriminación no especificadas con diferente número de estímulos y su efecto sobre la memoria para medir cambios en la sensibilidad o capacidad de encontrar la diferencia entre muestras, en comparación con el enjuague con agua tradicional con algunas variantes.

2. Objetivos

2.1 General

Analizar el efecto del “primer” sobre la sensibilidad de pruebas de discriminación y su influencia sobre la memoria.

2.2 Específicos

- 2.2.1** Comparar el efecto del “primer” sobre la capacidad de encontrar la diferencia entre los estímulos usando tres pruebas de discriminación (Dúo-Trío, Triángulo y Tétrada no especificada).
- 2.2.2** Determinar el efecto del “primer” sobre la memoria en pruebas de discriminación (Dúo-Trío, Triángulo y Tétrada no especificada) que utilizan diferente número de estímulos.

3. Marco Teórico

3.1 Análisis sensorial

El análisis sensorial es muy utilizado en la industria ya que es una herramienta que proporciona información importante sobre las características sensoriales de un alimento, esta información es utilizada en diferentes etapas del proceso desde el desarrollo de producto hasta su venta. Este tipo de análisis es compuesto por diferentes técnicas que miden la respuesta de las personas sobre los alimentos. De esta manera se incitan, miden, analizan e interpretan las respuestas sobre un producto generadas por los diferentes sentidos de las personas: visual, gustativo, olfativo, táctil y auditivo (Lawless & Heymann, 2010).

Las pruebas de análisis sensorial se clasifican en dos grupos diferentes: analíticas y afectivas (hedónicas). Las pruebas afectivas se utilizan para determinar la preferencia de consumidores sobre un producto en general o de un atributo específico del alimento. Ejemplos de éstas son: pruebas de preferencia y pruebas de aceptación (Galy, 2019). Por otro lado, se encuentran las analíticas como las pruebas de discriminación y descriptivas. Estas miden diferentes atributos de un producto, sin enfocarse en la preferencia de las personas. Los panelistas, a diferencia de las pruebas afectivas, pueden presentar entrenamiento o no (Lawless & Heymann, 2010).

Dependiendo de la información que se desee obtener, se escoge el tipo de prueba sensorial a realizar. La Evaluación Sensorial I utiliza los sentidos de los humanos como herramienta de medición para detectar si cambios en un producto debido a alteraciones de formulación, proceso, empaque, tiempo de almacenamiento, entre otros, afectan las propiedades sensoriales del alimento. Sin embargo, las mediciones obtenidas con estas pruebas se aplican sobre características que se diferencian de manera obvia, por lo tanto, no se deben usar cuando los cambios en los productos son difíciles de medir ya que son confusos. La relevancia que tengan estos cambios sobre el consumidor o público meta se mide por medio de la Evaluación Sensorial II, que mide la percepción de las personas sobre un producto en las condiciones más cercanas a la realidad posible. Por ejemplo, se estudia como

los consumidores diferencian entre dos productos en condiciones normales (O'Mahony & Rousseau, 2002; Van Hout, 2014).

De esta manera, las diferentes técnicas del análisis sensorial ofrecen los lineamientos a seguir para obtener la información requerida por la industria o los académicos. Estas técnicas están respaldadas por diferentes áreas como la psicología, estadística, entre otros; por lo que están basadas en fundamentos científicos. Para que esta información sea confiable, se deben realizar paneles sensoriales en condiciones controladas, utilizando métodos y análisis apropiados, de manera que los resultados sean consistentes y reproducibles (Watts *et al.*, 1992; Olivias-Gastélum *et al.*, 2009).

3.2 Pruebas de discriminación

Las pruebas de diferenciación se utilizan para determinar si dos muestras presentan una diferencia perceptible por parte del consumidor. Por esta razón, este tipo de pruebas se utilizan para desarrollar productos, control de calidad, también cuando se da una reformulación, cambios en el proceso, entre otros (O'Mahony & Rousseau, 2002; Olivias-Gastélum *et al.*, 2009).

De tal modo, estas pruebas se pueden utilizar para determinar si ha ocurrido un cambio en la apariencia, textura o sabor de un producto, que sea apenas perceptible (confuso) por los consumidores debido a alguna alteración en el proceso, formulación, empaque o incluso un cambio debido a su almacenamiento (Watts *et al.*, 1992; Xia *et al.*, 2014). A diferencia de otro tipo de pruebas sensoriales, las de discriminación son utilizadas con consumidores, que no requieren ningún tipo de entrenamiento o muy poco; de esta manera estas pruebas son más fáciles y rápidas que métodos como las pruebas descriptivas (Worch & Delcher, 2013).

Las pruebas de discriminación se clasifican en dos categorías, no direccionadas (no especificadas) y direccionadas (especificadas). Ambos tipos de pruebas se manejan bajo el mismo principio y requieren lo mismo de los panelistas; los participantes deben identificar o agrupar las diferentes muestras según las diferencias o similitudes que perciban entre los productos (Worch & Delcher, 2013).

Las pruebas direccionadas identifican un atributo específico como la posible diferencia entre las muestras, por ejemplo, 2-AFC (2-escogencia forzada alternativa), 3AFC (3-escogencia forzada alternativa), Tétrada especificada, entre otros. Por otro lado, las pruebas no direccionadas son aquellas en las cuales se determina si hay diferencia o no entre dos muestras sin especificar un atributo en el producto, algunos ejemplos de estas pruebas son: la prueba Triángulo, Dúo-Trío, entre otras (McClure & Lawless, 2010).

3.2.1 Pruebas no direccionadas

Las pruebas no direccionadas son muy utilizadas en la industria ya que presentan la ventaja de no tener que especificar la posible diferencia en el producto, de esta manera, estas pruebas son utilizadas para determinar una diferencia entre productos cuando no se tiene información sobre la magnitud de la diferencia o cuando el cambio afectó a más de un atributo en el producto (Lawless & Heymann, 2010).

Es importante mencionar que este tipo de pruebas suelen presentar una potencia estadística menor que las pruebas direccionadas. Por esta razón, es posible que se logre percibir la diferencia entre muestras con una prueba direccionada pero que no se determine de manera clara utilizando pruebas no direccionadas (Ishii et al., 2014), ya que se requiere una muestra poblacional mayor que para las pruebas direccionadas. Algunas de estas pruebas son:

3.2.1.1 Prueba Triángulo

La prueba Triángulo es no especificada, por lo tanto, no se requiere indicar el atributo de la posible diferencia en los productos. En esta prueba se presenta al panelista con tres muestras de manera simultánea, dos muestras son iguales y la otra es diferente. El juez debe probar las tres muestras e identificar cuál de las tres es diferente (Ennis, 2012).

Esta prueba presenta seis posibles órdenes de presentación para las muestras utilizadas. Estos órdenes se balancean durante el panel de manera que todos los órdenes son presentados a los jueces de manera aleatoria e igual número de veces. Los posibles órdenes son: ABA, AAB, ABB, BAB, BAA y BBA (Lawless & Heymann, 2010). La hipótesis nula

de esta prueba determina que la probabilidad de escoger la muestra diferente al azar, cuando no existe diferencia alguna entre las muestras es de $p=1/3$ (uno en tres) (Ennis, 2012).

3.2.1.2 Prueba Tétrada no especificada

En esta prueba el panelista es presentado con cuatro muestras de manera simultánea. El juez debe agrupar en dos parejas las muestras según su similitud. Al igual que la prueba Triángulo la hipótesis nula indica que la probabilidad de escoger al azar muestras diferentes en el par es de uno en tres ($p=1/3$) (Ennis, 2012).

La prueba Tétrada utiliza seis órdenes de presentación diferentes, éstos deben ser balanceados aleatoriamente para todos los panelistas de manera que todos los órdenes de presentación se muestran en el panel. Los órdenes son: AABB, ABBA, ABAB, BBAA, BAAB y BABA (Ennis *et al.*, 2014).

3.2.1.3 Prueba Dúo-trío

Para la prueba Dúo-Trío, el panelista es presentado con tres muestras. Una es marcada como referencia y las otras dos son codificadas de manera aleatoria. El panelista debe probar las muestras e identificar cuál es similar a la referencia. La referencia utilizada es alguna de las dos muestras codificadas (Lawless & Heymann, 2010).

La probabilidad de escoger la respuesta correcta al azar en esta prueba es de uno en dos ($p=1/2$). Hay dos posibles órdenes de presentación: AB y BA se puede usar como referencia cada muestra (A y B), éstos se balancean a través del panel y la referencia se intercambia entre ambas muestras de manera aleatoria y equitativa (Ennis *et al.*, 2014).

3.2.1.4 Prueba Igual-diferente

En esta prueba se muestran a los panelistas dos estímulos y se le pide que identifique si percibe una diferencia entre las muestras o no. En este caso la probabilidad de que los panelistas encuentren la respuesta correcta al azar es de más del 50%, por lo tanto, presenta una probabilidad de $p>1/2$. Hay cuatro posibles órdenes de presentación: AB, AA, BA y BB, estos deben ser aleatorizados y presentados en igual número a cada juez. Esta prueba tiende

a ser utilizada cuando se realiza un cambio, pero este puede afectar más de un factor en el producto final (Olivias-Gastélum *et al.*, 2009; Lawless & Heymann, 2010).

3.2.15 Prueba A NO-A

Este tipo de prueba presenta varias versiones; sin embargo, la versión más utilizada permite un tiempo de entrenamiento para los panelistas. Estos reciben muestras codificadas como "A" y "No-A". A los panelistas se les presentan diferentes muestras después del tiempo de entrenamiento y estos deben determinar por medio de la memoria si las muestras son "A" o "No-A" (Lawless & Heymann, 2010).

3.2.2 Pruebas direccionadas

Las pruebas direccionadas (especificadas), son aquellas en las cuales la naturaleza de la diferencia se le indica a los panelistas. De esta manera este tipo de pruebas son utilizadas cuando se tiene conocimiento del atributo específico del alimento que se quiere analizar. Como se mencionó anteriormente, estas pruebas presentan una potencia estadística mayor que las pruebas no especificadas (O'Mahony & Rousseau, 2002). Las pruebas direccionadas más utilizadas son:

3.2.2.1 Prueba 2-AFC

La prueba 2-AFC presenta una probabilidad de elegir la respuesta correcta al azar de uno en dos ($p=1/2$). En esta prueba se presentan dos muestras diferentes a los panelistas, los participantes deben identificar la muestra que tenga una mayor o menor intensidad de una característica específica. Hay dos posibles órdenes de presentación: AB y BA, éstos deben ser balanceados y aleatorizados durante todo el panel (Ennis *et al.*, 2014).

3.2.2.2 Prueba 3-AFC

En esta prueba al igual que la 2-AFC, los panelistas deben indicar la muestra que presenta más o menos intensidad de un atributo específico, en lugar de dos muestras, a los panelistas se les presenta con tres muestras, dos son iguales y una es diferente. Hay seis posibles órdenes de presentación: AAB, ABA, ABB, BBA, BAB y BAA, éstos al igual que en otras pruebas deben ser aleatorizados y balanceados durante la sesión. Esta prueba

presenta una probabilidad de adivinar la respuesta correcta al azar de uno en tres ($p=1/3$) (Lawless & Heymann, 2010; Ennis *et al.*, 2014).

3.2.2.3 Prueba 4-AFC

En este caso al panelista se le presentan cuatro muestras, tres son iguales y una es diferente. Se les pide a los participantes que escojan la muestra que presenta más o menos intensidad de una característica en específico. La probabilidad de acertar al azar es de $p=1/4$ u los posibles órdenes de presentación son: AAAB, ABAA, AABA, ABBA, BBBA, BABB, BBAB y BAAA (Ennis *et al.*, 2014).

3.2.2.4 Prueba Tétrada especificada

Al igual que en la prueba tétrada no especificada, en esta prueba se les presenta a los panelistas cuatro muestras. Los jueces deben aparejar las muestras según similitud, en este caso por la intensidad de un atributo del producto que se les indique. Esta presenta una probabilidad de acertar al azar la respuesta de $p=1/6$ a diferencia de la prueba no especificada. Los órdenes de presentación son: AABB, ABAB, ABBA, BBAA, BABA y BAAB (Ennis *et al.*, 2014; Adjei, 2017).

3.3 Sensibilidad de pruebas de discriminación

Las pruebas de discriminación tienen diferente sensibilidad, de manera que el desempeño de los jueces no siempre es el mismo en todas las pruebas. Esto se debe a que la forma de procesar la información varía según el tipo de prueba que se esté realizando, es decir, la manera en que el cerebro procesa la información de los sentidos. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, algunas pruebas de discriminación permiten diferenciar entre algunos estímulos mientras que otras pruebas no reportan una diferencia entre ellos (siendo los mismos estímulos). Esto se relaciona con la estrategia cognitiva utilizada en cada prueba (Angulo & O'Mahony, 2009; Ishii *et al.*, 2014).

Las estrategias cognitivas utilizadas en las pruebas de discriminación se conocen como descremado y comparación de distancias (Figura 1). La primera estrategia en la figura es la comparación de distancias, esta estrategia es utilizada por pruebas como el Triángulo.

En esta, el juez identifica como la muestra diferente aquella que presenta una mayor distancia con respecto a las otras dos, al comparar la intensidad de percepción de cada una. En el caso del descremado (segunda estrategia en la figura), los jueces eligen el estímulo con mayor intensidad de percepción, de esta manera se comparan todas las muestras y la de mayor intensidad se escoge. Esta estrategia es utilizada por pruebas como 3-AFC. (Bloom & Lee, 2016).

El tipo de estrategia utilizada afecta la potencia de la prueba, es por esto que es importante su estabilidad, ya que, si hay variación en la estrategia utilizada durante la sesión, la variabilidad de la prueba aumentaría y su sensibilidad disminuye. Esto se debe a que, si los jueces utilizan un tipo de estrategia, pero algunos cambian a una estrategia más efectiva las diferencias entre estímulos se pueden sentir como mayores. Esto se puede dar, por ejemplo, cuando los panelistas se familiarizan con las muestras después de cierto tiempo (Van Hout, 2014).

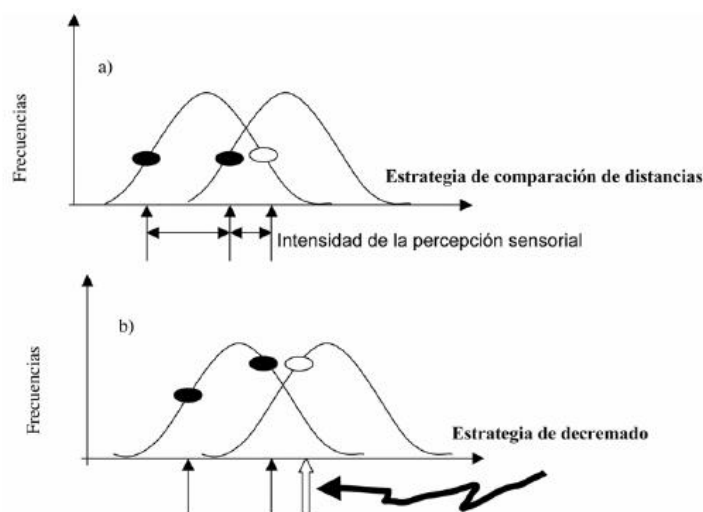


Figura 1. Ilustración de estrategias cognitivas utilizadas en pruebas de discriminación: a. Comparación de distancias b. Descremado (Tomado de Angulo & O'Mahony, 2009)

Las estrategias del cerebro utilizadas en las diferentes pruebas para procesar la información obtenida son descritas por el modelo de Thurstone. Este modelo se basa en dos suposiciones, la estrategia cognitiva utilizada en cada prueba y la variabilidad en la percepción sensorial de las muestras. Esto se refiere a que la información enviada al cerebro

durante la degustación de una muestra por el sistema nervioso no es constante debido a factores como la variabilidad de la muestra en sí, las fluctuaciones en la cantidad de nervios involucrados en la sensación, los fluidos orales como la saliva, interferencia de residuos de muestras anteriores, entre otras. De esta manera la distribución de cada estímulo es representada como una distribución normal (Lau *et al.*, 2004; Angulo & O'Mahony, 2009). Unas pocas veces la sensación será muy poco intensa (cola izquierda de la distribución) y en otras muy intensa (cola derecha), mientras que la mayoría de las veces será intermedia (punto medio).

El valor d' se encuentra relacionado con lo mencionado anteriormente, ya que se denomina como la diferencia entre dos estímulos, es decir, la distancia entre las medias de distribución de dos muestras diferentes (Figura 2), medida en desviaciones estándar. Entre más pequeño sea este valor la diferencia percibida entre ambos estímulos es menor (Angulo & O'Mahony, 2009).

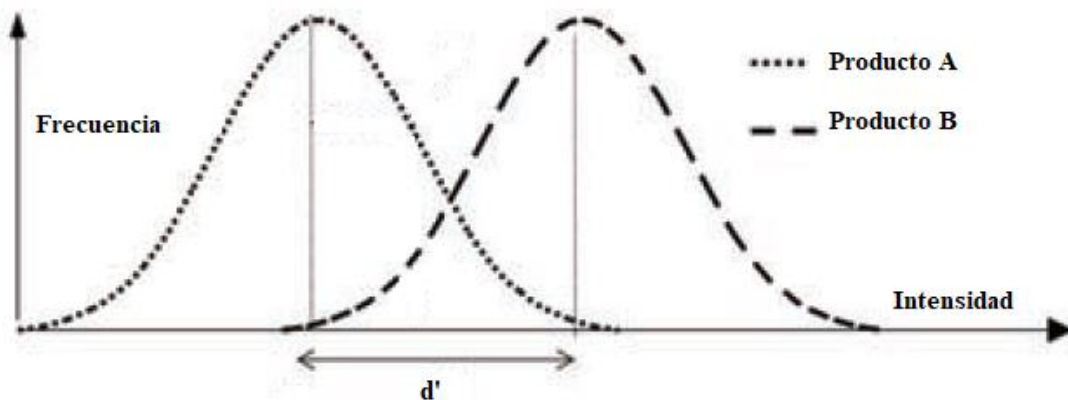


Figura 2. Representación del valor d' (Adaptado de Van Hout, 2014)

El valor d' es independiente de la metodología utilizada y permite comparar diferentes pruebas, aunque no presenten la misma probabilidad de aciertos al azar. Esto es importante ya que datos como el número de aciertos (proporción de aciertos) describen el desempeño que tuvo una prueba, pero no es independiente de la metodología sensorial utilizada (Angulo & O'Mahony, 2009). De manera que una prueba que utiliza la estrategia cognitiva de descremado como toma de decisiones tiende a ser más eficiente, presentando un mayor

número de aciertos que una prueba que no utiliza esta estrategia (Ennis *et al.*, 2014). El valor d' toma en cuenta este aspecto y la variabilidad de percepción de cada prueba, haciendo posible la comparación de sensibilidad de diferentes pruebas. Por ejemplo, para un mismo valor d' se puede ver que la prueba 3-AFC necesita una mayor proporción de aciertos que la prueba Triángulo, sin embargo, presentarán el mismo grado de discriminación (Rousseau & O'Mahony, 2002).

3.4 Análisis secuencial sensitivo

El modelo de análisis secuencial sensitivo toma en cuenta factores que afectan la percepción de los estímulos mencionados, como remanentes de muestras probadas anteriormente en los receptores y efecto de enjuagues realizados por los panelistas. De este modo, el modelo explica como el orden en que las diferentes muestras se presentan a los jueces puede afectar su respuesta (Dessirier *et al.*, 1998). Los panelistas se adaptan a las muestras desde el primer estímulo que se prueba, este fenómeno sucede incluso después de expectorar o tragarse la muestra ya que siempre quedan residuos en la boca (Lucak, 2008).

De acuerdo con lo anterior, el modelo indica que es más fácil detectar las características de un estímulo fuerte después de probar un estímulo débil y no al revés, de igual manera es más difícil si se prueban dos estímulos débiles, uno después del otro, o dos fuertes seguidos (Dessirier & O'Mahony, 1998). Estos órdenes o secuencia son explicados por factores como la mezcla de saliva con las muestras, respuestas sesgadas, fenómenos de adaptación, entre otros (Dessirier *et al.*, 1998).

Por lo tanto, es importante tomar en cuenta el orden de presentación de muestras a la hora de realizar las pruebas ya que de no ser así los jueces se pueden ver afectados y no todos los jueces tienen la misma probabilidad de acertar debido a fenómenos de adaptación o acarreamiento que afectan la percepción de los panelistas (Rousseau, 2004). También se debe considerar las condiciones con las cuales se realizan las pruebas, por ejemplo, el uso de enjuagues con agua o iniciadores ("primer"); ya que, al incorporarlos en la secuencia, estos también tendrán un efecto sobre la percepción de la primera muestra al cambiar el ambiente en la boca (Lucak, 2008).

3.4.1 Uso de enjuagues y de iniciador (“primer”)

Como se dijo anteriormente, la percepción de los estímulos se puede ver afectada por el uso de diferentes elementos como enjuagues e iniciadores. Para disminuir la adaptación que pueden sufrir los panelistas durante las pruebas es común utilizar limpiadores del paladar (generalmente enjuagues), estos limpiadores permiten que los jueces partan siempre del mismo punto en cuanto a la adaptación del paladar cada vez que se prueba un estímulo nuevo (Lucak, 2008; Lawless & Heymann, 2010).

Hay diferentes tipos de limpiadores del paladar y estos difieren dependiendo de la muestra utilizada. Por ejemplo, para estímulos dulces generalmente se utiliza enjuagues de agua. El protocolo utilizado para realizar los enjuagues puede variar: en algunos casos el enjuague se traga, en otros casos se expectora, también la cantidad de enjuagues puede variar, por ejemplo, en algunos casos solo se realiza un enjuague simple mientras que en otros se hacen varios enjuagues antes de seguir con el siguiente estímulo, entre otros (Lucak, 2008).

No todos los enjuagues sirven para todas las muestras, por ejemplo, el agua no presenta buenos resultados para estímulos amargos como el café. Por esta razón, se debe escoger de manera adecuada el limpiador del paladar a utilizar dependiendo de la prueba que se vaya a realizar. De tal manera, la eficiencia de los limpiadores de paladar depende de diferentes factores, entre ellos están: el tipo de muestra, la manera en que se probó la muestra, la composición y la cantidad de saliva, entre otros (Lucak, 2008).

Por otro lado, el iniciador (“primer”) consiste en una muestra a cuyo sabor el panelista no debe prestar atención y se saborea antes de las muestras a comparar, para preparar el ambiente en la boca del panelista (Ishii *et al.*, 2014). Generalmente se utiliza el “primer” para evitar el posible efecto distorsionante que podrían causar los enjuagues de agua realizados antes de probar la primera muestra y obtener un mejor desempeño durante la sesión (Rousseau *et al.*, 2002).

3.5 Efecto de interacción de sabores

La percepción sensorial y, por ende, la capacidad discriminativa entre muestras se puede ver afectada por factores como la interacción de distintos sabores en una matriz (Mingioni *et al.*, 2017). El sistema gustativo es capaz de percibir cinco sabores elementales:

dulce, ácido, amargo, salado y umami. Estos sabores son percibidos por los receptores en la lengua (para los 5 sabores básicos se pueden encontrar receptores en un mismo botón gustativo) y esta información es transmitida hasta el cerebro (Briand & Salles, 2016; Mingioni *et al.*, 2017).

La percepción de los sabores depende de diferentes factores: el tipo de sabor (dulce, ácido, amargo, salado y umami), la intensidad o magnitud de la sensación que provoca cada compuesto relacionado con el sabor, la trayectoria temporal de las intensidades provocadas, entre otros. La mezcla de sabores en una sola muestra es uno de los factores que afecta cómo es percibida a la hora de probarla (Briand & Salles, 2016; Keast & Breslin, 2002).

La interacción entre sabores en un alimento, por lo general, se presenta de manera binaria, pero también se pueden dar mezclas con mayor número de estímulos. Diferentes tipos de interacciones, en algunos casos presentan la supresión de uno de los sabores por el otro, o en caso contrario, se puede aumentar su percepción o en algunos casos enmascarar uno de los sabores, entre otros (Briand & Salles, 2016).

Estas interacciones dependen de factores como la concentración de cada estímulo (sabor), puede haber cambios de percepción al haber una mayor o menor concentración. Por ejemplo, el sabor dulce en una muestra tiende a suprimir la percepción del sabor ácido en esta (Briand & Salles, 2016; Martin, 2002). Por otro lado, en interacciones entre sabor ácido y amargo a una concentración baja la percepción de cada uno se aumenta, mientras que a concentraciones altas el sabor ácido se reprime y el sabor amargo puede presentar diferentes comportamientos (Keast & Breslin, 2002).

Es por esto que es importante tener en cuenta el tipo de muestra a utilizar (simple o compleja) ya que las interacciones que se dan en los alimentos pueden afectar los resultados obtenidos al realizar pruebas de discriminación. Esto se debe a que, en general, los productos encontrados en el mercado ya sean bebidas o alimentos tienden a tener diferentes grados de complejidad de sabores. Según Bloom & Lee (2016), la capacidad de diferenciar entre una muestra y otra y, por ende, el valor d' , se ve afectado de manera negativa, conforme aumente el grado de dimensionalidad de sabores presente en el estímulo utilizado, al disminuir la

cantidad de respuestas correctas obtenidas; es decir, conforme aumenta la complejidad sensorial.

3.6 Importancia de la memoria

La memoria juega un papel importante en las pruebas de discriminación, para este tipo de pruebas el tipo de memoria involucrada es la memoria de corto plazo. Esto se debe a que al probar cada muestra se debe retener la información de cada estímulo para compararlas después de haber probado cada muestra, esto se hace en un tiempo corto (Lau *et al.*, 2004). Durante el proceso de la prueba los jueces pueden no recordar las características de los estímulos, esto se da por varias razones entre ellas se encuentran: la degeneración de la memoria instantánea y la interferencia de trazas de una muestra sobre la otra (Rousseau *et al.*, 2002).

Las interferencias en la memoria se pueden dividir en dos categorías diferentes: proactivas y retroactivas. La interferencia retroactiva es cuando la información en memorias anteriores es menos fácil de recuperar, debido a la interferencia de información adquirida después. Por otro lado, la interferencia proactiva se da cuando la información recientemente obtenida se ve afectada por la información almacenada con anterioridad (Lau *et al.*, 2004).

De esta manera, inconsistencias en la memoria de los panelistas aumenta la variabilidad en la percepción de los estímulos y, por ende, en las respuestas obtenidas durante las pruebas. Al aumentar el número de muestras a probar las inconsistencias en la memoria suelen aumentar. Es por esto que las pruebas con menos estímulos presentan valores d' mayores (mayor sensibilidad) que pruebas con más estímulos, por lo tanto, las pruebas con menos estímulos como triángulo (tres muestras) presenta una ventaja sobre tétrada (cuatro muestras) (Ishii *et al.*, 2014; Rousseau & O'Mahony, 2002).

A pesar de esto, teóricamente la tétrada podría tener una ventaja (mayor potencia, sensibilidad y menor número jueces) sobre pruebas como el triángulo aún con un número mayor de estímulos. Esto se daría si el ruido sobre la percepción del juez no aumenta más de un 50%, el cual se puede dar por fenómenos de adaptación, memoria y fatiga. En consecuencia, la tétrada sería una mejor alternativa que el triángulo si el valor d' de la tétrada

es mayor que $2/3$ del valor del triángulo (Ennis, 2012). Es por esta razón que existe una controversia sobre este tema y no se tiene claro si lo encontrado por este autor se puede ver reflejado de manera clara en el ámbito práctico.

3.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos en estas pruebas generalmente se registran de manera binaria, utilizando tablas binomiales, pruebas como el Chi cuadrado, entre otras (Lawless & Heymann, 2010). En las pruebas binomiales cuando un panelista encuentra la diferencia entre muestras se toma como una respuesta correcta, con una puntuación de 1; cuando un evaluador no logra identificar la diferencia se toma la respuesta como incorrecta y se da una puntuación de 0. Los resultados de los panelistas son agrupados y luego se realizan diferentes análisis de datos para obtener la información deseada (Worch & Delcher, 2013). De esta manera las pruebas binomiales se pueden usar en pruebas que se basan en proporciones, por ejemplo, en una prueba de discriminación se obtiene la proporción de respuestas correctas. Por consiguiente, se puede utilizar la distribución binomial para medir frecuencias en las pruebas de diferenciación, al determinar los aciertos obtenidos en cada una de las pruebas (Lawless & Heymann, 2010).

Para el análisis de datos de las pruebas de discriminación es común utilizar el valor d' , este se obtiene con tablas en las cuales se usa la proporción de aciertos obtenidos en las diferentes pruebas. Como se mencionó anteriormente, el valor d' indica el grado de diferencia sensorial que presentan las muestras. Pero este valor también se utiliza para determinar la sensibilidad. De esta manera, valores d' bajos indican una sensibilidad menor, mientras valores altos indican una mayor sensibilidad. Este valor también se puede utilizar para determinar el efecto de la memoria sobre las diferentes pruebas. Ya que dependiendo de los valores obtenidos se indicaría que un mayor número de estímulos pudo tener un efecto negativo o positivo en la sensibilidad de la prueba al ser comparada con una con menor número de estímulos, pero las mismas condiciones (Ishii *et al.*, 2014).

3.7.1 Análisis de varianza (ANDEVA)

El análisis de varianza es una prueba paramétrica para el análisis estadístico de los resultados. Para poder aplicar la prueba, se deben cumplir ciertos supuestos, como la independencia de los datos, que se garantiza al realizar un muestreo aleatorio; la distribución normal de los datos y la homocedasticidad u homogeneidad de varianzas (Serrano, 2003). En esta investigación en particular, el convertir los aciertos en 1 y los desaciertos en 0 y agruparlos, permite que se determinen frecuencias de aciertos para cada prueba realizada. Aunque estos números tienen mayor similitud a lo obtenido de escalas categóricas (al asignar un número a una percepción sensorial) (O'Mahony, 1986), cuando el número obtenido va en aumento da una idea del aumento en la frecuencia de aciertos, es decir aumenta la cantidad de personas que encuentran la diferencia (aunque no son números reales, es decir, continuos y en orden). Se utilizó el ANDEVA con estos resultados, aunque no se cumplen algunos de los supuestos mencionados como la distribución normal y la homogeneidad de varianza, ya que, esta prueba presenta una robustez en estos casos (O'Mahony, 1986; Díaz, 2009). En el caso del incumplimiento de la normalidad, la prueba F es flexible y no se ve muy afectada. Por otro lado, si no se cumple la homogeneidad de varianza el ANDEVA es robusto cuando el diseño experimental es equilibrado y el número de observaciones es igual para cada tratamiento (Balluerka & Vergara, 2002). En el caso de los valores de d' provenientes de cada prueba de discriminación para cada tratamiento, al ser números reales (el valor d' se mide en unidades de desviación estándar), son aptos para utilizar el ANDEVA.

4. Materiales y métodos

4.1 Localización

Las pruebas sensoriales se realizaron en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela de Tecnología de Alimentos, ubicado en la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, en San Pedro Montes de Oca.

4.2 Pruebas preliminares: escogencia de producto, concentración de estímulos y número de repeticiones

4.2.1 Escogencia de producto y número de repeticiones

Se probaron bebidas comerciales de diferentes marcas y sabores (Cuadro I). Un grupo de cinco personas realizaron las pruebas para determinar el producto a utilizar ("bench testing"). Para realizar los paneles se buscó una muestra de sabor simple que no presentara combinaciones de acidez y dulzor complicadas (interacción de sabores) para evitar la confusión del panelista a la hora de determinar la diferencia entre estímulos.

Con cada producto se realizó una prueba de triángulo y tétrada no especificada comparando los jugos en su forma natural y diferentes disoluciones. En cada sesión se hicieron los paneles con dos tratamientos: sin enjuague y con enjuague con agua antes de cada set. Se realizaron 12 repeticiones para delimitar la pérdida de sensibilidad cuando se empiezan a cometer errores en las respuestas. Se determinó que con 10 repeticiones por sesión era suficiente para observar errores en las respuestas y fatiga. Se descartaron las bebidas que saturaban el paladar de los consumidores (muy ácidos, astringentes o saborizantes intensos), los productos cuyo sabor no cambiaba de manera uniforme (por ejemplo, a veces se sentía dulce y a veces ácido) a la hora de diluirlos provocando confusión en los panelistas y productos cuyas disoluciones eran fáciles de diferenciar. Se escogió jugo de piña marca Jumex para realizar las pruebas definitivas.

Cuadro I. Bebidas analizadas para escogencia de producto a utilizar en pruebas

| Bebida | Marca |
|-----------------------|--------------|
| Jugo de manzana 100% | Dos Pinos |
| Jugo de naranja 100% | Dos Pinos |
| Jugo de uva | Welch |
| Jugo de uva blanca | Welch |
| Fresco leche de fresa | Dos Pinos |
| Té frío sabor limón | 4C |
| Jugo de piña | Jumex |

4.2.2 Concentración de las muestras

Por medio de pruebas sensoriales (prueba triángulo) preliminares se definieron las concentraciones (débil y fuerte) a utilizar en las diferentes pruebas de discriminación. Para ajustarse a la sensibilidad de cada persona se utilizaron soluciones de jugo de 63%, 66%, 70%, 72%, o 75% como el estímulo débil y como estímulo fuerte se utilizó una solución de jugo de 90%. Las disoluciones del jugo se prepararon con agua destilada para evitar posibles cambios de sabor que pudiera aportar el agua potable.

La escogencia de la disolución menos concentrada se hizo en la primera sesión para cada participante, en la cual se realizaba la prueba triángulo sin enjuague y con los aciertos encontrados se determinaba si el panelista lograba detectar la diferencia o no, se cambiaba de concentración ya fuera menos o más intensa hasta encontrar la concentración adecuada (detectaba unos sets y no detectaba otros). Para esto se definió que si el panelista acertaba un mínimo de tres de cinco sets (arbitrariamente se decidió que acertara más de la mitad de los sets), se escogía esta disolución como la adecuada; sin embargo, si el panelista lograba detectar la diferencia muy fácilmente se cambiaba para tener un grado de diferencia más confundible. Por otro lado, si el panelista no detectaba estos aciertos mínimos se cambiaba a una disolución menor hasta lograr un grado de diferencia adecuado.

4.3 Pruebas definitivas: determinación del efecto del uso del “primer” sobre la sensibilidad de las pruebas y la memoria

Se realizaron seis sesiones con 31 personas según su disponibilidad de tiempo, los panelistas se encontraban en un rango de edad de 19 años a 32 años y eran consumidores sin entrenamiento previo. En cada sesión se realizaba el panel con una de las pruebas (primero Triángulo, segunda Tétrada no especificada y tercera Dúo-trío) y dos tratamientos de manera aleatoria. Los tratamientos evaluados por los consumidores fueron:

- Enjuague con agua antes de cada set
- Enjuague con agua y “primer” antes de cada set
- Enjuague con agua entre cada estímulo
- Sin enjuague

Las sesiones se hicieron de manera individual y cada panelista contó con un asistente que le brindó seguimiento durante cada una de las sesiones, éstas se realizaron con luz roja y en cubículos individuales en el laboratorio para tener un ambiente controlado y evitar de la mayor manera posible la distracción de los participantes. Las muestras se presentaron en vasos plásticos de 1 oz con aproximadamente 10 mL cada uno, con las concentraciones de jugo de piña encontradas en la primera sesión para cada persona. Cada muestra fue etiquetada con números diferentes utilizando tablas de números aleatorios. Al realizarse la sesión con dos tratamientos por prueba, cada panelista realizó un total de 20 repeticiones por sesión, 10 por cada tratamiento, aleatorizando los posibles órdenes de presentación de cada prueba. Al terminar el primer tratamiento inmediatamente después se empezaba con el siguiente.

Antes de realizar la prueba con cada tratamiento, los panelistas recibían las siguientes instrucciones:

- Prueba Triángulo

Tratamiento: Sin enjuague

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene un trío, con una muestra diferente y dos muestras iguales. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y escoja el número de la muestra que es diferente en el trío. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre sets

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene un trío, con una muestra diferente y dos muestras iguales. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y escoja el número de la muestra que es diferente en el trío. Enjuáguese con agua dos veces antes de cada set y expectore. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua y “primer” antes de cada set

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene un trío, con una muestra diferente y dos muestras iguales. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y escoja el número de la muestra que es diferente en el trío. Enjuáguese con agua una vez y expectore, seguido enjuáguese con “primer” una vez y expectore antes de cada set. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre cada estímulo

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene un trío, con una muestra diferente y dos muestras iguales. Enjuáguese con agua dos veces antes de probar cada muestra, expectore el enjuague, pruebe cada muestra de izquierda a derecha. Escoja el número de la muestra que es diferente en el trío. Repita con el siguiente set.

- Prueba Tétrada

Tratamiento: Sin enjuague

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene cuatro muestras. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y agrupe las muestras en parejas según su similitud. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre sets

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene cuatro muestras. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y agrupe las muestras en parejas según su similitud. Enjuáguese con agua dos veces antes de cada set y expectore. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua y “primer” antes de cada set

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene cuatro muestras. Pruebe todas las muestras de izquierda a derecha. Expectore cada muestra y agrupe las muestras en parejas según su similitud. Enjuáguese con agua una vez y expectore, seguido enjuáguese con “primer” una vez y expectore antes de cada set. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre cada estímulo

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set tiene cuatro muestras. Enjuáguese con agua dos veces antes de probar cada muestra, expectore el enjuague, pruebe cada muestra de izquierda a derecha. Agrupe las muestras en parejas según su similitud. Repita con el siguiente set.

- Prueba Dúo Trío

Tratamiento: Sin enjuague

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set presenta un trío, la primera muestra es de referencia. Pruebe la referencia y luego las muestras de izquierda a derecha. Expectore la referencia y cada muestra, escoja la muestra similar a la referencia. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre sets

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set presenta un trío, la primera muestra es de referencia. Pruebe la referencia y luego las muestras de

izquierda a derecha. Expectore la referencia y cada muestra, escoja la muestra similar a la referencia. Enjuáguese con agua dos veces y expectore antes de cada set. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua y “primer” antes de cada set

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set presenta un trío, la primera muestra es de referencia. Pruebe la referencia y luego las muestras de izquierda a derecha. Expectore la referencia y cada muestra, escoja la muestra similar a la referencia. Enjuáguese con agua una vez y expectore, seguido enjuáguese con “primer” una vez y expectore antes de cada set. Repita para todos los sets.

Tratamiento: Enjuague con agua entre cada estímulo

A continuación, se le presentan 10 sets de muestras de jugo de piña, cada set presenta un trío, la primera muestra es de referencia. Pruebe la referencia y luego las muestras de izquierda a derecha. Enjuáguese con agua dos veces antes de probar cada estímulo, expectore el enjuague, pruebe cada muestra de izquierda a derecha. Escoja la muestra similar a la referencia. Repita con el siguiente set.

No se le dio una hoja de respuesta a los participantes para evitar la mayor distracción posible. De este modo, el administrador del panel tomaba nota de la respuesta en una hoja preparada para este fin. En los Cuadros III, IV y V en los Anexos se encuentra un ejemplo de hoja de respuestas para cada una de las pruebas utilizadas.

4.4 Análisis de datos

4.4.1 Valor d'

Haciendo uso de las tablas de Ennis (2013); se calculó el valor d' para cada prueba de discriminación (triángulo, tétrada no especificada y dúo-trío) y los diferentes tratamientos. Se dividieron las repeticiones (10 sets) realizadas en dos, por lo tanto, se tomó como una parte (sin fatiga, adaptación o acarreamiento) los primeros cinco sets de cada prueba y los últimos cinco como una segunda parte (con posible fatiga, adaptación o acarreamiento).

Utilizando la proporción de aciertos obtenidas para los 31 panelistas y 5 repeticiones, con $\alpha=0,05$ para cada repetición se calculó el valor d'. Los valores obtenidos en cada repetición se utilizaron para determinar si hubo algún efecto del tratamiento sobre la capacidad de acertar en los panelistas. En el Cuadro VI en Anexos, se puede ver un ejemplo de cómo fueron agrupados los datos obtenidos para el cálculo del valor d' utilizando las tablas correspondientes.

Se utilizó un diseño irrestricto aleatorio, se evaluaron dos factores, la combinación de los tratamientos con las pruebas de discriminación (condición) y las repeticiones (repetición 1 y repetición 2), donde la variable respuesta fue el valor d'. Se combinan tratamientos y prueba de discriminación porque se quiere observar si hay una condición que mejore una prueba pero no mejore otra.

4.4.2 Número de aciertos

Se le dio un valor de 1 al set donde se acertó la respuesta y un valor de 0 cuando no se escogió la respuesta correcta. Con esto se obtuvo el número de aciertos (de 10 sets) para cada panelista con cada condición (tratamiento por prueba de discriminación).

El diseño fue un irrestricto aleatorio, donde se evaluaron dos factores, la combinación de diferentes tratamientos con cada prueba (condición) y los jueces. La variable respuesta fue el número de aciertos promedio de 10 réplicas por cada panelista.

4.4.3 ANDEVA

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos con cada condición por medio de un ANDEVA con $\alpha=0,05$, utilizando los aciertos obtenidos para determinar la presencia de diferencias significativas al utilizar la combinación de cada tratamiento y las diferentes pruebas. En el Cuadro VII en Anexos, se puede ver un ejemplo de la tabulación de los datos para realizar el ANDEVA.

También se hizo un ANDEVA usando como variable respuesta los valores de d' en los primeros 5 sets y en los últimos 5 sets (repetición 1 y 2) para cada condición, para determinar si se encontraba efecto de fatiga, acarreamiento y adaptación

5. Resultados y discusión

En el Cuadro II se puede ver los resultados del análisis de varianza de los valores d' obtenidos para cada una de las pruebas realizadas con los diferentes tratamientos utilizados en el estudio.

Cuadro II. Análisis de varianza para determinar diferencias significativas en el valor d' para 31 jueces con dos repeticiones (primeros cinco sets y últimos cinco sets) y 12 condiciones (tres pruebas con cuatro tratamientos) con $\alpha= 0,05$.

| Fuente | GDL | Suma de los cuadrados | Media de los cuadrados | F | Pr > F |
|------------|-----|-----------------------|------------------------|-------|--------|
| Condición | 11 | 2,874 | 0,261 | 7,738 | 0,001 |
| Repetición | 1 | 0,137 | 0,137 | 4,051 | 0,069 |

En el cuadro anterior se puede apreciar que en el caso de la variable Condición se obtuvo una diferencia significativa en al menos una de las medias al obtener una probabilidad de 0,001. En el caso de la variable Repetición no se obtuvo diferencia significativa al presentar una probabilidad de 0,069, lo que indica que la capacidad de discriminación de los jueces se mantuvo constante durante toda la sesión y no se percibe un cambio por factores como fatiga, adaptación o acarreamiento al ir aumentando el número de sets conforme avanzaba la sesión.

A continuación, en la Figura 3 se presentan los resultados obtenidos al realizar la comparación de medias del valor d' de las pruebas Triángulo, Tétrada no especificada y Dúo-trío con los 4 tratamientos.

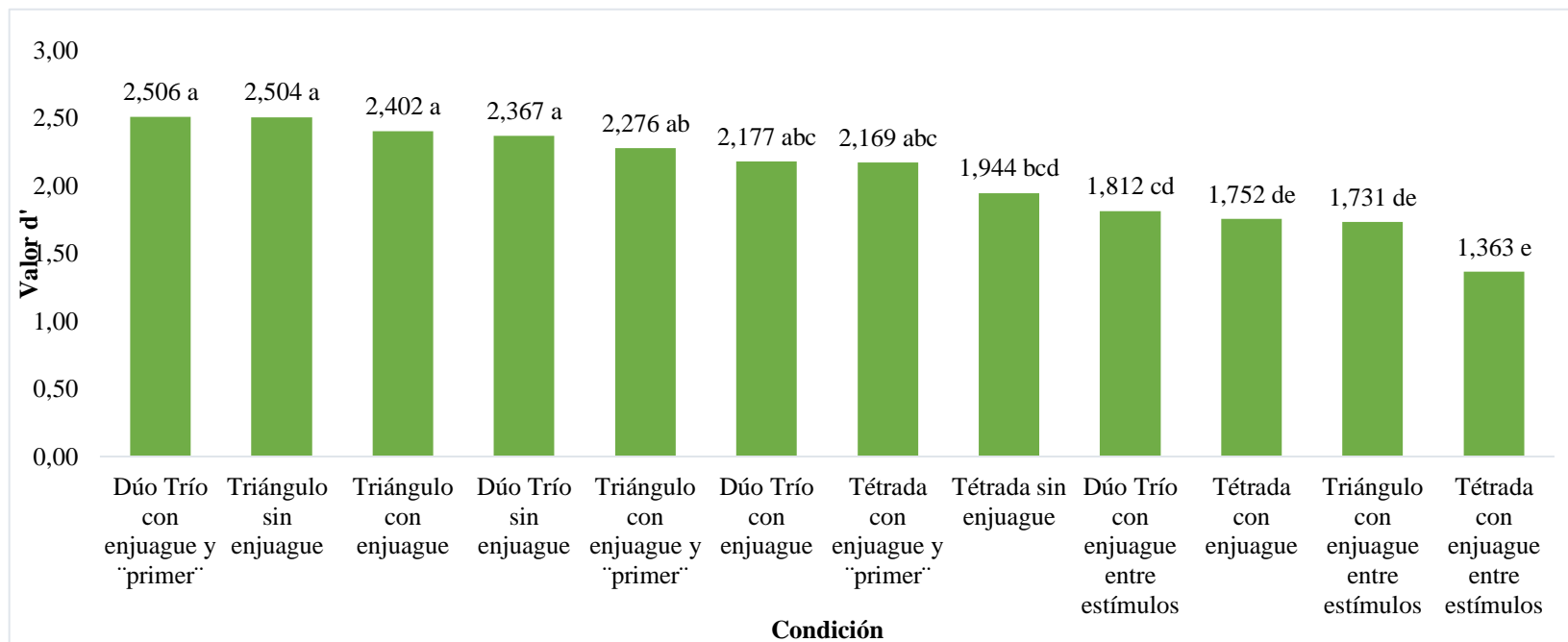


Figura 3. Representación gráfica de comparación de medias de valores d' obtenidas mediante una prueba de comparación de medias usando Fischer LSD con $\alpha=0,05$ para cada una de las condiciones.

En la Figura 3 se puede observar que todos los valores de d' son mayores a 1, por lo que están por encima del umbral. Esto indica que en la mayoría de las réplicas se podía encontrar la diferencia. Para el caso de Dúo-trío, los tratamientos de enjuague con agua y "primer", sin enjuague y enjuague con agua antes de cada set no presentaron diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo fue el que presentó el valor d' más bajo para esta prueba. Este mismo comportamiento se puede ver con la prueba Triángulo, donde el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo fue la que presentó el menor valor d' para esta prueba y los otros tres tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí y dieron valores más altos al obtenido por el tratamiento antes mencionado.

En el caso de la prueba Tétrada, los tratamientos enjuague con agua y "primer", sin enjuague y enjuague con agua, fueron los que presentaron mayores valores d' . Mientras que el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo, al igual que las otras pruebas, fue la que presentó un menor valor d' . Lo anterior indica, que la sensibilidad de los panelistas fue menor con este tratamiento que con los otros tres en todas las pruebas. Esto se puede deber a la memoria, ya que al hacer un enjuague con agua antes de cada muestra era más difícil para los jueces recordar el sabor de los estímulos anteriores. Esto se ve sobre todo en la prueba Tétrada que es la prueba con mayor número de estímulos y en la que la mayoría de los jueces tuvo una mayor dificultad de detectar la diferencia, obteniendo los valores d' más bajos, no solo en este tratamiento sino con los otros tres tratamientos al compararlo con los resultados obtenidos para Dúo-trío y Triángulo (Ishii *et al.*, 2014). Además, es posible que hubiera un efecto de dilución de las muestras debido a remanentes de agua que quedaran en la boca al hacer un enjuague antes de cada muestra (Lucak, 2008).

También, se puede ver que la Tétrada presentó valores más bajos de d' al compararlos con las otras pruebas. La Tétrada, teóricamente, presenta mayor sensibilidad al ser comparada con pruebas como el triángulo incluso cuando presenta un mayor número de estímulos. En este caso se puede ver que factores como la memoria tuvieron un efecto sobre la sensibilidad de esta prueba, al tener que diferenciar más muestras y al agregar estímulos como el tratamiento de enjuague antes de cada una de estas (Ennis, 2012; Ishii *et al.*, 2014; Xia *et al.*,

2014). Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en esta prueba los valores de d' son mayores a 1, aunque sean los más bajos, lo que indica que se requería un valor más pequeño para que se notara una diferencia con respecto al Triángulo y al Dúo-trío. Se debe recordar que se trató de hacer una diferencia entre muestras que la pudiera detectar el panelista y por eso se ajustaba a cada persona.

En cuanto al uso del "primer", en todas las pruebas se obtuvieron valores d' altos, lo que indica que ayudó al rendimiento de los panelistas en estas pruebas al ser comparada con enjuagues antes de cada estímulo, evitando el efecto distorsionante que pueden tener los enjuagues de agua (Rousseau *et al.*, 2002; Ishii *et al.*, 2014). Sin embargo, como se dijo anteriormente, no se presentó una diferencia significativa con otros tratamientos como la de sin enjuague y enjuague con agua antes de cada set, lo que indica que no se puede señalar un solo tratamiento como el mejor para todas las pruebas.

La investigación realizada por González (2020), en la que se utilizó una muestra compleja (una bebida de naranja con azúcar como variante), con las mismas pruebas y tratamientos, obtuvo resultados similares a los de este trabajo (muestra simple). En cuanto al valor d' , el tratamiento que presentó los valores más bajos fue enjuague con agua antes de cada estímulo, mientras que los otros tratamientos presentaron valores d' mayores. Por lo tanto, se puede inferir que, sin importar la naturaleza de la muestra utilizada, para estas pruebas el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo afecta negativamente la sensibilidad de los panelistas, mientras los otros tres tratamientos presentan resultados más favorables.

En el Cuadro III se presentan los resultados del análisis de varianza para el número de aciertos como variable respuesta.

Cuadro III. Análisis de varianza para el número de aciertos de 31 panelistas y 12 condiciones (cuatro tratamientos y tres pruebas) con $\alpha= 0,05$.

| Fuente | GL | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F | Pr > F |
|-------------|----|-------------------|------------------|-------|---------|
| Condiciones | 11 | 259,513 | 23,592 | 7,650 | <0,0001 |
| Juez | 30 | 339,812 | 11,327 | 3,673 | <0,0001 |

En el cuadro anterior se puede ver que tanto la variable Condiciones como los Jueces presentaron diferencias significativas en al menos una de las medias al obtener probabilidades de <0,0001.

Para determinar cuáles son las diferencias significativas en la variable Condiciones, en la Figura 4 se presenta la comparación de medias del número de aciertos de 31 panelistas y 10 réplicas de las pruebas Triángulo, Tétrada no especificada y Dúo-trío con los diferentes tratamientos utilizando método de Fischer LSD con $\alpha=0,05$.

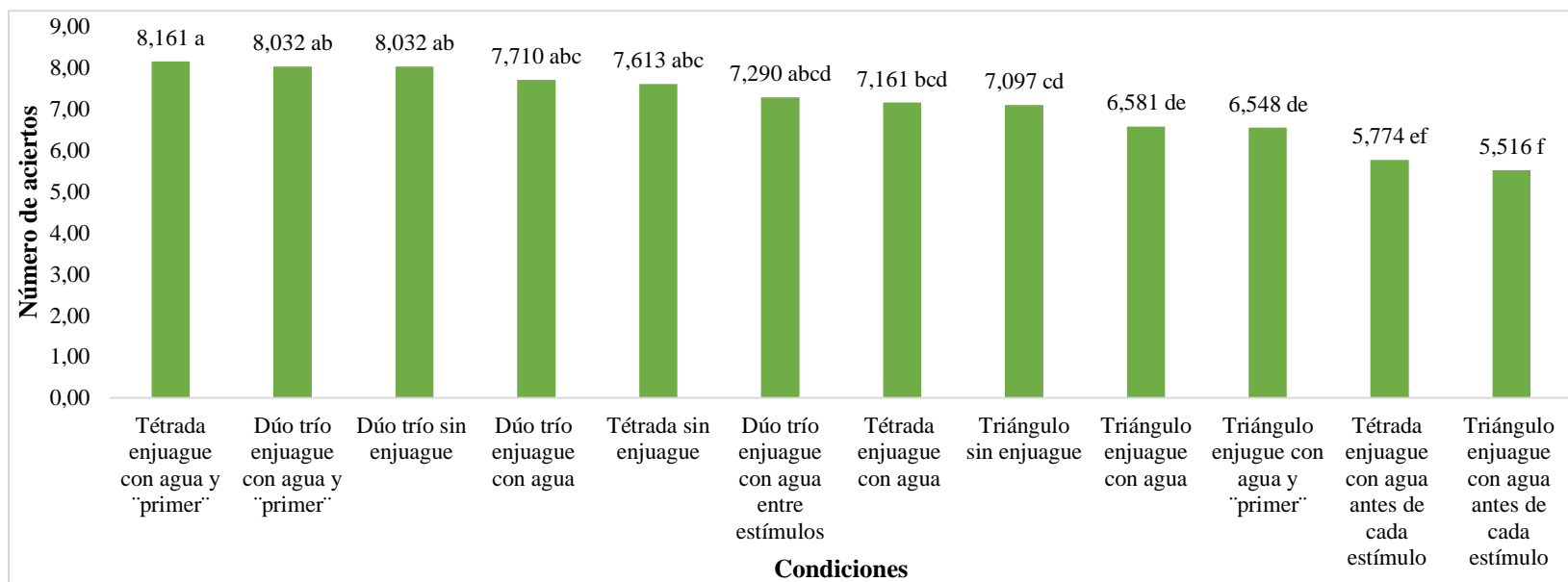


Figura 4. Representación gráfica de comparación de medias del número de aciertos obtenidos mediante una prueba Fischer LSD con $\alpha=0,05$ para cada una de las condiciones.

En la figura anterior se puede ver que se obtuvieron diferencias significativas entre las combinaciones de las diferentes pruebas y los tratamientos. Al comparar los resultados de la prueba Dúo-Trío, se puede ver que no se presentaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Para el caso de la Tétrada, los tratamientos con mayor número de aciertos fueron enjuague con agua y con "primer" y sin enjuague, en cambio, el tratamiento que presentó el menor número de aciertos fue el enjuague con agua antes de cada estímulo. Para la prueba Triángulo, los tratamientos de sin enjuague, enjuague con agua y enjuague con agua y "primer" no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que el enjuague con agua antes de cada estímulo presentó el menor número de aciertos.

Al comparar los resultados entre pruebas, la prueba Triángulo fue la que presentó un menor desempeño sin importar el tratamiento utilizado a lo largo de 10 réplicas, al obtener número de aciertos bajos en comparación con las otras dos pruebas. Además, el tratamiento enjuague entre cada estímulo en la Tétrada no especificada y en el Triángulo fue la menos favorable de todas. Por lo tanto, este tratamiento no debería aplicarse ya que, como se dijo anteriormente, deteriora la sensibilidad de los participantes.

Además, se puede observar que la prueba Dúo-Trío sufrió menos problemas por el efecto de la memoria, ya que el tratamiento con enjuagues entre estímulos la afectó poco. Mientras que las pruebas Tétrada no especificada y Triángulo sufrieron un efecto mayor al obtener valores menores. La memoria se puede ver afectada no sólo por el tiempo que transcurre mientras se hace el enjuague y se expectora para luego probar la siguiente muestra, sino que también al probar un enjuague su sabor puede interferir inconscientemente en la memoria que el panelista tenía del estímulo anterior (Angulo & O'Mahony, 2009; Lau *et al.*, 2004).

La prueba Dúo-trío se pudo ver menos afectada debido a la referencia que se le presenta al panelista. Al tener que comparar con una referencia, el panelista podría recordar de manera adecuada su sabor y comparar los estímulos sólo con ésta y no entre todas las muestras, lo que podría generar una leve ventaja al ser comparada con Triángulo y Tétrada (Kim *et al.*, 2014).

Este mismo comportamiento se puede ver en los resultados obtenidos por González (2020), los resultados mostraron que el tratamiento que afectó más el rendimiento de las pruebas fue el de enjuagues con agua entre estímulos y las pruebas Triángulo y Tétrada con este tratamiento presentaron el menor número de aciertos.

De esta manera, al tomar en cuenta los resultados obtenidos con los valores d' y los datos obtenidos con el ANDEVA se puede inferir que, para las tres pruebas, los tratamientos que favorecen más la sensibilidad de los panelistas es enjuague con agua y "primer" antes de cada set y sin enjuague. Mientras que el tratamiento que tuvo un efecto negativo sobre la sensibilidad de las pruebas fue el enjuague con agua antes de cada estímulo.

También al comparar los resultados del valor de d' y el promedio de aciertos se ve que las tendencias fueron en general opuestas; es decir menos aciertos implicaron un d' mayor y más aciertos un d' menor excepto para la prueba Dúo-trío. Esto se puede deber a que, aunque el valor d' se calcula utilizando tablas con la proporción de aciertos, este también toma en cuenta aspectos como la estrategia cognitiva utilizada y la variabilidad de la percepción (Ennis *et al.*, 2014).

Es importante mencionar que no todas las pruebas utilizadas tienen la misma potencia estadística (Ennis, 2012), y requieren un número diferente de panelistas para lograr la misma sensibilidad. Sin embargo, en este caso se utilizaron la misma cantidad de panelistas para todas las pruebas lo que pudo haber afectado los resultados obtenidos.

También es importante recordar que se trató de utilizar diferencias en la dilución del jugo que permitieran a las personas sentir la diferencia, pero sin que fuera fácil; lo cual se ve reflejado en los valores de d' obtenidos (Figura 3), que se consideran valores donde se distinguen las muestras por encima del umbral ($d'=1$). De ahí que, aunque el número de panelistas era bajo al tratarse de pruebas de discriminación no direccionadas, el grado de diferencia medio era mucho mayor de 1, lo que permite garantizar que la diferencia la encontraron con las tres pruebas (Angulo & O'Mahony, 2009).

6. Conclusiones

Para todas las pruebas el tratamiento de enjuague con agua antes de cada estímulo presentó una disminución en la sensibilidad.

La prueba Tétrada no especificada presentó los valores d' menores indicando que un mayor número de estímulos puede afectar la memoria del panelista y la sensibilidad.

Se obtuvieron valores d' altos con el uso del "primer" pero no presentó una diferencia significativa con otros tratamientos como sin enjuague y enjuague con agua.

No hay un tratamiento único que permita mejorar o mantener la capacidad de detectar la diferencia entre muestras para las tres pruebas realizadas.

No hubo una diferencia significativa entre el valor d' de cada repetición (primeros 5 sets y últimos 5 sets) para las 12 condiciones, lo que indica que no hubo fatiga, ni adaptación, ni acarreamiento.

7. Recomendaciones

Como recomendación se puede realizar el estudio tomando en cuenta la diferencia en potencia estadística de cada prueba.

Probar si es el efecto de memoria lo que deteriora la sensibilidad de las pruebas, haciendo las pruebas con tiempo entre estímulos sin enjuagues para definir si es el tiempo o la dilución con agua de los estímulos lo que disminuyó la sensibilidad de las tres pruebas.

8. Referencias bibliográficas

- ANGULO, O. & O'MAHONY, M. 2009. Aplicación del modelo de Thutstone a las pruebas sensoriales de diferencia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 59 (4).
- ADJEI, M. 2017. Applications and Limitations of Discrimination Testing. *Discrimination Testing in Sensory Science*. Woodhead Publishing. 85-105.
- BALLUERKA, N. & VERGARA, A. Diseño de investigación experimental en psicología: modelos y análisis de datos mediante el SPSS 10.0. Prentice Hall, España.
- BLOOM, D. & LEE, S. 2016. Sample Dimensionality Effects on d' and Proportion of Correct Responses in Discrimination Testing. *Journal of Food Science*. 81 (9): 2246-2251.
- BRIAND, L. & SALLES, C. 2016. Taste Perception and Integration. *Technology and Nutrition*. 101-119.
- DESSIRIER, J. & O'MAHONY, M. 1998. Comparison of d' Values for the 2-AFC (Paired Comparison) and 3-AFC Discrimination Methods: Thurstonian Models, Sequential Sensitivity Analysis and Power. *Food Quality and Preference*. 10: 51-58.
- DESSIRIER, J.M.; SIEFFERMANN, J.M. & O'MAHONY, M. 1998. Taste Discrimination by the 3-AFC Method: Testing Sensitivity Predictions Regarding Particular Tasting Sequences Based on the Sequential Sensitivity Analysis Model. *Journal of Sensory Studies*. 14: 271-287.
- DÍAZ, A. 2009. Diseño estadístico de experimentos. 2da edición. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia.
- ENNIS, D. 2013. Tables for product testing methods. Institute for Perception.
- ENNIS, J. 2012. Guiding the Switch from Triangle Testing to Tetrad Testing. *Journal of Sensory Studies*. 27: 223-231.
- ENNIS, J.; ROUSSEAU, B. & ENNIS, D. 2014. Sensory Difference Tests as Measurement Instruments: A Review of Recent Advances. *Journal of Sensory Studies*. 29: 89-102.

- GALY, D. 2019. Análisis sensorial de productos selectos propios de sumillería y diseño de sus ofertas. Ediciones Paraninfo, España.
- GONZÁLEZ, M. 2020. Comparación del efecto del uso de una muestra iniciadora sobre la sensibilidad y la potencia de seis distintas pruebas de discriminación en una bebida de naranja. Tesis Lic. en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica, San José.
- ISHII, R.; O'MAHONY, M. & ROUSSEAU, B. 2014. Triangle and Tetrad Protocols: Small Sensory Differences, Resampling and Consumer Relevance. *Food Quality and Preference*. 21: 49-55.
- KEAST, R. & BRESLIN, P. 2002. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Quality and Preference*. 14: 111-124.
- KIM, M., CHAE, J., VAN HOUT, D. & LEE, H. 2014. Higher performance of constant-reference duo-trio test incorporating affective reference framing in comparison with triangle test. *Food Quality and Preference*. 32: 113-125.
- LAU, S.; O'MAHONY, M. & ROUSSEAU, B. 2004. Are three-sample tasks less sensitive than two-sample tasks? Memory effects in the testing of taste discrimination. *Perception & Psychophysics*. 66 (3). 464-474.
- LAWLESS, H. & HEYMANN, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 2^{da} edición. Springer, Nueva York.
- LUCAK, CL. 2008. Determination of various palate cleanser efficacies for representative food types. The Ohio State University, Ohio.
- MARTIN, N. 2002. Sweet/sour balance in champagne wine and dependence on taste/odour interactions. *Food Quality and Preference*. 12: 295-305.
- MCCLURE, S. & LAWLESS, H. 2010. Comparison of the Triangle and a Self-defined Two Alternative Forced Choice Test. *Food Quality and Preference*. 14: 547-552.

- MINGIONI, M., MEHINAGIC, E., SIUCINSKA, K., KONOPACKA, D., ARTIGAS, G., SYMONEAUX, R. & MAITRE, I. 2017. Sweet and sour discrimination abilities of elderly people compared to those of young adults in apple purée. *Food Quality and Preference*. 1-23.
- OLIVIAS-GASTÉLUM, R.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. & GASTÉLUM-FRANCO, M. 2009. Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *El científico frente a la sociedad*. 3:1-7.
- O'MAHONY, M. 1986. *Sensory evaluations of food: Statistical methods and procedures*. Taylor & Francis Group, Nueva York.
- O'MAHONY, M. & ROUSSEAU, B. 2002. Discrimination Testing: A Few Ideas, Old and New. *Food Quality and Preference*. 14: 157-164.
- ROUSSEAU, B. 2004. *Handbook of Food Analysis: Sensory Evaluation Techniques*. Segunda edición. CRC Press, Nueva York.
- ROUSSEAU, B.; STROH, S. & O'MAHONY, M. 2002. Investigating more powerful discrimination tests with consumers: effects of memory and response bias. *Food Quality and Preference*. 13: 39-45.
- SERRANO, R. 2003. *Introducción al análisis de datos experimentales: tratamiento de datos en bioensayos*. Universitat Jaume I, España.
- VAN HOUT, D. 2014. *Measuring Meaningful Differences: Sensory testing based decision making in an industrial context; applications of signal detection theory and Thurstonian modelling*. Erasmus University Rotterdam, Países Bajos.
- WATTS, B.; YLIMAKI, G.; JEFFERY, L. & ELÍAS, L. 1992. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. International Development Research Centre, Ottawa.
- WORCH, T. & DELCHER, R. 2013. A Practical Guideline for Discrimination Testing Combining Both the Proportion of Discriminators and Thurstonian Approaches. *Journal of Sensory Studies*. 28: 396-404.

XIA, Y., ZHANG, J., ZHANG, X., ISHII, R., ZHONG, F. & O'MAHONY, M. 2014.
Tetrads, triads and pairs: Experiments in self-specification. *Food Quality and Preference*. 40: 97-105.

9. Anexos

9.1 Muestra de hoja de respuesta de las pruebas de discriminación

Cuadro IV. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Triángulo en las diferentes sesiones para 31 panelistas

| Tratamiento | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-----|-----|------------------------------|------------------|
| Réplica | Etiqueta muestras | | | Orden de presentación | Respuesta |
| 1 | 112 | 701 | 660 | Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 2 | 249 | 838 | 797 | Débil-Fuerte-Débil | |
| 3 | 386 | 975 | 564 | Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 4 | 742 | 153 | 605 | Fuerte-Fuerte-Débil | |
| 5 | 016 | 427 | 879 | Débil-Débil-Fuerte | |
| 6 | 290 | 331 | 509 | Fuerte-Débil-Débil | |
| 7 | 098 | 646 | 235 | Débil-Fuerte-Débil | |
| 8 | 824 | 783 | 372 | Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 9 | 961 | 687 | 728 | Fuerte-Débil-Débil | |
| 10 | 139 | 550 | 413 | Fuerte-Débil-Fuerte | |
| Tratamiento | | | | | |
| Réplica | Etiqueta muestras | | | Orden de presentación | Respuesta |
| 1 | 722 | 209 | 406 | Débil-Fuerte-Débil | |
| 2 | 893 | 380 | 064 | Débil-Débil-Fuerte | |
| 3 | 551 | 038 | 157 | Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 4 | 670 | 183 | 499 | Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 5 | 012 | 525 | 328 | Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 6 | 841 | 354 | 131 | Fuerte-Débil-Débil | |
| 7 | 618 | 815 | 302 | Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 8 | 789 | 986 | 473 | Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 9 | 960 | 447 | 644 | Débil-Fuerte-Débil | |
| 10 | 934 | 737 | 250 | Fuerte-Fuerte-Débil | |

Cuadro V. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Tétrada en las diferentes sesiones para 31 panelistas

| Tratamiento | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|-----|-----|-----|------------------------------|------------------|
| Réplica | Etiqueta de muestra | | | | Orden de presentación | Respuesta |
| 1 | 970 | 567 | 454 | 341 | Fuerte-Débil-Fuerte-Débil | |
| 2 | 938 | 825 | 712 | 309 | Débil-Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 3 | 019 | 422 | 535 | 648 | Débil-Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 4 | 051 | 164 | 277 | 680 | Fuerte-Fuerte-Débil-Débil | |
| 5 | 793 | 906 | 132 | 616 | Débil-Fuerte-Fuerte-Débil | |
| 6 | 503 | 390 | 987 | 874 | Fuerte-Débil-Débil-Fuerte | |
| 7 | 761 | 358 | 245 | 439 | Fuerte-Débil-Fuerte-Débil | |
| 8 | 842 | 955 | 068 | 471 | Débil-Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 9 | 584 | 697 | 213 | 326 | Débil-Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 10 | 552 | 149 | 036 | 923 | Débil-Fuerte-Fuerte-Débil | |
| Tratamiento | | | | | | |
| Réplica | Etiqueta de muestra | | | | Orden de presentación | Respuesta |
| 1 | 810 | 407 | 294 | 181 | Fuerte-Fuerte-Débil-Débil | |
| 2 | 778 | 665 | 859 | 262 | Débil-Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 3 | 375 | 488 | 891 | 117 | Fuerte-Débil-Débil-Fuerte | |
| 4 | 520 | 633 | 746 | 827 | Fuerte-Débil-Fuerte-Débil | |
| 5 | 714 | 601 | 198 | 085 | Débil-Fuerte-Débil-Fuerte | |
| 6 | 972 | 569 | 456 | 343 | Débil-Débil-Fuerte-Fuerte | |
| 7 | 230 | 940 | 053 | 166 | Fuerte-Débil-Débil-Fuerte | |
| 8 | 279 | 682 | 795 | 908 | Fuerte-Fuerte-Débil-Débil | |
| 9 | 311 | 424 | 537 | 989 | Débil-Fuerte-Fuerte-Débil | |
| 10 | 876 | 763 | 650 | 247 | Fuerte-Débil-Fuerte-Débil | |

Cuadro VI. Ejemplo de hoja de respuesta utilizada para la prueba Dúo-trío en las diferentes sesiones para 31 panelistas

| Tratamiento | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|-----|-----|------------------------------|--------------|------------------|
| Réplica | Etiqueta de muestra | | | Orden de presentación | | Respuesta |
| 1 | R | 656 | 937 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 2 | R | 388 | 839 | Débil | Fuerte-Débil | |
| 3 | R | 290 | 571 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 4 | R | 035 | 584 | Fuerte | Fuerte-Débil | |
| 5 | R | 303 | 852 | Fuerte | Fuerte-Débil | |
| 6 | R | 401 | 120 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 7 | R | 669 | 218 | Débil | Fuerte-Débil | |
| 8 | R | 767 | 486 | Fuerte | Débil-Fuerte | |
| 9 | R | 316 | 597 | Débil | Fuerte-Débil | |
| 10 | R | 048 | 499 | Fuerte | Débil-Fuerte | |
| Tratamiento | | | | | | |
| Réplica | Etiqueta de muestra | | | Orden de presentación | | Respuesta |
| 1 | R | 794 | 245 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 2 | R | 696 | 977 | Fuerte | Fuerte-Débil | |
| 3 | R | 428 | 879 | Débil | Fuerte-Débil | |
| 4 | R | 330 | 611 | Fuerte | Débil-Fuerte | |
| 5 | R | 062 | 624 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 6 | R | 343 | 892 | Fuerte | Fuerte-Débil | |
| 7 | R | 441 | 160 | Fuerte | Fuerte-Débil | |
| 8 | R | 709 | 258 | Débil | Débil-Fuerte | |
| 9 | R | 807 | 526 | Débil | Fuerte-Débil | |
| 10 | R | 075 | 990 | Débil | Débil-Fuerte | |

9.2 Ejemplo de tabulación de resultados

Cuadro VII. Ejemplo de tabulación de resultados para el juez 1 y 2 para obtener el valor d' para la prueba Triángulo

| Prueba Triángulo | | | | | |
|------------------|-------|--------------------|----|-----|----|
| Juez | Parte | Tratamiento | | | |
| | | SE | CE | CEE | PE |
| | | Número de aciertos | | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 2 | 1 | 4 | 0 | 2 | 2 |
| | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 |

*SE=Sin enjuague, CE= Enjuague con agua antes de cada set, CEE=Enjuague con agua entre cada estímulo y PE=Enjuague con agua y "primer" antes de cada set

Cuadro VIII. Ejemplo de agrupación de datos para obtener el ANDEVA para el juez 1 y 2 con cada prueba y tratamiento

| Condiciones | Juez | Número de aciertos |
|---------------|------|--------------------|
| SE TRIANGULO | 1 | 6 |
| SE TETRADA | | 10 |
| SE DUO TRIO | | 5 |
| CE TRIANGULO | | 6 |
| CE TETRADA | | 8 |
| CE DUO TRIO | | 7 |
| CEE TRIANGULO | | 6 |
| CEE TETRADA | | 5 |
| CEE DUO TRIO | | 7 |
| PE TRIANGULO | | 6 |
| PE TETRADA | | 7 |
| PE DUO TRIO | | 5 |
| SE TRIANGULO | | 2 |
| SE TETRADA | 9 | |
| SE DUO TRIO | 9 | |
| CE TRIANGULO | 8 | |
| CE TETRADA | 5 | |
| CE DUO TRIO | 6 | |
| CEE TRIANGULO | 6 | |
| CEE TETRADA | 8 | |
| CEE DUO TRIO | 7 | |
| PE TRIANGULO | 8 | |
| PE TETRADA | 10 | |
| PE DUO TRIO | 9 | |

*SE=Sin enjuague, CE= Enjuague con agua antes de cada set, CEE=Enjuague con agua entre cada estímulo y PE=Enjuague con agua y "primer" antes de cada set

9.3 Datos utilizados para cálculo del valor d'

Cuadro IX. Datos obtenidos para 31 panelistas en las diferentes pruebas y tratamientos para el cálculo del valor d'

| Prueba | Parte | Tratamiento | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------|------------|----------|-------------------------------------|------------|----------|---------------------------------------|------------|----------|--|------------|----------|
| | | Sin enjuague | | | Enjuague con agua antes de cada set | | | Enjuague con agua entre cada estímulo | | | Enjuague con agua y "primer" antes de cada set | | |
| | | Aciertos | Proporción | Valor d' | Aciertos | Proporción | Valor d' | Aciertos | Proporción | Valor d' | Aciertos | Proporción | Valor d' |
| Triángulo | 1 | 109 | 0,7032 | 2,52 | 100 | 0,6452 | 2,21 | 84 | 0,5419 | 1,68 | 103 | 0,6645 | 2,31 |
| | 2 | 108 | 0,6968 | 2,49 | 111 | 0,7161 | 2,60 | 87 | 0,5613 | 1,78 | 101 | 0,6516 | 2,24 |
| Tétrada | 1 | 117 | 0,7548 | 1,91 | 114 | 0,7355 | 1,83 | 86 | 0,5548 | 1,21 | 124 | 0,8000 | 2,10 |
| | 2 | 120 | 0,7742 | 1,98 | 107 | 0,6903 | 1,67 | 100 | 0,6452 | 1,51 | 129 | 0,8323 | 2,24 |
| Dúo-Trío | 1 | 115 | 0,7419 | 1,97 | 121 | 0,7806 | 2,22 | 109 | 0,7032 | 1,73 | 125 | 0,8065 | 2,40 |
| | 2 | 132 | 0,8516 | 2,76 | 119 | 0,7677 | 2,13 | 113 | 0,7290 | 1,89 | 129 | 0,8323 | 2,61 |