

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL**

**Trabajo Monográfico:**

**“TÉCNICAS MODERNAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL DE  
LOS ALIMENTOS”**

Presentado por:

**MERY ANN OSORIO LÓPEZ**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“TÉCNICAS MODERNAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS  
ALIMENTOS”**

Presentado por:

**MERY ANN OSORIO LÓPEZ**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Mg.Sc. Walter F. Salas Valerio

**PRESIDENTE**

---

Mg.Sc. Fanny Ludeña Urquiza

**MIEMBRO**

---

Dra. Ana Aguilar Galvez

**MIEMBRO**

---

Dra. Patricia Glorio Paulet

**TUTORA**

Lima - Perú

2018

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

### ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1	ANÁLISIS SENSORIAL.....	3
2.2	TIPO DE PRUEBAS SENSORIALES .....	5
2.2.1	PRUEBAS ANALÍTICAS .....	7
2.2.2	PRUEBAS EFECTIVAS .....	11
2.3	FACTORES QUE INFLUENCIAN EL RESULTADO SENSORIAL.....	12
2.3.1	FACTORES PSICOLÓGICOS .....	13
2.3.2	SUGESTIÓN POR OTROS .....	14
2.4	UTILIZACIÓN DE MÉTODOS QUÍMICOS, FÍSICOS Y FÍSICOQUÍMICOS .....	15
2.4.1	CROMATOGRAFÍA .....	15
2.4.2	DETERMINACIÓN DE TEXTURA.....	20
2.4.3	REOLOGÍA.....	20
2.5	SOFTWARE .....	21
2.6	DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS .....	22
2.6.1	NARICES ELECTRÓNICAS .....	22
2.6.2	LENGUAS ELECTRÓNICAS .....	24
<b>III.</b>	<b>DESARROLLO DEL TEMA.....</b>	<b>25</b>
3.1	CASO 1: MUESTRA PRESENTA DIFERENCIA EN OLOR.....	25
3.1.1	PROBLEMÁTICA.....	25
3.1.2	ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	25
3.2	CASO 2: ANÁLISIS DE MUESTRA CON TRATAMIENTO Y SIN TRATAMIENTO .....	32
3.2.1	PROBLEMÁTICA.....	32
3.2.2	ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	32
3.3	DISCUSIONES .....	35

<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>38</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>39</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1:</b>	<b>Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos</b>	<b>5</b>
<b>Cuadro 2:</b>	<b>Comparación entre los tres métodos analizados</b>	<b>19</b>
<b>Cuadro 3:</b>	<b>Códigos de las pruebas triangulares</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro 4:</b>	<b>Resultados de la evaluación sensorial</b>	<b>26</b>
<b>Cuadro 5:</b>	<b>Identificación de muestras</b>	<b>27</b>
<b>Cuadro 6:</b>	<b>Códigos de las pruebas triangulares</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 7:</b>	<b>Resultados de la evaluación sensorial</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 8:</b>	<b>Identificación de muestras</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	<b>Clasificación de pruebas sensoriales.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2:</b>	<b>Prueba pareada .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 3:</b>	<b>Prueba triangular .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 4:</b>	<b>Prueba de ordenamiento.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 5:</b>	<b>Escala hedónica facial .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6:</b>	<b>Cromatógrafo de gases.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 7:</b>	<b>Gráfico de los dos primeros factores del modelo PLS-DA para GCxGC-TOFMS .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 8:</b>	<b>Gráfica de los primeros dos factores del modelo PLS-DA para la nariz electrónica .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 9:</b>	<b>Gráfica de los dos primeros factores del modelo PLS-DA para el análisis sensorial .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 10:</b>	<b>Cromatograma ejemplar obtenido del análisis de whisky por GCxGC-TOFMS.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 11:</b>	<b>Cromatograma ejemplar obtenido del análisis de whisky por nariz electrónica usando <i>Fast-GC-A</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 12:</b>	<b>Nariz electrónica HERACLES.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 13:</b>	<b>Cabina sensorial .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 14:</b>	<b>Cromatograma de las seis muestras analizadas .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 15:</b>	<b>Acercamiento del cromatograma en el intervalo de tiempo de 11 a 14 minutos .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 16:</b>	<b>Determinación del compuesto presente en los picos detectados .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 17:</b>	<b>Cromatograma de las muestras con y sin tratamiento .....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	PRUEBA ANGULAR – HOJA DE EVALUACIÓN .....	44
ANEXO 2:	DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS .....	45

## RESUMEN

Debido a que los panelistas son un instrumento de medición que puede ser variable con respecto al tiempo, variables entre sí, y altamente propensos al sesgo. Existen diferentes técnicas, herramientas y métodos que permiten obtener resultados más confiables y en menor tiempo. Como, por ejemplo, utilización de análisis fisicoquímicos, químicos, físicos y/o instrumentales, que nos permitan corroborar y correlacionar los resultados sensoriales. Por otro lado, existen otras herramientas como el *software*, que permiten obtener resultados en corto tiempo, debido a la agilidad del procesamiento de la data y la familiaridad del panelista con estas herramientas. A su vez, existen los dispositivos electrónicos, como son las narices y bocas electrónicas, en las cuales no es necesario contar con un panel sensorial. En el presente trabajo se desarrollaron las diferentes técnicas que se vienen utilizando para optimizar el proceso de la evaluación sensorial. Como tema aplicativo se muestran resultados de dos casos, uno en el que se debe tomar la decisión de rechazar una materia prima, y el otro en el que se desea eliminar una etapa del proceso de elaboración del producto. En ambos se utilizó un panel sensorial y se analizó las muestras en un cromatógrafo de gases, con la finalidad de corroborar los resultados sensoriales. Como resultados se obtuvo que las diferencias encontradas en los cromatogramas son también detectadas por los panelistas.

**Palabras clave:** Sensorial, Panel, Cromatógrafo, Cromatogramas, Tiempo.

## **ABSTRACT**

Because the panelists are a measuring instrument that can be variable with respect to time, variable among themselves, and highly prone to bias. There are different techniques, tools and methods that allow obtaining more reliable results and in less time. As, for example, the use of physicochemical, chemical, physical and/or instrumental analyzes that allow us to corroborate and correlate the sensory results. On the other hand, there are other tools such as software, which allow obtaining results in a short time, due to the agility of data processing and the familiarity of the panelist with these tools. In turn, there are electronic devices, such as noses and electronic mouths, in which it is not necessary to have a sensory panel. In the present work, the different techniques that have been used to optimize the process of sensory evaluation were developed. As an application topic, results of two cases are shown, one in which the decision to reject a raw material must be made, and the other in which it is desired to eliminate a stage of the product elaboration process. In both, a sensory panel was used and the samples were analyzed in a gas chromatograph, in order to corroborate the sensory results. As results, it was obtained that the differences found in the chromatograms are also detected by the panelists.

**Keywords:** Sensory, Panel, Chromatograph, Chromatograms, Time.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre y en el transcurso de su evolución, éste ha confiado en sus sentidos y experiencias para seleccionar los alimentos que ha necesitado, y ello le ha permitido diferenciar los alimentos en buen estado o saludables de los que no lo eran. Sin embargo, en la industria de alimentos, por mucho tiempo se confió sólo en los estudios sobre la composición química, análisis microbiológicos y las características físicas. Esto fue cambiando a través del tiempo y se encontró que el análisis sensorial es un instrumento clave en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos.

Según la norma ISO 5492 (ISO 2008), el análisis sensorial es la ciencia relacionada con el examen de los atributos perceptibles (propiedades organolépticas) de un producto por los órganos de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Esto quiere decir que el hombre es el instrumento que determinará si el producto es aceptado o no. Por lo tanto, para que los resultados obtenidos sean confiables y válidos es necesario llevar a cabo los análisis en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

Por otro lado, los análisis sensoriales nos brindan resultados subjetivos, y según Minim *et al.* (2013) las técnicas sensoriales que son una herramienta importante de calidad en la investigación alimentaria, tiene un factor limitante que es el largo tiempo que se necesita para formar los paneles sensoriales. Debido a ello, a través del tiempo se han ido desarrollando correlaciones entre las evaluaciones sensoriales y los análisis instrumentales. Como por ejemplo, cromatografía, análisis con texturómetros, reología, etc. Además, se vienen desarrollando diferentes herramientas que permitan optimizar el proceso de la evaluación sensorial, como por ejemplo, *softwares*, dispositivos electrónicos, música como estimulación, entre otros; aplicándolos tanto en paneles sensoriales entrenados o no entrenados.

El desarrollo de estas técnicas y herramientas pueden ayudar en la calificación de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Pues tomar una decisión errada puede incurrir en gastos, desabastecimiento, retraso, riesgo de utilizar un insumo en mal estado o vender un producto dañino para el consumidor. Por otro lado, estos análisis también permiten optimizar procesos, disminuyendo tiempos en tratamientos o eliminando etapas del proceso productivo. Para todo esto es necesario realizar análisis que nos permitan tomar una buena decisión. Como se verá a continuación el análisis sensorial es de suma importancia, ya que es lo que percibe el consumidor; sin embargo, estos resultados estarán mejor respaldados si se realizan análisis instrumentales, que nos podrían ayudar a encontrar a que se deben las diferencias reportada por los evaluadores.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Elías *et al.* 1992).

A su vez, Heymann y Lawless (2010) explican que la evaluación sensorial está comprendida por un conjunto de técnicas que sirven para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente que pueden sesgar la identidad de la marca y otras influencias de la información sobre la percepción del consumidor.

También estos autores alegan que los principios y prácticas de la evaluación sensorial envuelven cuatro actividades principales:

- a. Preparar y servir las muestras bajo condiciones controladas con la finalidad de minimizar cualquier factor que puede sesgar la prueba:** Por ejemplo, las muestras deben estar rotuladas de manera aleatoria, las muestras deben ser entregadas a los diferentes panelistas en diferente orden y deben existir procedimientos estandarizados como temperatura, volumen, espaciado de tiempo, etc.
  
- b. La medida:** La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa en la cual es recolectada data numérica a manera de establecer una real y específica relación entre el producto y la percepción humana.

- c. **El análisis:** El adecuado análisis de la data es una de las partes más críticas de las pruebas sensoriales. Pueden existir diferentes fuentes de variación en las respuestas humanas que no logran ser totalmente controladas en las pruebas. Por ejemplo, los ánimos y motivación de los panelistas, su innata sensibilidad psicológica en la estimulación sensorial, y la historia pasada o familiaridad con productos similares.
  
- d. **La interpretación de los resultados:** Debido a que la evaluación sensorial es un experimento, los datos y la información estadística sólo son útiles cuando la interpretación se da en el contexto de la hipótesis, los conocimientos previos e implicaciones para las decisiones.

Un buen científico en el campo sensorial debe estar preparado en estas cuatro fases, ellos deben comprender los productos, las personas como instrumentos de medición, análisis estadístico e interpretación de la data en contexto con el objetivo de la investigación.

Por otro lado, Elías *et al.* (1992) exponen que cuando se planifica un experimento sensorial se debe incluir los siguientes pasos:

- a. Definir los objetivos específicos del experimento. Plantear las preguntas que se quieren responder (la hipótesis a probarse) y formularlas claramente.
- b. Identificar las limitaciones del experimento: límite de costos, disponibilidad de materiales, equipo, panelistas y tiempo.
- c. Elegir el tipo de prueba y panel que se usará. Diseñar la boleta.
- d. Diseñar los procedimientos experimentales convenientes, para controlar cuando sea posible las variables que no están siendo probadas, de manera que los resultados del panel no sean sesgados. Se debe planificar la aleatorización de los factores experimentales que pudieran sesgar los resultados tales como el orden de presentación y preparación de las muestras.
- e. Decidir sobre los métodos estadísticos que se usarán, tomando en cuenta los objetivos del proyecto, el tipo de prueba y el tipo de panel.
- f. Preparar los formularios que se usarán para registrar los datos sensoriales. Los datos se deben registrar de una manera que sea conveniente para hacer los análisis estadísticos.

- g. Planificar en caso necesario, el reclutamiento y orientación de los panelistas, asimismo llevar a cabo la selección y entrenamiento de los panelistas.
- h. Antes de realizar el experimento haga un ensayo general, para verificar que los procedimientos de presentación y preparación de la muestra, así como el diseño de la boleta son adecuados.

## 2.2 TIPO DE PRUEBAS SENSORIALES

Según Barcina e Ibáñez (2001), en el análisis sensorial existen básicamente tres grandes tipos de pruebas. Cada una de ellas persigue diferentes objetivos y recurre a participantes seleccionados según distintos criterios. Un resumen de estas pruebas se esquematiza en el cuadro 1. Así mismo, para saber el tipo de prueba que se debe seleccionar conviene utilizar los llamados arboles de decisión. En el cuadro 1 se representa un árbol de decisión en el que a partir de los principales objetivos y cuestiones planteadas, se seleccionan las diferentes pruebas que se pueden utilizar.

**Cuadro 1: Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos**

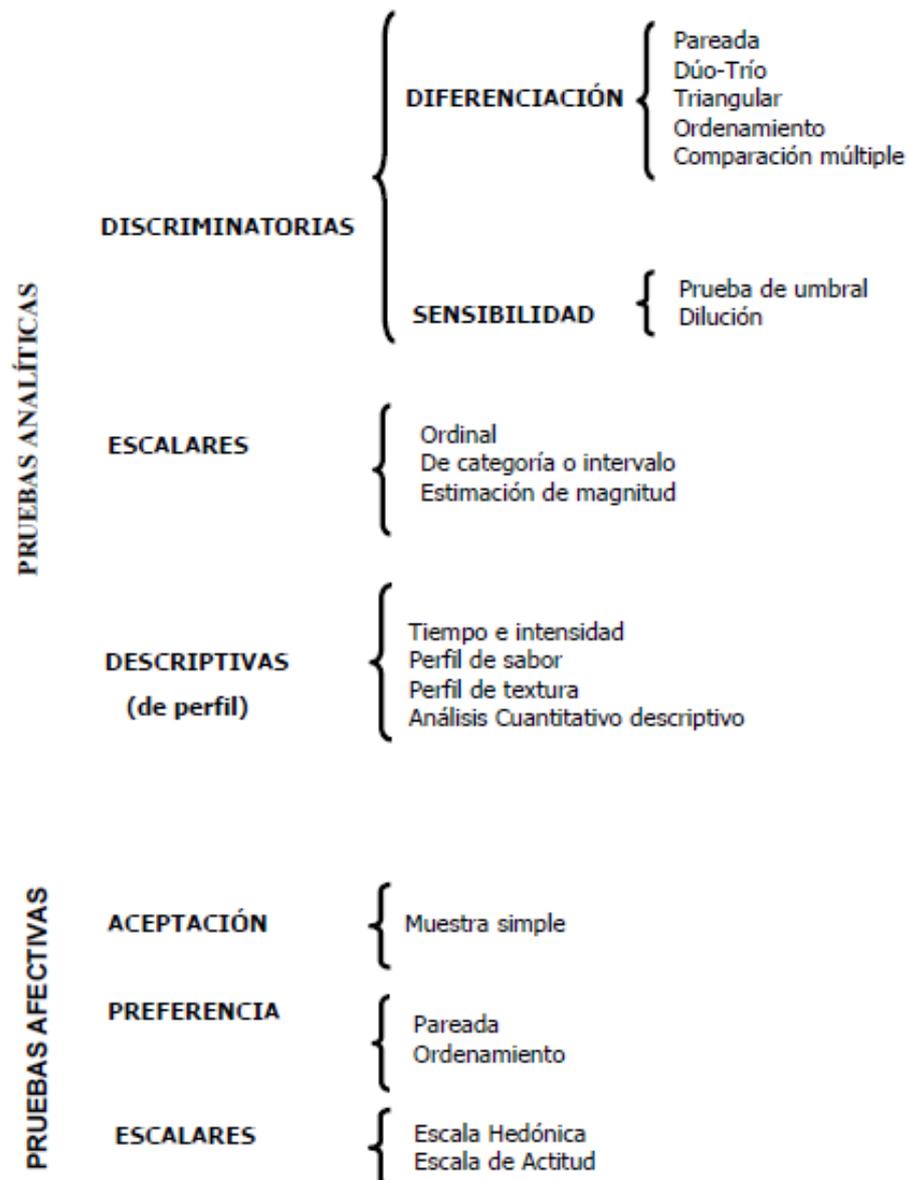
<b>TIPO DE PRUEBA</b>	<b>PREGUNTA PRINCIPAL</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SENSORIAL</b>
Afectivas Hedónicas	¿Gustan o disgustan los productos?	Seleccionados por ser consumidores habituales del producto, son personas no entrenadas
Afectivas de Preferencia	¿Qué productos son los preferidos?	
Discriminativas	¿Son diferentes los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial, orientados al tipo de prueba y, eventualmente, entrenados.
Descriptivas	¿Qué atributos caracterizan al producto? ¿En qué difieren los productos? ¿Cuánto difieren los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, las personas son entrenadas o altamente entrenadas.

**FUENTE:** Tomado de Barcina e Ibáñez 2001

Por otro lado, Espinoza (2007) indica que con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas

En la figura 1 se esquematiza la clasificación de las pruebas sensoriales:



**Figura 1: Clasificación de pruebas sensoriales.**

**FUENTE:** Tomado de Espinoza 2007

### 2.2.1 PRUEBAS ANALÍTICAS

De acuerdo a Espinoza (2007) las pruebas analíticas se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Estas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas.

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

Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una escala. Debido a que las mismas se emplean como herramientas de trabajo en otros métodos sensoriales, algunos autores y especialistas en la temática no la tienen en cuenta dentro de la clasificación de los métodos de evaluación sensorial.

Las pruebas descriptivas son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos.

A continuación se define algunas de las pruebas que pertenecen a tipo analíticas:

#### **a. Pareada**

Según Pulido *et al.* (2007), si lo que se desea es comparar dos muestras, se utiliza una prueba pareada donde se le entregan al degustador uno o varios pares de muestras en una presentación de orden balanceado y se le pregunta si son iguales o diferentes o se les pide que señale la que presenta la característica evaluada con mayor intensidad, es decir, la que sea más dulce, más salada u otra característica bien definida. Esto requiere la definición exacta de la característica que se pretende diferenciar, por otra parte se deben considerar dos tipos de pruebas pareadas: de una y de dos colas. Se define como de una cola en los casos en los que se conoce de antemano que una de las dos muestras puede ser identificada como la de mayor intensidad en la característica evaluada, ya sea que se conoce la formulación o se descarta la selección de la otra porque una se preparó, por

ejemplo, con más azúcar, por lo tanto no se espera que la muestra con menos azúcar sea la más dulce. La prueba pareada se denomina de dos colas cuando no se conoce la naturaleza de las muestras o, cuando aun conociéndola, se esperara la selección de cualquiera de las dos muestras. Por ejemplo, en la figura 2 se muestra las muestras de una prueba pareada.



**Figura 2: Prueba pareada.**

**FUENTE:** Tomado de Salinas 2010

#### **b. Triangular**

Según Espinoza (2007), la prueba triangular consiste en presentar tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente, el juez tiene que identificar la muestra diferente. Se requiere aleatoriedad en la presentación de las muestras debiéndose ofrecer si se requiere las seis combinaciones posibles, en las cuales las posiciones de las dos muestras son diferentes.

Las posibilidades de combinación son:  $n! = 1 \times 2 \times 3 = 6$ ; Muestras A y B

Combinaciones: ABA – AAB – BAA – BBA – BAB – ABB

Esta prueba tiene la ventaja de que la probabilidad de respuestas por efectos del azar es  $1/3$  (33 por ciento), es decir menor que en la prueba pareada y dúo-trío, en las cuales es del 50 por ciento, de ahí que en la práctica sea de mayor utilidad. El número de jueces a emplear debe incrementarse a medida que se desee detectar diferencias más pequeñas entre las muestras. Sin embargo en la práctica está condicionado a diversos factores, como son: tiempo destinado para la experiencia, número de jueces realmente disponibles, y cantidad de producto. Cuando se aplica la prueba de manera tradicional con el propósito de determinar diferencia, el número de jueces recomendado debe oscilar entre 24 y 45 (30) en métodos de evaluación sensorial, en cambio cuando no se desea detectar diferencia significativa sino sensibilidad equivalente (similitud), se requiere una mayor

cantidad de jueces (aproximadamente el doble, esto es 60 evaluadores). Por ejemplo, en la figura 3 se observa las muestras de una prueba triangular.



**Figura 3: Prueba triangular.**

### **c. Ordenamiento**

Según Bota *et al.* (1999) esta prueba es un método para seleccionar una o dos de las mejores muestras de un grupo más o menos definido. En esta prueba no se tiene ninguna indicación de las diferencias que hay entre las muestras, ya que son ordenadas en relación una con otra en función de una característica o de su aceptabilidad por el panel. En este tipo de pruebas el número mínimo de muestras debe ser tres y han de presentarse a los diferentes catadores de manera aleatoria, para evitar las influencias y prejuicios de presentación. Por ejemplo en la figura 4 se muestra la evaluación de ordenamiento en intensidad de color.



**Figura 4: Prueba de ordenamiento.**

**FUENTE:** Tomado de Liria 2007

#### **d. Prueba de umbral**

De acuerdo a Espinoza (2007) las pruebas de umbrales generalmente se expresan como umbral absoluto, o sea tiene como objetivo determinar la mínima cantidad perceptible de un estímulo dado, esto es, la mínima cantidad de cierta sustancia que un juez es capaz de detectar o identificar.

- Umbral absoluto de detección: Es la mínima cantidad de un estímulo que permite al juez percibir un cambio en el tipo de sensación que provocan dos muestras, pero sin llegar a definir la razón de cambio. Por ejemplo, una muestra «sabe» diferente de otra, pero no se conoce que es lo que tiene de más o de menos.
- Umbral absoluto de reconocimiento o identificación: Permite percibir un cambio tanto en el tipo de sensación como en la razón de cambio. Por ejemplo, una muestra es «diferente» de otra porque es más dulce.

En esta prueba se presentan una serie de muestras con diferentes concentraciones de un mismo estímulo, representando de forma ascendente o descendente una serie aritmética o geométrica de concentración.

#### **e. Ordinal**

Este tipo de prueba pertenece al grupo de las pruebas escalares. Según Pulido *et al.* (2007) los valores de las escalas ordinales indican la posición relativa que el degustador le asigna a una muestra con respecto a las demás dentro del grupo evaluado. Estas escalas son de gran utilidad para obtener respuestas rápidas acerca de la diferencia entre varias muestras o cuando se supone que existen tendencias definidas en un grupo de muestras (aumento creciente en la intensidad del dulzor, por ejemplo).

#### **f. Prueba de perfil de sabor**

Para Espinoza (2007) esta prueba fue ideada por Little en 1940. Es un método cualitativo y semi-cuantitativo que consiste en describir el olor y sabor integral de un producto, así como sus atributos individuales.

A través de él se definen el orden de aparición de cada atributo, grado de intensidad de cada uno de ellos, sabor residual y amplitud o impresión general del sabor y el olor. El método tiene una amplia aplicación; puede ser utilizado en control de calidad, estudios de estabilidad, mejoramiento de productos y caracterización de los mismos. Permite

obtener un cuadro sensorial completo de todos los componentes del aroma y sabor del alimento estudiado.

Los jueces que realicen la prueba tienen que ser altamente adiestrados no sólo en el producto que evalúan sino también en el método.

### **2.2.2 PRUEBAS AFECTIVAS**

Según Espinoza (2007) este tipo de pruebas se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc. Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles.

A continuación se define algunas de las pruebas que pertenecen a tipo afectivas:

#### **a. Pruebas de aceptación**

Según Elías *et al.* (1992) las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo).

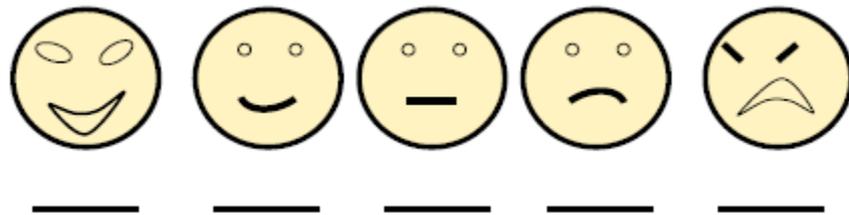
#### **b. Pruebas de preferencia**

De acuerdo a Elías *et al.* (1992) las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia.

### c. Pruebas escalares

De acuerdo a Espinoza (2007) las pruebas escalares de tipo afectiva son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el mismo gusta o no. Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación, etc.

- Escala hedónica: Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia. Por ejemplo en la figura 5 se muestra una escala hedónica fácil, muy comúnmente utilizada cuando se emplean consumidores de bajo nivel cultural, en poblaciones rurales analfabetas o en las pruebas realizadas con poblaciones infantiles a los cuales se les dificulta la comprensión de escalas verbales.



**Figura 5: Escala hedónica facial.**

**FUENTE:** Tomado de Espinoza 2007

## 2.3 FACTORES QUE INFLUENCIAN EL RESULTADO SENSORIAL

Un buen análisis sensorial requiere que observemos a los panelistas como instrumentos de medición que son variables a través del tiempo y entre sí mismos, y muy propensos al sesgo. Para minimizar esta variabilidad es necesario conocer cuáles son los factores psicológicos que pueden influenciar a un panelista (Carr *et al.* 2007).

### 2.3.1 FACTORES PSICOLÓGICOS

#### **a. Error de expectación**

Según Elías *et al.* (1992) los errores de expectación pueden ocurrir cuando los panelistas reciben demasiada información sobre la naturaleza del experimento o sobre los tipos de muestras, antes de iniciar las pruebas.

Carr *et al.* (2007) indican que este tipo de errores puede destruir la validez de la prueba y debe ser evadida manteniendo la fuente de las muestras en secreto y evitando brindar cualquier detalle previo a la prueba.

#### **b. Error de habituación**

De acuerdo a Carr *et al.* (2007), los humanos han sido descritos como criaturas que se habitúan. Este error proviene de la tendencia de entregar muestras que responden a una serie. Así mismo, Elías *et al.* (1992) afirman que la manera en que se colocan u ordenan las muestras para la evaluación, puede influir sobre los juicios de los panelistas. Por ejemplo, cuando se presentan dos muestras, a menudo ocurre que la primera muestra evaluada resulta preferida o recibe un puntaje mayor que la segunda. Si el orden de presentación de las muestras es al azar, de manera que las muestras se presenten en diferentes posiciones a cada panelista, se pueden reducir al mínimo los errores por posición.

#### **c. Error de estímulo**

Los errores por estímulo ocurren cuando los panelistas se ven influidos por diferencias no consideradas entre las muestras, tales como las diferencias de tamaño, forma o color en las muestras de alimentos presentadas. Por ejemplo, la mayor intensidad del color puede llevar a los panelistas a conceder un puntaje superior a un alimento en lo que respecta a la intensidad del sabor, incluso cuando estas características no guardan relación. Para reducir al mínimo los errores de estímulo, las muestras presentadas deberán ser lo más similares posible, en lo que respecta a todas las características, excepto en la(s) característica(s) que se evalúa(n) (Elías *et al.* 1992).

#### **d. Error de lógica**

Estos errores ocurren cuando dos o más características de las muestras están asociadas en la mente de los evaluadores. Por ejemplo, los evaluadores de cerveza saben que la cerveza negra tiende a tener un sabor más fuerte, por lo que el panelista puede indicar un resultado basado en su percepción (Carr *et al.* 2007).

#### **e. Error de contraste**

Los efectos de contraste entre muestras pueden también afectar los resultados de las pruebas. Los panelistas que evalúan una muestra agradable antes de evaluar una muestra desagradable podrían dar a la segunda muestra un puntaje inferior al que ésta habría recibido si los panelistas hubieran evaluado una muestra menos agradable anteriormente. De modo similar, al evaluar una muestra desagradable inmediatamente antes de una muestra agradable podría dar lugar a que se aumenten los puntos dados a una muestra agradable. Los efectos de contraste no se pueden eliminar durante la prueba sensorial, pero si cada panelista recibe muestras en distinto orden, los efectos de contraste se pueden balancear para todo el panel (Elías *et al.* 1992).

#### **f. Efecto de halo**

Esto ocurre cuando más de un atributo es evaluado en una misma muestra, porque el resultado dado puede tender a ser influenciado entre los dos atributos. Debido a esto Carr *et al.* (2007) indican que es mejor evaluar cada atributo en muestras distintas.

#### **g. Orden y presentación de las muestras**

Carr *et al.* (2007) exponen que al menos existen cinco tipos de sesgo generados por el orden y presentación de las muestras, estos son: efecto de contraste, efecto de grupo, error de tendencia central, efecto patrón y error de tiempo. Todos estos efectos deben ser minimizados usando un balance y orden aleatorio en la presentación de las muestras.

### **2.3.2 SUGESTIÓN POR OTROS**

La respuesta de los panelistas puede ser influenciada por otros panelistas. Por ello, es necesario separar a los evaluadores en cabinas, a manera de prevenir el juicio por las expresiones faciales que puedan tener otros jueces (Carr *et al.* 2007).

## 2.4 UTILIZACIÓN DE MÉTODOS QUÍMICOS, FÍSICOS Y FÍSICOQUÍMICOS

### 2.4.1 CROMATOGRAFÍA

En la figura 6 se observa un cromatógrafo GC/MS modelo Clarus 680 marca Perkin Elmer.



**Figura 6: Cromatógrafo de gases.**

**FUENTE:** Tomado de Perkin Elmer 2017

La cromatografía de gases se ha impuesto actualmente, como método de separación en los campos analíticos y preparativo, por ser simple en su fundamento y desarrollo, por la sencillez de su manejo, por la rapidez con que se efectúan las separaciones, por su relativo bajo costo y porque, en la mayor parte de los casos, la separación y la precisión alcanzables son altamente satisfactorias (Storch 1975).

Las prácticamente innumerables aplicaciones que encuentra la cromatografía de gases en el ámbito de la investigación, y es de suma importancia no solo como elemento principal, sino también como elemento analítico auxiliar. Debido a su amplitud de aplicaciones y sus características operativas, ha dotado a muchos campos de investigación de una agilidad que antes no tenían (Storch 1975).

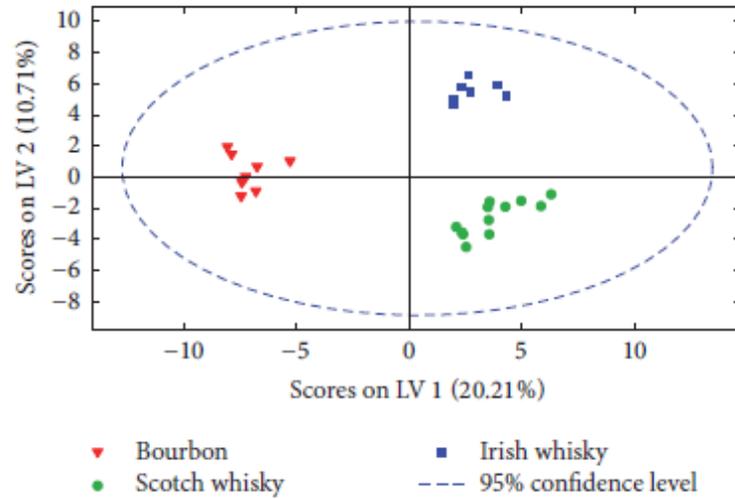
Barquero (2006) indica que por su rapidez y buena resolución, la cromatografía de gases se ha aplicado al análisis de mezclas complejas de hidrocarburos, pesticidas en suelo y sustancias ecotóxicas derivadas de estos, productos vegetales, drogas en sangre, solventes de uso industriales, contaminantes ambientales, aromas, saborizantes empleados en

alimentos, fragancias empleadas en la industria de perfumes, y en ciencias forenses para identificar sustancias inflamables causantes de incendios.

En la actualidad existen diferentes estudios en los que correlacionan los resultados sensoriales con los cromatogramas de dichas muestras, que según Storch (1975) es la plasmación gráfica de los resultados de la cromatografía de gases, así como de la interpretación.

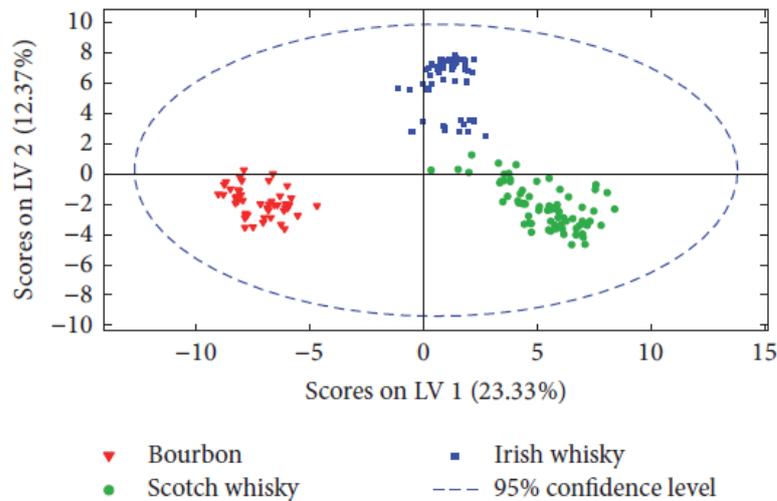
Un estudio realizado por Dymerski *et al.* (2017) aplicado en whisky, indica que el mercado del whisky es muy diversificado y, por ello, es importante contar con un método que permita la evaluación rápida de la calidad y la autenticación del tipo de whisky. El objetivo de su trabajo fue comparar tres métodos: una nariz electrónica basada en la tecnología de cromatografía de gases ultrarrápida (*Fast-GC*), gas bidimensional integral cromatografía (*GC x GC*) y evaluación sensorial. Utilizaron seis whiskies mezclados de Escocia, cuatro whiskies mezclados de Irlanda, y cuatro borbones producidos en los Estados Unidos. Para el análisis de datos, utilizaron las alturas de los picos de los cromatogramas. En cuanto al análisis sensorial, los panelistas que participaron incluyeron cuatro mujeres y cuatro hombres, con la finalidad de identificar a qué tipo de whisky pertenecía cada muestra, los atributos que fueron evaluados son el sabor, olor y color. Los datos obtenidos fueron analizados por dos métodos quimiométricos: análisis discriminativo de mínimos cuadrados parciales (*PLS-DA*) y análisis de la función de discriminación (*DFA*).

La utilización de la nariz electrónica y el *GC x GC* permitieron diferenciar las tres muestras analizadas. Esto se refleja en las figuras 7 y 8, que pertenece al gráfico del modelo *PLS-DA* construido con las áreas de los picos elegidos para estos dos métodos (nariz electrónica y el *GC x GC*). Se observa en ambos gráficos el agrupamiento de los resultados por tipo de muestra.



**Figura 7: Gráfico de los dos primeros factores del modelo PLS-DA para GCxGC-TOFMS.**

**FUENTE:** Tomado de Dymerski *et al.* 2017

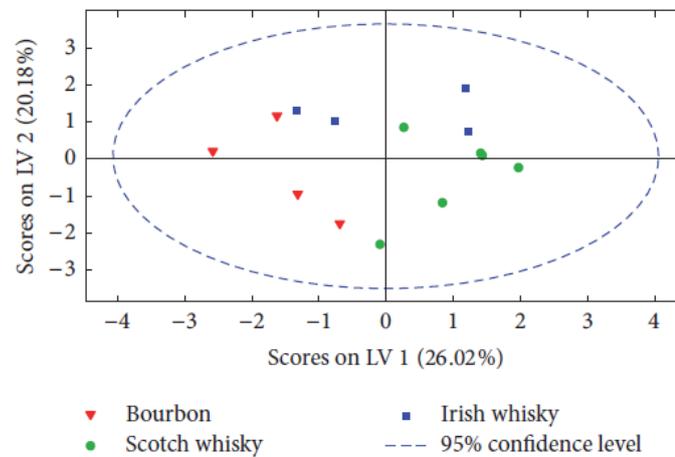


**Figura 8: Gráfica de los primeros dos factores del modelo PLS-DA para la nariz electrónica.**

**FUENTE:** Tomado de Dymerski *et al.* 2017

Esta diferenciación no fue posible con el análisis sensorial. En la figura 9 se observa como los resultados de los panelistas, del análisis de los tres tipos de whisky, se encuentran entrelazados. El análisis sensorial fue muy subjetivo para poder obtener la correcta clasificación del tipo de whisky, sin embargo, fue la única que permitió evaluar las

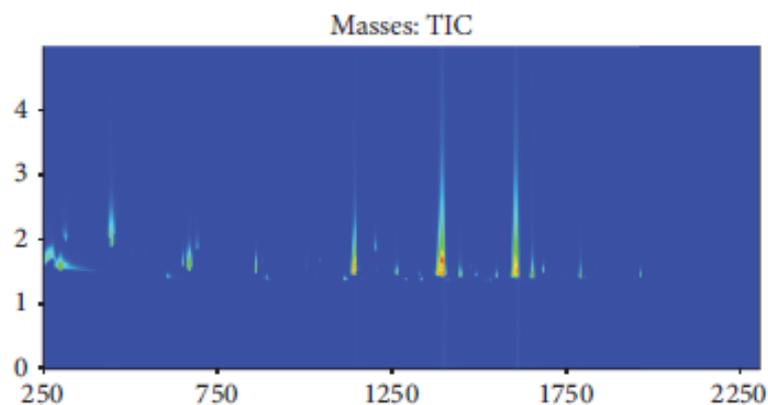
preferencias de los consumidores, quienes determinaron que el sabor y el olor del whisky escocés era el más deseable.



**Figura 9: Gráfica de los dos primeros factores del modelo PLS-DA para el análisis sensorial.**

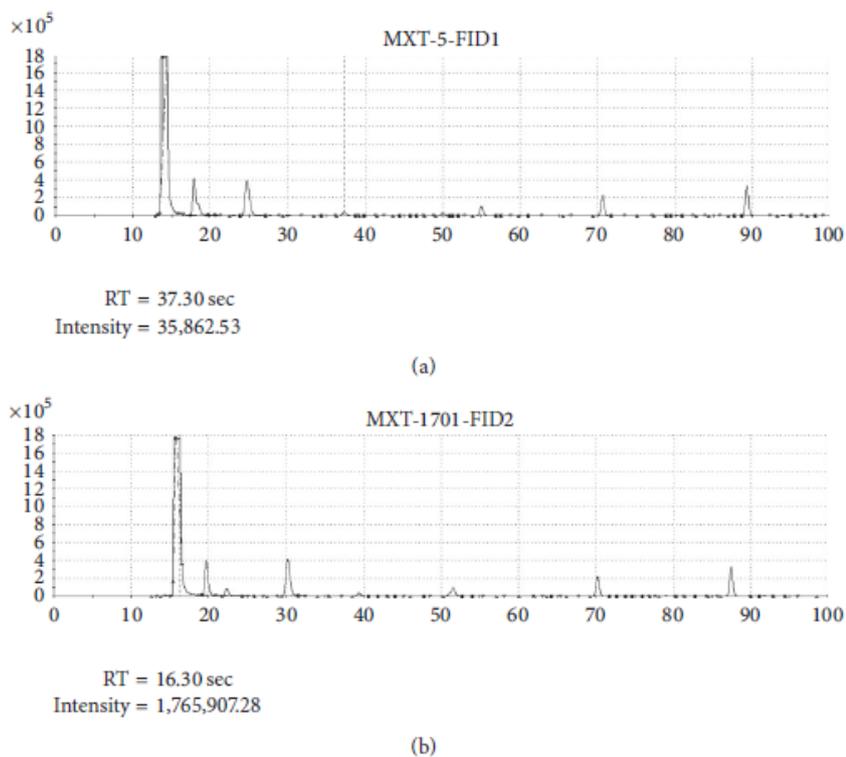
**FUENTE:** Tomado de Dymerski *et al.* 2017

A su vez, en las figuras 10 y 11 se puede observar el cromatograma obtenido por el método de GC x GC y por el método de la nariz electrónica, respectivamente.



**Figura 10: Cromatograma ejemplar obtenido del análisis de whisky por GCxGC-TOFMS.**

**FUENTE:** Tomado de Dymerski *et al.* 2017



**Figura 11: Cromatograma ejemplar obtenido del análisis de whisky por nariz electrónica usando *Fast-GC-A*.**

**FUENTE:** Tomado de Dymerski *et al.* 2017

Por último en el cuadro 2 se muestran las conclusiones encontradas de la investigación.

**Cuadro 2: Comparación entre los tres métodos analizados**

<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	<b>DISCRIMINACIÓN DEL WHISKY DEBIDO AL TIPO</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
GC × GC-TOFMS	Correcto	Permite examen de la composición de la matriz.	Es mucho tiempo y costoso.
Nariz electrónica basada en Fast-GC	Correcto	Permite un análisis de la composición de la matriz. Es rápido y relativamente barato. El software incluye análisis quimiométrico.	No permite examen de la composición de la matriz.

«continuación»

Análisis sensorial	Incorrecto	Permite la calidad evaluación debido a preferencias del consumidor. Es relativamente barato.	Es subjetivo y no discrimina los tipos de whiskies.
--------------------	------------	--	---

FUENTE: Tomado de Dymerski *et al.* 2017

## 2.4.2 DETERMINACIÓN DE TEXTURA

Demonte, citado por Guerrero (2012), indica que las propiedades texturales de los alimentos son aquellas que están relacionadas con el flujo, deformación y desintegración del producto y las cuales pueden ser evaluadas mediante un análisis de perfil de texturas (TPA), cuya prueba consiste en una prueba de doble compresión donde se someten muestras del producto a una compresión de 80 a 90 por ciento con respecto a su altura. Por otro lado Arteaga, citado por Guerrero (2012), define el análisis de perfil de textura como una prueba imitativa en la cual se pretende reproducir el masticado de un producto siendo útil en el proceso de control de calidad y manufactura de alimentos.

Según Bourne, citado por Guerrero (2012), el TPA es el ejemplo más notable que correlaciona las pruebas objetivas con valores sensoriales y está favorecida por la forma en que se efectúan las pruebas, su versatilidad y precisión reemplazando las antiguas medidas por medio de paneles sensoriales.

## 2.4.3 REOLOGÍA

De acuerdo a Steffe, citado por García (2002), la reología es la ciencia de la deformación y flujo de materia, es el estudio de la manera en la cual los materiales responden a un esfuerzo aplicado. Todos los materiales tienen propiedades reológicas. Por su parte Lewis, citado por Rubio (2000), indica que la medición de la viscosidad es a menudo muy importante para el control de calidad, sobretodo de productos se supone deben tener cierta consistencia en relación a su aspecto o paladar, como son las natas, yogur, etc.

La cremosidad según Hinrichs *et al.* (2015) es un descriptor que combina múltiples propiedades de los alimentos texturales, incluyendo espesor, suavidad y deslizamiento. Las

diferentes etapas durante el procesamiento en boca de la leche semisólida comprenden la reología y las fuerzas de fricción generadas entre la lengua y el paladar. Como estos parámetros afectan la cremosidad textural, muchos estudios se vienen centrando en la relación entre las propiedades físicas y los datos sensoriales.

## 2.5 SOFTWARE

El análisis descriptivo sensorial genera una gran cantidad de datos que tienen que ser introducidos a las computadoras para el análisis estadístico. Un análisis descriptivo estándar de tres muestras que cubren 20 descriptores realizados por 10 evaluadores en duplicado significa 1200 valores a leer. Inicialmente, estos valores se miden con una regla y luego se introducen en una computadora. Este proceso lleva mucho tiempo y puede conducir a errores. Debido a esto, a lo largo de los años se ha desarrollado y comercializado softwares especializados, en los cuales los evaluadores marcan las escalas en una pantalla de computadora, eliminando así las hojas de puntuación de papel y lápiz, por ejemplo: *Compusense Sensory Software* (Ontario, Canadá), *Fizz Sensory Software* de Análisis (Couternon, Francia), *Sims Sensory Software*, (Nueva Jersey, EEUU) (Rodríguez *et al.* 2014).

Por otro lado, estos programas no sólo cubren la adquisición de datos, sino que también incluyen diseños experimentales, análisis de datos y herramientas de trazado. Además, cuentan con módulos que cubren diferentes pruebas sensoriales: descriptiva, discriminatoria, de consumo e intensidad de tiempo. El inconveniente de estos sistemas es que muchas empresas e instituciones no tienen los recursos para comprarlos, limitando así sus capacidades de análisis u obligándolos a leer datos que consumen mucho tiempo (Rodríguez *et al.* 2014).

Algunas aplicaciones son el desarrollo de Mapas Proyectivos (MPs). Técnica descriptiva relativamente reciente que ha atraído mucha atención debido a su relativa facilidad de uso y la rentabilidad en comparación con los métodos descriptivos más tradicionales tales como el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), cuya característica principal es dar completa libertad a los jueces para expresar en sus propios términos las sensaciones percibidas y son una conveniente alternativa frente a las escalas hedónicas tradicionales, las cuales limitan al

evaluador a un número (arbitrario) fijo de atributos (Risvik *et al.*, citado por Savidan y Morris 2015).

En un estudio para evaluar si existe diferencia en realizar un mapa proyectivo en papel (tradicional) versus en computadora, realizado por Savidan y Morris (2015), se determinó que a pesar que la mayoría de los panelistas estaban más cómodos realizando mapas proyectivos en la computadora, lo que puede ser un reflejo de las ocupaciones de los panelistas, el tipo de soporte (papel/computadora) no impactó en el desempeño de los panelistas evaluado por el PPI (*People Performance Index*), ni tuvo impacto en los resultados finales del mapa, con mapas de consenso muy similares generados en términos de agrupamiento de muestras y oposición entre muestras.

## **2.6 DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS**

El campo de la tecnología de medición está cambiando rápidamente debido al uso de análisis de datos multivariados, lo que ha llevado a un cambio en la actitud de cómo manejar la información. En lugar de utilizar sensores específicos para medir parámetros, en muchos casos se ha vuelto más deseable obtener información de parámetros de calidad, como la condición de la muestra, el estado de un proceso o la percepción del hombre, por ejemplo, de la comida. Esto se hace mediante el uso de matrices de sensores con selectividades parcialmente solapadas y tratando los datos obtenidos con multi-métodos de variación. Estos sistemas se refieren a menudo como sentidos artificiales, ya que funcionan de manera similar a los sentidos humanos. Uno de estos sistemas son las narices y lenguas electrónicas (Krantz-Rülcker *et al.* 2002).

Las narices y lenguas electrónicas se utilizan normalmente para dar respuestas cualitativas sobre la muestra y sólo en casos especiales para predecir la concentración de especies individuales en la muestra (Krantz-Rülcker *et al.* 2002).

### **2.6.1 NARICES ELECTRÓNICAS**

Los sistemas de olfato electrónico, más comúnmente conocidos en la industria agroalimentaria como narices electrónicas, son considerados hoy en día como una técnica de análisis de gran aplicabilidad y una práctica no destructiva diseñada para determinar,

reconocer e identificar niveles muy bajos de sustancias químicas volátiles. Un arreglo de sensores electroquímicos crea una huella única digital del alimento, haciendo posible el control de calidad, el desarrollo de productos, la caracterización, clasificación y diferenciación por origen y por estado de madurez, la evaluación de su tiempo de vida útil y también como herramienta de control para identificar problemas que amenazan la comercialización, como la falsificación y la adulteración (Díaz *et al.* 2011). En la figura 12 se observa el equipo Heracles MGC E-nose que se basa en la detección de los olores mediante cromatografía.



**Figura 12: Nariz electrónica HERACLES.**

**FUENTE:** Tomado de Esensing Analytical Technology 2008

Para Krantz-Rülcker *et al.* (2002) este concepto se basa en una combinación de matriz de sensores de gas con diferentes patrones de selectividad con re-*software* de cognición. Un gran número de compuestos diferentes contribuyen a una medición del olor; la matriz de sensores químicos de la nariz electrónica proporciona entonces una salida que representa una combinación de todos los componentes. Aunque la especificidad de cada sensor puede ser baja, la combinación de varias especificidades permite detectar un gran número de olores.

Por otro lado, Dymerski *et al.* (2017) indican que las narices electrónicas son herramientas analíticas diseñadas para detectar e identificar mezclas de sustancias aromáticas imitando el modo de acción del órgano olfatorio humano. Hoy en día, se utilizan principalmente sensores químicos específicos. Sin embargo, actualmente, las narices electrónicas basadas en espectrometría de masas y gas rápido cromatografía también son aplicadas. La nariz electrónica, basado en *Fast-GC*, combina las ventajas de las dos técnicas, la cromatográfica

y una nariz. Esto permite obtener información completa sobre la composición de la muestra y el perfil de la fracción volátil.

## **2.6.2 LENGUAS ELECTRÓNICAS**

Según Dymerski *et al.* (2017) la técnica de las lenguas electrónicas o de los sensores gustativos se ha desarrollado en los últimos años, debido a su gran potencial; y el interés por este concepto está aumentando constantemente. En principio, funcionan de la misma manera como la nariz electrónica, pero se utilizan en la fase acuosa.

Existen varios principios de medición que tienen el potencial de ser lenguas electrónicas. Los más importantes se basan en técnicas electroquímicas como la potenciometría, la voltametría y la conductometría. El uso de medidas electroquímicas con fines analíticos ha encontrado una amplia gama de aplicaciones. Existen dos principios electroquímicos básicos: potenciométricos y voltamétricos (Dymerski *et al.* 2017).

Los primeros conceptos de un sensor de sabor se publicaron en 1990, los cuales estaban basados en membranas lipídicas sensibles a los iones y desarrolladas para responder a lo que es agrio, dulce, amargo, salado, y «umami» (Dymerski *et al.* 2017).

### III. DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 CASO 1: MUESTRA PRESENTA DIFERENCIA EN OLOR

##### 3.1.1 PROBLEMÁTICA

Un analista que evalúa materias primas indica que percibe una diferencia de olor entre la muestra y el patrón con lotes 611US00508 y 612US00286, respectivamente. Debido a que esta materia prima es importada, requiere un tiempo mínimo para ser abastecida. Por lo tanto, es necesario estar seguro al momento de aceptarla o rechazarla.

##### 3.1.2 ANÁLISIS Y RESULTADOS

Inicialmente se lleva a cabo una prueba sensorial del tipo discriminativo-triangular, realizado por 30 panelistas, con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa entre la muestra problema y el patrón. En el cuadro 3 se observa las claves de los dos triángulos que fueron proporcionados a los panelistas, estas fueron entregadas sin las claves en un formato (anexo 1).

**Cuadro 3: Códigos de las pruebas triangulares**

TRIÁNGULO	CÓDIGO	CÓDIGO	CÓDIGO
1	990(A)	667(A)	118(B)
2	775(B)	128(A)	326(B)

A: Patrón, B: Muestra problema.

Los análisis se realizaron en las cabinas sensoriales de la planta industrial, la cual está diseñada en base a las normas ISO 8589:2007, lo cual se observa en la figura 13.



**Figura 13: Cabina sensorial.**

Al realizar el conteo de aciertos y desaciertos se obtuvo 40 y 20, respectivamente; por lo que se determina que al 95 por ciento de nivel de confianza existe diferencia significativa entre el patrón y la muestra problema, en el cuadro 4 se muestran los resultados y en el anexo 2 se puede ver el formato que se aplica para la evaluación de la data.

**Cuadro 4: Resultados de la evaluación sensorial**

N	60	Número de Ensayos
X	40	Número de Éxitos
PO	0,666666667	Proporción experimental de Éxitos
P	0,33	Proporción Esperada de Éxitos
Z	5,532	Valor Z experimental
alfa	0,05	Nivel de significancia
Z tabla	1,96	Valor Z de Tabla
Conclusión	<b>Existe diferencias significativas</b>	

Posteriormente se realizó el análisis por cromatografía de gases, con la finalidad de encontrar si efectivamente existe una diferencia entre la composición del patrón y la muestra, y si en caso existiera poder determinar cuál es el compuesto que los panelistas detectaron. Las muestras evaluadas fueron: patrón re muestreado, la muestra proveniente del analista y el re muestreo de la muestra, todas por duplicado, como se muestra en el cuadro 5.

**Cuadro 5: Identificación de muestras**

<b>MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	<b>PROCEDENCIA DE MUESTRA</b>
1	Patrón 11032913 PE Lote 611US00508 2 Remuestreo	Perú
2	Patrón 11032913 PE Lote 611US00508 Remuestreo	Perú
3	11032913 PE Lote 612US00286 2 Remuestreo	Perú
4	11032913 PE Lote 612US00286 Remuestreo	Perú
5	11032913 EC Lote 612US00286 2 muestra	Ecuador
6	11032913 EC Lote 612US00286 muestra	Ecuador

- Patrón re muestreado: se realiza un nuevo muestreo del lote patrón, debido a que este se encuentra en un frasco que es constantemente abierto para los análisis sensoriales.
- Muestra problema: la muestra fue proporcionada por el analista que encontró la diferencia (Ecuador).
- Muestra problema re muestreada: se realiza el re muestreo de la muestra problema, con el mismo lote en los almacenes de Perú.

Al observar las figuras 14 y 15 se determina que existe diferencia entre el patrón y la muestra problema, debido a que el cromatograma muestra en el minuto 12 dos picos que no son característicos al patrón. El laboratorio determina que existe un 96,4 por ciento de probabilidad que este pico tenga en su composición al ácido butanoico, 2-metil, éster etil, como se puede observar en la figura 16.

Por lo tanto, se corrobora que las diferencias encontradas sensorialmente están relacionadas a la presencia de un compuesto, el cual, según el proveedor de la materia prima, no es característico.

Según Beyer y Walter (1987) el ácido butanoico se encuentra como éster de la glicerina en la mantequilla, de donde fue aislado por Chevreul (en el año 1823). Es un líquido aceitoso de olor rancio que, sintéticamente se puede obtener según los métodos convencionales de obtención de los ácidos carboxílicos o por fermentación butírica de los hidratos de carbono, por medio de bacterias, por ejemplo, *Clostridium butyricum*. Por otro lado, Troncoso (2014)

realizó un estudio para detectar de manera temprana las enfermedades en postcosecha de productos hortícolas, en el cual se encontró el compuesto ácido butanoico, 2-metil, éster etil, en el minuto 7,91 del cromatograma del melón sano y del melón inoculado con *Alternaria alternata*.

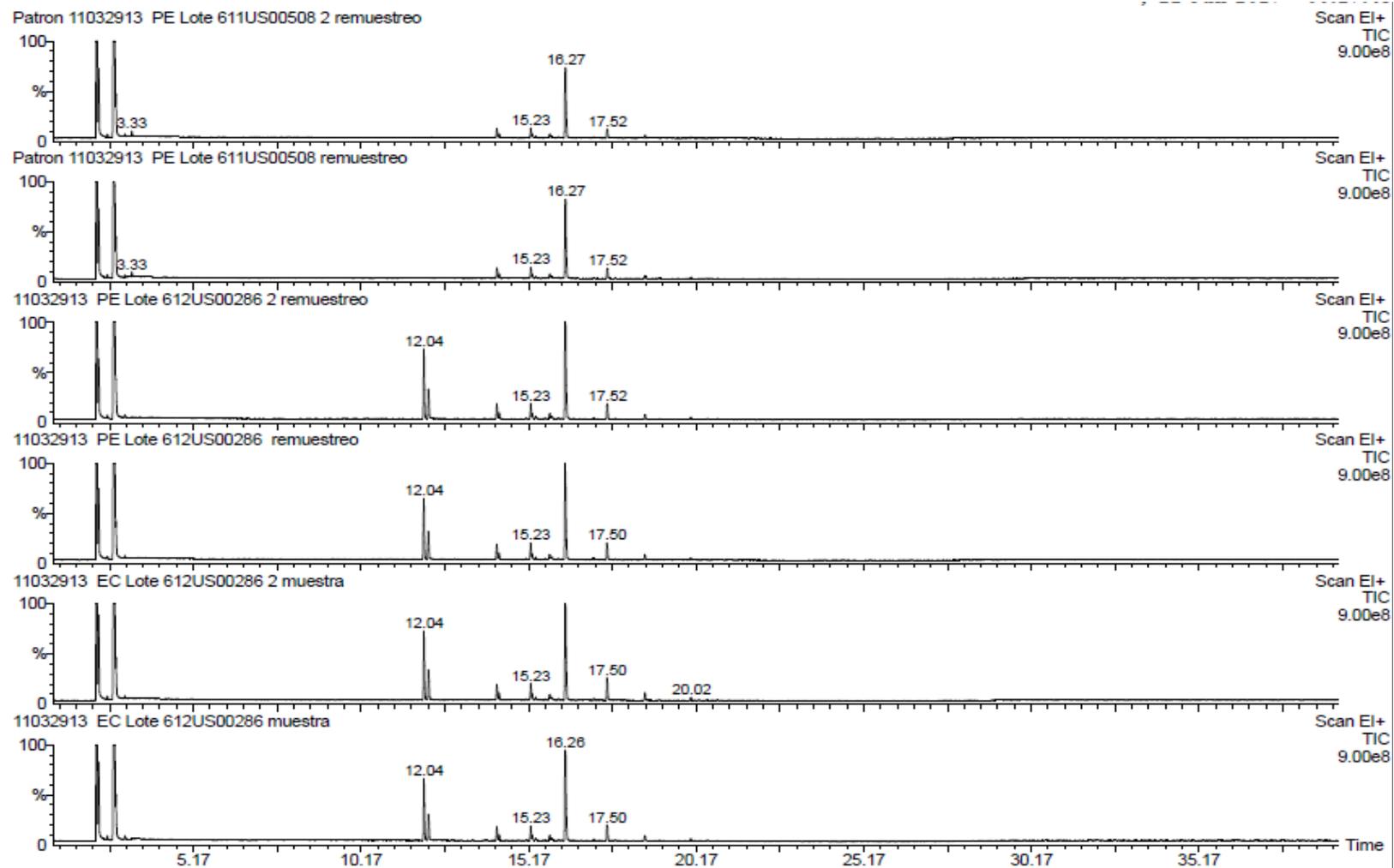
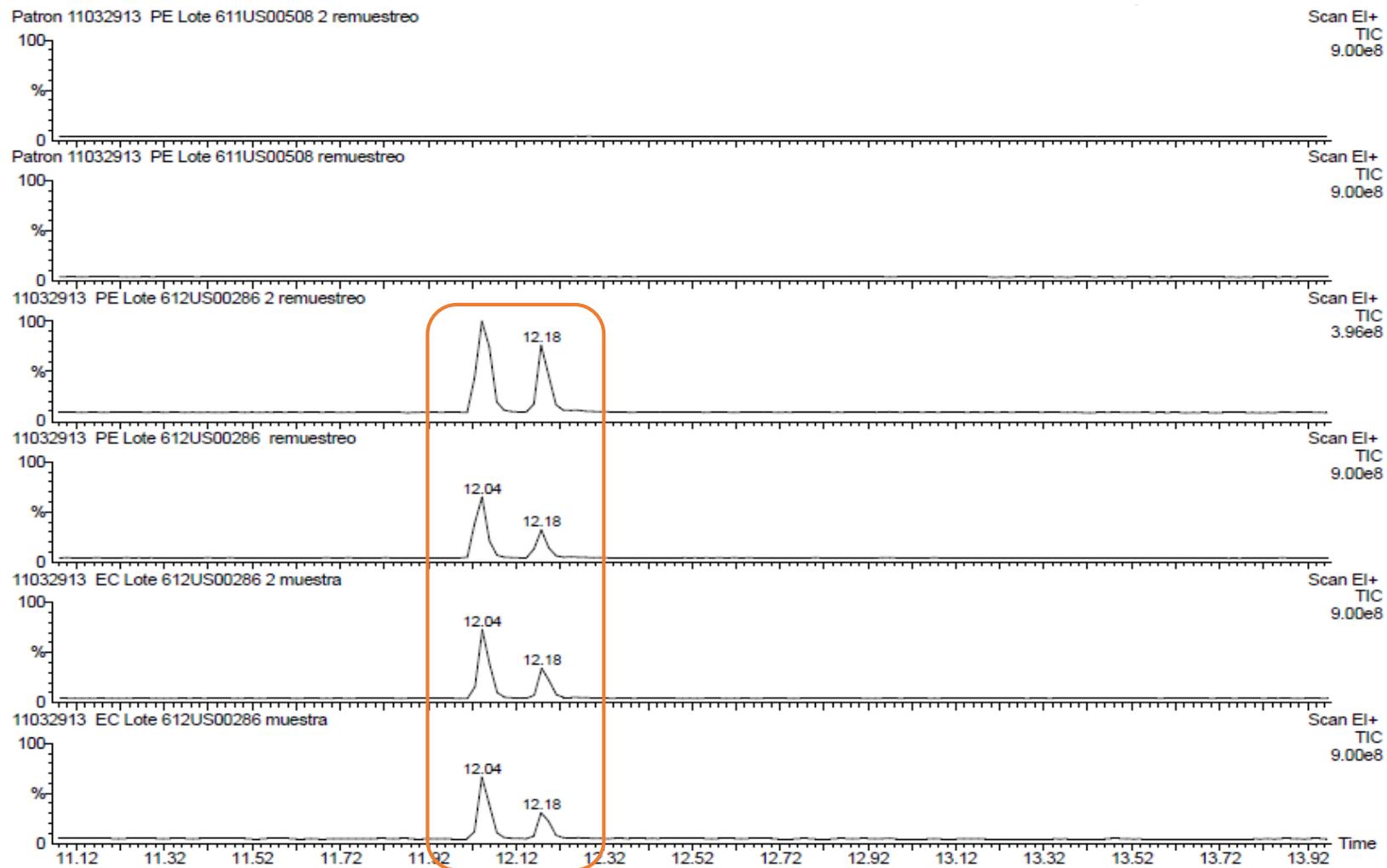


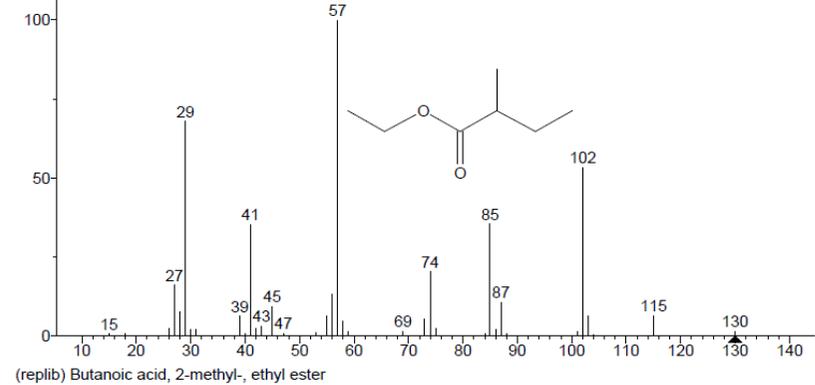
Figura 14: Cromatograma de las seis muestras analizadas.



**Figura 15: Acercamiento del cromatograma en el intervalo de tiempo de 11 a 14 minutos.**

#	Lib.	Match	R.Match	Prob. (%)	Name
1	R	919	935	96.4	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
2	M	902	932	96.4	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
3	R	882	886	96.4	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
4	R	867	868	96.4	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
5	R	810	844	96.4	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
6	R	727	746	1.40	Butanoic acid, 2-methyl-, 1-methylpropyl e...
7	M	701	730	1.40	Butanoic acid, 2-methyl-, 1-methylpropyl e...
8	M	690	704	0.34	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl e...
9	M	682	690	0.25	Propanoic acid, 2-allyloxy-, ethyl ester
10	R	677	695	0.20	Butanoic acid, 2-methyl-, 1-methylethyl ester
11	M	675	686	0.19	Butyl 2-methylbutanoate
12	R	671	680	0.34	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl e...
13	R	661	665	0.19	Butyl 2-methylbutanoate
14	M	657	667	0.09	Butanoic acid, 2-ethyl-2,3,3-trimethyl-
15	R	656	788	0.34	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl e...
16	M	655	663	0.09	Butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester
17	R	649	788	0.07	Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, butyl ester
18	M	649	652	0.07	Ethyl trans-3-methyl-2-oxiranecarboxylate
19	M	647	675	0.20	Butanoic acid, 2-methyl-, 1-methylethyl ester
20	R	645	674	0.06	Propanoic acid, ethyl ester
21	M	641	717	0.05	Pentanoic acid, 1,1-dimethylethyl ester
22	R	634	634	0.03	Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester
23	M	633	662	0.03	1,2-Dibutoxyethane
24	R	633	653	0.03	1,2-Dibutoxyethane
25	M	633	652	0.03	Octanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester
26	M	633	635	0.03	Ethyl 2,3-epoxybutyrate
27	M	631	638	0.03	Butanoic acid, 2-ethyl-2-methyl-
28	R	631	632	0.03	Butanoic acid, 2-ethyl-2-methyl-
29	M	628	639	0.03	Butanoic acid, 3-methyl-, butyl ester
30	M	628	633	0.03	Pentanoic acid, 2-methyl-3-oxo-, ethyl ester
31	M	627	632	0.02	Isobutyl isovalerate
32	R	624	720	0.06	Propanoic acid, ethyl ester
33	R	623	709	0.06	Propanoic acid, ethyl ester
34	M	622	781	0.07	Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, butyl ester
35	R	622	628	0.02	Pentanoic acid, propyl ester
36	M	621	799	0.02	1-Butene, 4-butoxy-
37	M	621	625	0.02	Pentanoic acid, butyl ester
38	M	619	627	0.02	3-Ethyl-4-hydroxy-dihydro-furan-2-one
39	R	619	622	0.02	Butanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester
40	R	618	632	0.03	Ethyl 2,3-epoxybutyrate
41	R	617	626	0.02	Isobutyl isovalerate

Hit 1 : Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester  
 C7H14O2; MF: 887; RMF: 910; Prob 94.0%; CAS: 7452-79-1; Lib: replib; ID: 5443.



Name: Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester

Formula: C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>

MW: 130 Exact Mass: 130.09938 CAS#: 7452-79-1 NIST#: 2871 ID#: 5443 DB: replib

Other DBs: TSCA, NIH, EINECS

Related CAS#: 53956-13-1

10 largest peaks:

57 999 | 29 680 | 102 534 | 85 356 | 41 355 |  
 74 206 | 27 163 | 56 131 | 87 109 | 45 96 |

Synonyms:

1. Butyric acid, 2-methyl-, ethyl ester
2. Ethyl α-methylbutyrate
3. Ethyl 2-methylbutanoate
4. Ethyl 2-methylbutyrate
5. 2-Methylbutanoic acid ethyl ester
6. NSC 1103

Figura 16: Determinación del compuesto presente en los picos detectados.

## **3.2 CASO 2: ANÁLISIS DE MUESTRA CON TRATAMIENTO Y SIN TRATAMIENTO**

### **3.2.1 PROBLEMÁTICA**

La compañía desea omitir una etapa del proceso productivo. En donde la muestra a analizar normalmente pasa por un tratamiento, que tiene la finalidad de desodorizarla. Sin embargo, se desea evaluar si al eliminar esta etapa se detecta una diferencia en olor. Debido a que de ser factible se podría optimizar el proceso, mejorando la productividad y eficiencia de los colaboradores en sus actividades diarias, optimizando los costos incurridos en la ejecución, mejorando así la rentabilidad de la empresa y mejorando los tiempos de abastecimiento de producto terminado.

### **3.2.2 ANÁLISIS Y RESULTADOS**

El análisis sensorial fue del tipo discriminativo-triangular, realizado por 20 panelistas, con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa entre la muestra con tratamiento (proceso normal) y la muestra sin tratamiento.

En el cuadro 6 se observa las claves de los dos triángulos que fueron proporcionados a los panelistas, estas fueron entregadas sin las claves en un formato (anexo 1).

**Cuadro 6: Códigos de las pruebas triangulares**

<b>TRIÁNGULO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	125(A)	984(B)	295(A)
<b>2</b>	517(A)	881(B)	453(B)

A: Muestra con tratamiento, B: Muestra sin tratamiento.

Al realizar el conteo de aciertos y desaciertos se obtuvo 23 y 17, respectivamente; por lo que se determina que al 95 por ciento de nivel de confianza no existe diferencia significativa entre la muestra tratada y la muestra sin tratar, en el cuadro 7 se muestran los resultados y en el anexo 2 se puede ver el formato que se aplica para la evaluación de la data.

**Cuadro 7: Resultados de la evaluación sensorial**

N	40	Número de Ensayos
X	19	Número de Éxitos
PO	0,475	Proporción experimental de Éxitos
P	0,33	Proporción Esperada de Éxitos
Z	1,836418002	Valor Z experimental
alfa	0,05	Nivel de significancia
Z tabla	1,96	Valor Z de Tabla
Conclusión	<b>No existe diferencias significativas</b>	

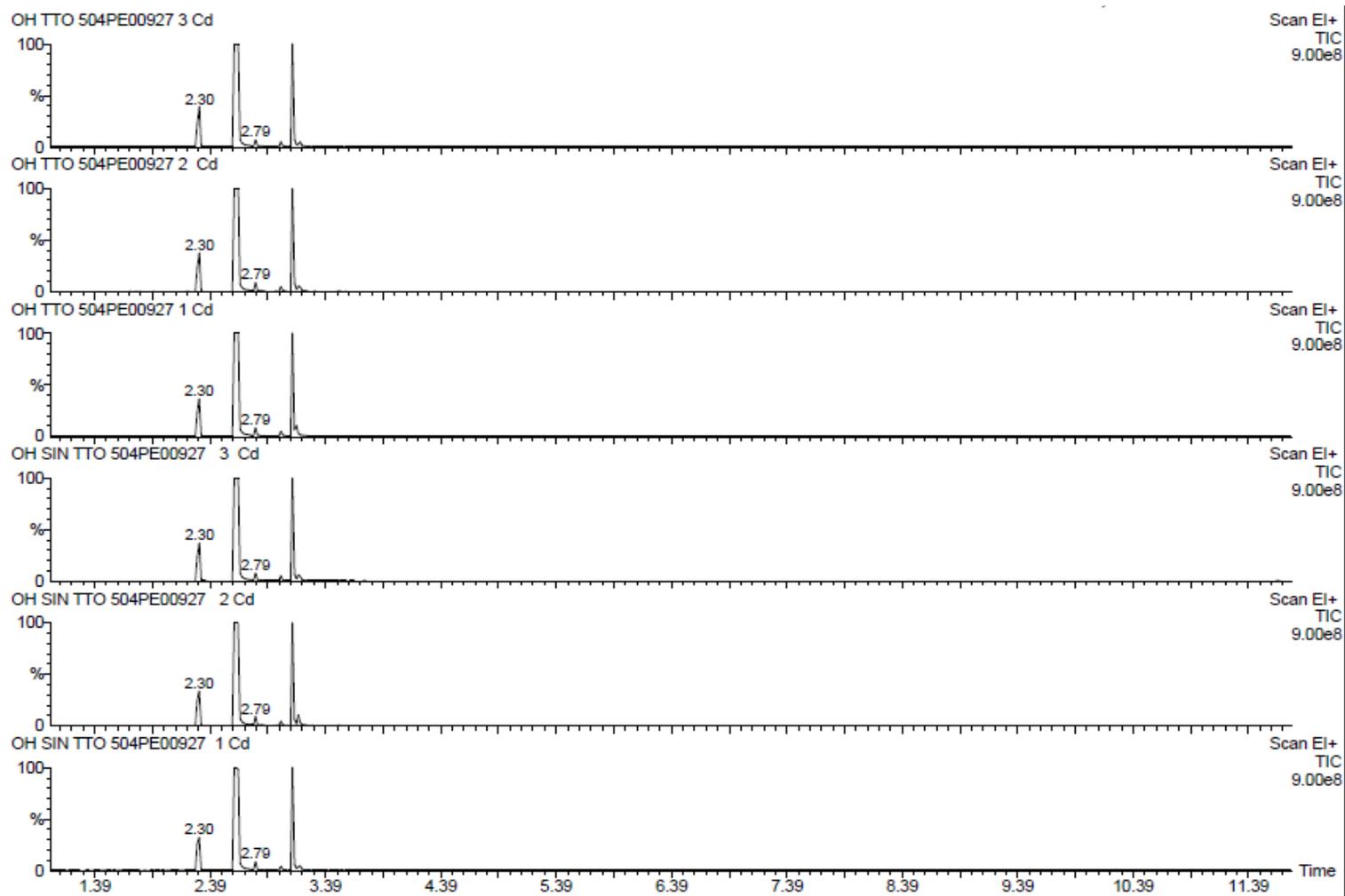
De igual manera que el caso anterior se solicita realizar el análisis por cromatografía de gases, para corroborar los resultados obtenidos sensorialmente, se analizaron tres repeticiones de la muestra tratada y tres repeticiones de la muestra sin tratar, como se muestra en el cuadro 8.

**Cuadro 8: Identificación de muestras**

<b>MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>
1	OH TTO 504PE00927 3 Cd
2	OH TTO 504PE00927 2 Cd
3	OH TTO 504PE00927 1 Cd
4	OH SIN TTO 504PE00927 3 Cd
5	OH SIN TTO 504PE00927 2 Cd
6	OH SIN TTO 504PE00927 1 Cd

- OH TTO: Muestra tratada (proceso normal)
- OH SIN TTO: Muestra sin tratar

En la figura 17 se puede observar que los cromatogramas de las seis muestras analizadas son igual, presentando los mismos picos en los mismos intervalos de tiempo. Por lo tanto, se corrobora que el análisis sensorial discriminativo tiene resultados conformes.



**Figura 17: Cromatograma de las muestras con y sin tratamiento.**

### 3.3 DISCUSIÓN

Las pruebas discriminativas son ampliamente utilizadas en la academia y en la industria, en los procedimientos de control de calidad, en el estudio del impacto por cambios en la formulación o el proceso, así como en la habilidad de los consumidores para discriminar entre dos productos similares (Lee *et al.*, citado por Gastélum *et al.* 2009). Por otro lado, Ennis, citado por Gastélum *et al.* (2009), indica que existen dos tipos de errores que se pueden cometer al probar una hipótesis nula ( $H_0$  para cualquier prueba). El primero de estos, el Error Tipo I ( $\alpha$ ) ocurre cuando se rechaza la hipótesis nula cuando en realidad es cierta, es decir, asegurar que dos productos son percibidos como diferentes cuando en realidad no son perceptiblemente diferentes. El Error Tipo II ( $\beta$ ) se refiere al riesgo de no encontrar una diferencia cuando en realidad existe. El poder de una prueba está definido como  $1 - \beta$ . Por lo tanto, es necesario poder corroborar los resultados sensoriales con técnicas instrumentales.

Si bien se pudo determinar las diferencias y similitudes en los dos casos, tanto por panel sensorial, como por cromatografía de gases, Busto (2002) indica que existen otras herramientas como las narices electrónicas, basadas en espectrometría de masas (HS-MS). Esta herramienta ha consistido en emular un panel de catadores expertos que llevan a cabo un test triangular, cuyo objetivo es distinguir, entre tres muestras (dos de ellas iguales), cuál es la diferente. Por otro lado el tiempo total de análisis utilizando este equipo es de tan solo 10 minutos por muestra. Lo que en el panel sensorial tomó un día, entre la preparación de las muestras hasta la obtención de los resultados. En el cromatógrafo de gases 30 minutos por muestra. El autor muestra que la nariz electrónica es un instrumento que permite, en pocos minutos, comparar y clasificar los aromas de los productos alimentarios, por lo que resulta un excelente complemento para el análisis sensorial.

Bastian *et al.* (2013) indican que comprender las relaciones entre las propiedades químicas y sensoriales de las materias primas con las del producto final, son esenciales para conseguir los parámetros deseables. Este enfoque puede ser particularmente beneficioso en las industrias de alimentos y bebidas.

Aunque el panel sensorial ya había emitido un resultado, era necesario poder corroborar a que se debían estas respuestas. Lo cual coincide con Foster *et al.*, citados por Rouseff *et al.* (2004), quienes exponen que las comparaciones entre la respuesta sensorial humana y los

datos de cromatografía de gases (GC) se utilizan comúnmente para una mejor comprensión de las diferencias de sabor o aroma entre los productos alimenticios o tratamientos de transformación. Sin embargo, Van Ruth, citado por Rouseff *et al.* (2004), indica que asociar el análisis sensorial con datos de cromatografía de gases es difícil, debido a que el impacto sensorial de un compuesto no está generalmente asociado al tamaño del pico en un cromatógrafo.

En un estudio realizado por Bendini *et al.* (2009), estos mostraron que la determinación cuali-cuantitativa simultánea de los compuestos volátiles y la descripción de los compuestos organolépticos mediante análisis sensorial pueden proporcionar información valiosa sobre la calidad del aceite de oliva. La determinación de los principales productos lipoxigenasa y compuestos representativos del sabor del aceite de oliva podrían ser de gran interés en la caracterización de los perfiles sensoriales teniendo también en cuenta los defectos en aceites de oliva virgen comerciales.

Adicionalmente, Álvarez *et al.* (2011) indican que la caracterización sensorial y química de las variedades de vinos parece ser una tarea excepcional para encontrar características peculiares y distintivas entre ellos. En el estudio que realizaron, utilizaron métodos estadísticos para el análisis de los datos, estos fueron: Análisis de Anova de un factor y prueba de Scheffe para las comparaciones medias; análisis de los componentes principales (PCA) (de la matriz de correlación) para examinar la relación entre las variables y entre muestras; análisis de clúster (método de Ward, de la estandarización de los datos) para descubrir grupos naturales de las muestras; y la regresión parcial de mínimos cuadrados (PLS) para predecir los atributos sensoriales de los vinos basados en el composición.

El análisis de regresión parcial de mínimos cuadrados (PLS) también fue utilizado por Noble y Ebeler, citados por Rouseff *et al.* (2004), debido a que les permitió estimar los modelos MMR (Regresión Múltiple Multivariable) que ilustran las relaciones entre el análisis sensorial y los conjuntos de datos instrumentales. A su vez Chien y Peppard, citados por Rouseff *et al.* (2004), indican que este método estadístico fue diseñado para manejar datos conjuntos donde el número de variables es mucho mayor que el número de muestras, donde existe un alto grado de colinealidad entre las respuestas (sensorial) y entre las variables predictoras (GC/O), y donde hay una cantidad significativa de error aleatorio en los datos.

El análisis de mínimos cuadrados parciales es un indicador de lo bien que las variables de un conjunto de datos explican la variación entre las variables de otro conjunto de datos.

## IV. CONCLUSIONES

- Como se observó en el Caso 1 (muestra que presentó diferencia en olor) se determinó que existía diferencia significativa mediante la prueba triangular, lo cual se pudo corroborar con el análisis por cromatografía de gases, observando los cromatogramas resultantes. A su vez, la aplicación de esta técnica permitió encontrar cual era el compuesto que otorgaba esta diferencia. Definitivamente la aplicación de análisis sensoriales con análisis instrumentales permitió tomar una decisión correcta y rápida al momento de rechazar el lote de materia prima. Lo cual eliminó el riesgo de utilizarla en mal estado y la posibilidad de entregarle al consumidor un producto con baja calidad.
- Para el Caso 2 (muestras con tratamiento y sin tratamiento) se determinó que no existía diferencia significativa mediante la prueba triangular, corroborándolo en el análisis de los cromatograma de las muestras. En base a los resultados favorables, y a otros que no están descritos en el presente trabajo, se procedió a eliminar el tratamiento de la muestra. Por lo que se puede concluir que la aplicación de pruebas sensoriales con métodos instrumentales nos permitieron ser más asertivos en la optimización de procesos productivos, reduciendo tiempos de fabricación, tiempos de entrega de un producto o servicio al cliente, minimizando costos y mano de obra.
- En cuanto al desarrollo del presente trabajo se observó que existen diferentes herramientas y métodos modernos que permiten optimizar los análisis sensoriales, como por ejemplo, los *softwares* y los dispositivos electrónicos, que ayudan a disminuir tiempos de análisis, de entrenamiento de panelistas, de procesamiento de data, de diseño experimental, eliminar errores del traslado de información, etc. Por otro lado, la correlación de los resultados, técnicas instrumentales, como es la cromatografía de gases, la reología, la determinación de textura, etc. permiten corroborar los resultados sensoriales y en muchos casos determinar a que se deben estos cambios.

## V. RECOMENDACIONES

- En el desarrollo del presente trabajo se ha observado la importancia de hallar estadísticamente la correlación entre los análisis instrumentales y los resultados sensoriales. Lo cual sería beneficioso para la compañía, sobretodo en el desarrollo de nuevos productos y en la caracterización de muestras y productos terminados.
- La utilización de *softwares* como herramienta de base de datos sería una aplicación productiva, a manera de minimizar los tiempos en la recolección de datos, en el desarrollo de las pruebas y/o en la eliminación de errores que pueden existir al trasladar datos al sistema.
- El uso de equipos como narices y/o lenguas electrónicas permitirían a la compañía obtener resultados en menor tiempo, principalmente para aquellos casos en los que se desea dar una respuesta muy rápida.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, P; Bartra, E; García, J; Moreno, M; Muñoz, C; Pozo, M; Puig-Pujol, A. 2011. Volatile and sensory characterization of Xarel.lo white wines (en línea). *Flavour and Fragrance Journal* 26(3):153-161. Consultado 10 jun. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.2038/abstract>.
- Barcina, Y; Ibáñez, F. 2001. *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Barcelona, España, Taylor & Francis. p. 126.
- Barquero, M. 2006. *Principios y aplicaciones de la cromatografía de gases*. 1 ed. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 72 p.
- Bastian, S; Boss, P; Collins, C; Iland, S; Jordans, C; Kidman, C; Olarte, S; Ristic, R. 2013. Relationships between sensory profiles and instrumental measurements in raw fruit to predict quality of final product (poster). *In Pangborn Sensory Science Symposium* (10, 2013, Rio de Janeiro, Brasil). Viçosa, Brasil, Universidad Federal de Viçosa.
- Bendini, A; Cerretani, L; Chiavaro, E; Gargouri, M; Kotti, M. 2009. Evaluation of the volatile fraction of commercial virgin olive oils from Tunisia and Italy: relation with olfactory attributes (en línea). *Journal of Food Biochemistry* 35(3):681-698. Consultado 16 jun. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4514.2010.00410.x/abstract>.
- Beyer, H; Walter, W. 1987. *Manual de química orgánica*. 19 ed. Barcelona, España, Reverté. p. 254.
- Bota, E; Castro, J; Sancho, J. 1999. *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. p. 136.

- Busto, O. 2002. La nariz electrónica: una nueva herramienta para analizar el aroma. *Revista de Enología Científica y Profesional* (24):1697-4123.
- Carr, T; Meilgaard, M; Vance, G. 2007. *Sensory evaluation techniques*. 4 ed. Florida, Estados Unidos, CRC Press. 464 p.
- Díaz, A; Quicazán, M; Zuluaga, C. 2011. La nariz electrónica, una novedosa herramienta para el control de procesos y calidad en la industria agroalimentaria. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica* 18(2):209-2017.
- Dymerski, T; Namieśnik, J; Śliwińska, M; Wardencki, W; Wiśniewska, P. 2017. Comparison of an electronic nose based on ultrafast gas chromatography, comprehensive two-dimensional gas chromatography, and sensory evaluation for an analysis of type of whisky (en línea). *Journal of Chemistry* 2017:1-13. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2017/2710104>.
- Elías, LG; Jeffery, LE; Watts, BM; Ylimaki, GL. 1992. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá, Internacional Development Research Centre.
- Espinoza, J. 2007. *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria. 116 p.
- Esensing Analytical Technology. 2008. Flavour analysis/Mineral oil (en línea, sitio web). Consultado 21 ago. 2017. Disponible en <http://www.esensing.net/en/product/show.asp?id=298&parentid=1&classid=1>.
- García, D. 2002. Determinación y validación de un método de viscosidad aparente en papilla para niños. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 33.
- Gastélum, M; Olivas, R; Nevárez, G. 2009. Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua* (1)1:1-7.

- Guerrero, C. 2012. Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado por ultrafiltración. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 30-31.
- Heymann, H; Lawless, H. 2010. Sensory evaluation of food, principles and practices. 2 ed. Nueva York, Estados Unidos, Springer. 626 p.
- Hinrichs, J; Krzeminski, A; Schlage, S; Weiss, J. 2015. Particle size, rheology and tribology: new ways to describe textural creaminess in whey protein enriched yogurt systems (poster). *In* Simposio de Ciencia Sensorial de Pangborn (1, 2013, Rio de Janeiro, Brasil). Stuttgart, Alemania, Universidad de Hohenheim.
- ISO (International Organization for Standardization, Suiza). 2008. ISO 5492: sensory analysis, vocabulary (sitio web, en línea). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <https://www.iso.org/standard/38051.html>.
- Krantz-Rülcker, C; Winqvist, F; Lundström, I. 2002. Electronic tongues and combinations of artificial senses (en línea). *Sensors Update* 11(1):279-306. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/seup.20/0211107/epdf>.
- Liria, M. 2007. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima, Perú, Instituto de Investigación Nutricional. 44 p.
- Minim, V; Moraes, L; Oliveira, P; Silva, R; Simiqueli, A; Souza, R. 2013. Optimized descriptive profile: correlation between sensory and instrumental techniques (poster). *In* Pangborn Sensory Science Symposium (10, 2013, Rio de Janeiro, Brasil). Viçosa, Brasil, Universidad Federal de Viçosa.
- Perkin Elmer. 2017. Gas Chromatography Clarus 680 (en línea, sitio web). Consultado 21 set. 2017. Disponible en <http://www.perkinelmer.com/product/bioethanol-alcohol-determination-by-gc-bioethanolalcohogc?searchTerm=Clarus%20680%20GC&pushB/ackUrl=?searchName=Clarus%2520680%2520GC>.

- Pulido, H; Toricella, R; Zamora, E. 2007. Evaluación sensorial: aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria. 131 p.
- Rodríguez, G; Hough, G; Secreto, J. 2014. Soldesa: freely available software for descriptive analysis data acquisition (en línea). *Journal of Sensory Studies* 29(4):233. Consultado 24 ago. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12105/full>.
- Rouseff, R; Schulbach, K; Sims, C. 2004. Relating descriptive sensory analysis to gas chromatography/olfactometry ratings of fresh strawberries using partial least squares regression. *Journal of Food Science* 69(7):273-277.
- Rubio, D. 2000. Mejora de las características reológicas de mezclas alimenticias a base de cereales, mediante el uso de germinado de quinua (*Chenopodium quinoa wills*). Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 26.
- Salinas, R. 2010. Métodos para determinar diferencias entre dos muestras: análisis sensorial de los alimentos (sitio web, en línea). Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <https://es.slideshare.net/ruthsalinasc/presentacin-mtodos-diferencias>.
- Savidan, CH; Morris, C. 2015. Panelists' performances and strategies in paper-based and computer-based projective mapping (en línea). *Journal of Sensory Studies* 30(2):145-155. Consultado 12 jul. 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joss.12146/abstract>.
- Storch, J. 1975. Fundamentos de la cromatografía de gases. 2 ed. Madrid, España, Alhambra. p. 6, 107, 136-138.
- Troncoso, R. 2014. Análisis de metabolitos volátiles como método de detección temprana de enfermedades en postcosecha en productos hortícolas. Centro de investigación en alimentación y desarrollo (en línea, sitio web). Consultado 23 ago. 2017. Disponible en <https://www.ciad.mx/rss/96-coordinaciones/tecnologia-alimentos-origen-vegetal/proyectos-investigacion.html>.

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1: PRUEBA ANGULAR – HOJA DE EVALUACIÓN

	<b>PRUEBA TRIANGULAR - HOJA DE EVALUACIÓN</b>	<b>COR.R6.1.3.0.FR.068</b>				
		<b>Página 1 de 1</b>	<b>Versión: 03</b>			
<b>Proceso: R6. Gestión de la Calidad de Productos Cosméticos</b>		<b>Sub-proceso: R6.1 Gestión de la Calidad de Productos Cosméticos</b>				
Nombre _____		Panelista No. _____				
Fecha _____		Prueba No. _____				
<p>Por favor evalúe las tres muestras presentadas en cada triángulo y encierre en un círculo la muestra diferente.          Olor: Si se siente saturado con la fragancia inhale aire fresco con inspiraciones y expiraciones profundas.          Texturas: Para descansar la piel alternar las evaluaciones entre los dos antebrazos, identifique y describa la muestra que considere diferente</p>						
Triángulo	Código	Código	Código	Identificación y descripción de la muestra diferente	Responda SI o No si su respuesta fue al azar	Calificación
1	990	667	118			
2	775	128	326			
3						
4						
5						
Observaciones _____						
Gracias por su participación!						

## ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

	<b>DETERMINACIÓN DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS</b>		<b>COR.R6.1.3.0.FR.120</b>	
			<b>Página</b> 1 de 1	<b>Versión</b> 01
<b>Proceso: R6 Gestión de Calidad de Productos</b>			<b>Subproceso: R6.1 Gestión de Calidad de Productos Cosméticos</b>	
n	40	Número de Ensayos		
X	19	Número de Exitos		Valores a llenar
PO	0.475	Proporción experimental de Exitos		Valores a no llenar
P	0.33	Proporción Esperada de Exitos		
Z	1.836418	Valor Z experimental		
alfa	0.05	Nivel de significancia		
Z tabla	1.96	Valor Z de Tabla		
<b>Conclusión</b>		No existe diferencias significativas		