



La Santiago
transforma
tu mundo



Correlación instrumental y sensorial de la calidad de una muestra de yogurt de la empresa fructilacteos

María Camila Giraldo Erazo

Director
Juan Sebastián Ramírez-Navas, IQ, PhD

Universidad Santiago de Cali
Facultad de Ciencias Básicas,
Programa de Química
Cali, Colombia
2018



La Santiago
transforma
tu mundo



Correlación instrumental y sensorial de la calidad de una muestra de yogurt de la empresa fructilacteos

MARIA CAMILA GIRALDO ERAZO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
QUIMICO.

Director:
Juan Sebastián Ramírez-Navas, IQ, PhD

Línea de Investigación:
Alimentos
Grupo de Investigación:
Grupo de Investigación en Electroquímica y Medio Ambiente (GIEMA)

Universidad Santiago de Cali
Facultad de Ciencias Básicas
Programa de Química
Cali, Colombia
2018



La Santiago
transforma
tu mundo



ACTA DE SUSTENTACIÓN



Dedicatoria

Mi trabajo de grado lo dedico a Dios por guiarme y mostrarme el camino siempre, por haberme permitido llegar a este punto además de haberme dado salud para lograr mis objetivos,

De igual forma, se lo dedico a mi familia, especialmente a mis padres Carlos Alberto Giraldo y María Graciela Erazo por cada sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de culminar esta maravillosa carrera, por creer en mi capacidad, por ser mi pilar, porque gracias ellos soy la persona que soy hoy en día, y por su continuo acompañamiento en el camino.

A mis abuelos, Martha Jaramillo, Pedro Erazo, Carmen lucia Banderas y Alfredo Giraldo, por su compañía, por ser siempre mis protectores, por complacerme en cada cosa que he querido y sobre todo por cada consejo sabio que me han dado.

A mi hermano, Juan José Giraldo Erazo, para que él vea en mí su ejemplo a seguir, porque a pesar de tantos choques siempre fue de gran ayuda, por ser mi cómplice y amigo.

A mi perro, azabache José Giraldo, por demostrarme la fidelidad y la lealtad, por esperarme y acompañarme en las largas noches de estudio, porque con solo una mirada sentía que todo iba a estar bien, porque con un lengüetazo me olvidaba de tanto estrés por un momento, por ser ese angelito en mi vida.



Agradecimientos

Son muchas las personas que han atribuido al proceso y conclusión de este trabajo. Quiero agradecer a Juan Sebastián Ramírez-Navas, director de mi trabajo de grado, que siempre estuvo pendiente, me apoyó y me alentó para que concluyera esta investigación.

A mis compañeras de carrera Daniela Martínez Bellaiza y Lina Marcela Agudelo, dos seres maravillosos que agradezco mucho su presencia en mi vida, que se convirtieron en unas hermanas, las cuales me enseñaron a ser una persona más confiada y segura, somos muy unidas, tanto así que no llamaban “las chicas súper poderosas”.

A mi novio Luis Carlos Suarez Izasa por su compañía durante casi toda la carrera, su apoyo incondicional y sobre todo por su amor, por ser esa persona maravillosa que ha estado para mí en las buenas y sobre todo en la malas, por tenerme paciencia en momentos de estrés.

A la empresa fructilácteos del campo que me abrió sus puertas y de su casa para realizar este trabajo, por su amabilidad y su cooperación a este trabajo, por la buena actitud de cada uno de las personas que conforman esta empresa que hicieron de esto algo más ameno, divertido pero con todo la responsabilidad del caso.



Impactos

Impacto	Producto	Beneficiario(s)
Económico		
Responsabilidad social		
Científico		
Indicadores de Gestión		
Tecnológico	Perfil sensorial	Empresa fructilácteos del campo
Técnico		
Ambiental		
Social		
Cultural		



CONTENIDO

Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Impactos	6
Lista de Tablas.....	8
Lista de Figuras	8
Resumen	9
Abstract	9
1 Descripción del proyecto.....	10
1.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación.....	10
1.2 Justificación en términos de necesidades y pertinencia.....	10
1.3 Objetivos	11
2 Marco teórico y estado del arte	12
2.1 Análisis sensorial.....	12
2.2 Propiedades sensoriales	13
2.3 Pruebas orientadas a un producto	14
2.4 Pruebas orientadas al consumidor	16
3 Metodología.....	18
3.1 Análisis sensorial.....	18
3.2 Pruebas orientadas al consumidor	20
3.3 Análisis fisicoquímicos	20
3.4 Análisis estadístico	21
4 Resultados	22
4.1 Análisis fisicoquímicos	22
4.2 Reclutamiento, selección y entrenamiento	23
4.3 Análisis del producto por panelistas semi entrenados	29
4.4 Correlación entre panelistas entrenados y consumidores	33
5 Conclusiones.....	34
6 Recomendaciones.....	34
Bibliografía.....	35
7 Anexos.....	39
7.1 Poster presentando resultados parciales.....	39



Lista de Tablas

Tabla 1. Concentración que se utilizó en la preparación del test de gustos básicos.....	18
Tabla 2. Porcentaje de concentración de las disoluciones.....	19
Tabla 3. Sustancias que se utilizó en el reconocimiento de olor	19
Tabla 4. Atributos a evaluados	20
Tabla 5. Resultados de las propiedades fisicoquímicas.....	22
Tabla 6. Porcentajes de aciertos en el umbral de reconocimiento por parte de los jueces	24
Tabla 7. Resultados Dúo- trio.....	26
Tabla 8. Interpretación estadística de prueba dúo trio.....	26
Tabla 9. Xhi- cuadrado.....	27
Tabla 10. Resultado de personas discriminadoras y no discriminadoras en prueba dúo-trío.....	28
Tabla 11. Resultado de personas que aciertan correctamente e incorrectamente.....	29
Tabla 12. Descripción sensorial del yogurt griego de fructilacteos.....	29
Tabla 13. Descripción sensorial del yogurt griego comercial	29

Lista de Figuras

Figura 1. Escala para evaluar los atributos.....	20
Figura 2. Numero de aciertos en el test de gustos básicos	23
Figura 3. Conocimiento del umbral de reconocimiento de los panelistas	24
Figura 4. Prueba ordenamiento de color por parte del panelista	25
Figura 5. Porcentaje de aciertos de reconocimiento de olores.....	25
Figura 6. Comparación del perfil sensorial del YGF y YGC	30
Figura 7. Preferencia global	31
Figura 8. Preferencia por género	31
Figura 9. Preferencia por estrato	32
Figura 10. Rangos promedios.....	32
Figura 11. Biplot (ejes F1 and F2: 100%).....	33



Resumen

Se caracterizó sensorialmente muestras de yogurt griego de la empresa fructilácteos del campo, por un panel semi entrenado. Asimismo, se llevó a cabo un estudio de los parámetros físico-químicos de las mismas. El objetivo fue relacionar los parámetros sensoriales con los instrumentales (viscosidad, sinéresis, pH, acidez, sólidos solubles y totales) para identificar así los parámetros instrumentales que se aproximen a las sensaciones experimentadas al consumir del yogurt griego fructilácteos (YGF). Por el lado, sensorial por parte de los panelista se evidencio una preferencia por el YGF por su atributo de cremosidad y acidez, mientras que por parte del consumidor se observó una preferencia del 58% por el YGC en su mayoría fueron consumidores hombre, sin embargo en los parámetros instrumentales se revela que es su mayoría entran en el límite establecido, menos el parámetro de la viscosidad el cual fue de 1,02.

Palabras clave: Leches fermentadas, perfil sensorial, relación sensorial.-instrumental, Analisis fisicoquímicos

Abstract

Greek yogurt samples from the company fructilácteos of campo were sensorially characterized by a semi-trained panel. Likewise, a study of the physical-chemical parameters of the same was carried out. The objective was to correlate the sensory parameters with the instrumental ones (viscosity, syneresis, pH, acidity, soluble and total solids) to identify the instrumental parameters that approximate the sensations experienced when consuming fructilácteos Greek yogurt (YGF). On the sensory side of the panelists, there was a preference for YGF for its attribute of creaminess and acidity, while on the part of the consumer a preference of 58% was observed by the YGC, mostly male consumers, however in the instrumental parameters it is revealed that most of them enter the established limit, minus the parameter of viscosity, which was 1.02.

Keywords: Fermented milks, sensory profile, sensory-instrumental correlation, physicochemical analysis



1 Descripción del proyecto

1.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación

Un producto se diseña para satisfacer los deseos y necesidades del consumidor de forma continuo y consistente. La empresa productora debe garantizar el mantenimiento de la calidad diseñada. Para esto se utilizan diversos procedimientos de aseguramiento de la calidad: pruebas físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales.

El Análisis Sensorial (AS) se refiere a la medición y cuantificación de las características de los productos alimenticios evaluables por los sentidos humanos. En este contexto, el control se realiza considerando los atributos de apariencia, olor, gusto y textura¹. El olor y el gusto están relacionados con la calidad del yogurt.

Teniendo en cuenta esto, surge la pregunta: ¿Podría una empresa pequeña competir con empresas grandes usando el AS e instrumental como herramientas para mejorar la calidad de sus productos? La determinación de qué compuestos contribuyen a la calidad sensorial y/o con ciertos parámetros de calidad de interés para reducir los costos y acelerar el desarrollo del producto y obtener medidas objetivas, confiables y reproducibles de aroma, sabor, color y cualidades de textura².

1.2 Justificación en términos de necesidades y pertinencia

El consumidor actual busca alimentos de alta calidad considerando dentro de sus expectativas además de aspectos organolépticos o sensoriales, propiedades nutricionales y funcionales^{3,4}.

La calidad sensorial es la que se aprecia por los sentidos y es la que nos hace decir que algo sabe bien, o que nos gusta o no, considerando su olor, aspecto o algunas otras características, tomando en cuenta esto como un factor importante en la aceptación y éxito de los productos⁵.

Se espera que para la empresa Fructilácteos los resultados de las pruebas sensoriales sean un soporte para tomar decisiones acertadas en cuanto a la calidad sensorial, la información obtenida, les permitirá determinar la vida útil, la calidad del material de empaque y la aceptación de sus productos. En general, el AS permitirá medir la relación entre los índices sensoriales del producto y las especificaciones sensoriales que se desea obtener. Actualmente en la empresa Fructilácteos al AS se considera una herramienta imprescindible que permitirá obtener información sobre aspectos de la calidad de los alimentos a los que no se puede tener accesos con otras técnicas analíticas.



Con este proyecto se espera desarrollar el perfil sensorial con el fin de obtener un producto en este caso un yogurt de buena calidad que pueda competir con empresas grandes, al igual que poder comparar la correlación de los datos y así conocer el efecto fisicoquímico y sensorial del producto

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Determinar el grado de acuerdo entre el análisis instrumental y sensorial del yogurt griego de la empresa fructilacteos

1.3.2 Específicos

- Determinar los parámetros discriminativos y descriptivos con el panel sensorial.
- Identificar los perfiles de sabor y textura del yogurt griego.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos del yogurt griego.
- Determinar el grado de acuerdo entre los parámetros sensorial e instrumental del yogurt griego.
- Identificar Componentes principales que resuman la estructura de datos de los análisis sensoriales e instrumentales.



2 Marco teórico y estado del arte

Actualmente se consume el yogurt por sus propiedades organolépticas, por lo que se ha convertido en uno de los alimentos lácteos más apetecidos del mundo con variedad de sabores y presentaciones existentes en el mercado, por ejemplo, Yogurt natural (sin adición de aromas, sabores y azúcares), yogurt azucarado, yogurt con edulcorantes calóricos y no calóricos permitidos y yogurt con frutas, zumos y pulpas ⁶.

Hernández, (2003) menciona que en la actualidad se elaboran diferentes tipos de yogurt, los cuales difieren su composición química, método de producción sabor, consistencia, textura y proceso post-incubación, entre ellos yogurt aflanado, yogurt batido y yogurt líquido⁷.

El yogurt es un alimento rico en proteínas, minerales, enzimas y vitaminas (D y B12) las cuales aumentan su valor nutricional convirtiéndose en un producto alternativo en la alimentación, especialmente si el consumidor no pudiera asimilar la lactosa ⁸.

Salvador y Fiszman (2004)⁹ observaron durante un estudio realizado para evaluar la textura y características sensoriales de yogurt durante el almacenamiento, que se incrementó la sinéresis en todas las temperaturas estudiadas, siendo el incremento más notorio durante los primeros días y para las temperaturas más elevadas. También realizaron un estudio relacionado al aspecto microbiológico del yogurt, mencionan que la norma CODEX STAN 243-2003 para este producto exige que contenga 10⁶ UFC de bacterias viables (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) por mililitro de yogurt como una medida estándar generalmente aceptada. Adicionalmente, reportaron que la disminución de la carga microbiana va depender de la temperatura de almacenamiento que es de 5°C durante varios días.

Díaz et al. (2004) realizaron una investigación relacionada con adición de fibra y disminución de grasa para evaluar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicos del yogurt, en ello encontraron que la sinéresis disminuyo al incrementar el contenido de fibra y reducir el nivel de grasa de la leche; así como el coeficiente de consistencia aumento y el índice de flujo disminuyo al incrementar el contenido de fibra. Concluyen que el incremento de sólidos y la disminución de la grasa sería favorable para reducir la sinéresis y aumentar la viscosidad en el yogurt¹⁰.

2.1 Análisis sensorial

El AS es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan 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 alimentos¹¹.



La correlación de los datos químicos con los perfiles sensoriales descriptivos se aplica comúnmente para investigar los compuestos que contribuyen a los atributos sensoriales particulares o la calidad del producto. El queso, el café y el vino, entre muchos otros productos, se caracterizaron por correlacionar datos de perfiles volátiles específicos o no focalizados con AS descriptivos que conducen a la identificación de posibles compuestos de impacto responsables del aroma, sabor y atributos sensoriales texturales ¹²⁻¹⁴.

La identificación de compuestos que contribuyen a las cualidades sensoriales de los alimentos y bebidas es importante en las investigaciones para determinar los vínculos entre la composición química y la calidad del producto, los estudios mecanísticos para determinar qué compuestos contribuyen a los atributos sensoriales específicos y para utilizar los análisis instrumentales para predecir las intensidades del atributo. En los estudios de aroma y sabor, otros métodos de selección incluyen el uso de conocimiento previo de las actividades de olor compuesto y los umbrales para eliminar variables por debajo de los límites de detección. Sin embargo, se debe tener cuidado para garantizar que los umbrales olfatorios sean precisos, ya que la matriz de muestra puede alterar la partición volátil en el espacio libre ¹⁵.

Actualmente, los beneficios nutricionales percibidos por los consumidores en diferentes países a nivel mundial y las características de almacenamiento que posee el yogur estilo griego, lo llevó a su creciente popularidad en la última década del siglo XIX, según afirmó Benezch y Maingonnat (2004). El yogur estilo griego se ha establecido como un producto de alto valor nutritivo en comparación con los yogures regulares ¹⁶.

2.2 Propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales más importantes asociadas con el sentido de la vista son el color y la apariencia. El color por su parte es considerado relevante para el caso de la evaluación sensorial en la industria alimenticia, debido a que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor sin siquiera haberlo probado¹⁷ mientras que la apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento y se puede afirmar que constituye un elemento fundamental en la selección de un alimento.

El gusto de un alimento es detectado por las papilas y el mensaje nervioso de éstas llega al cerebro, donde es interpretado. El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo o ácido (también están el picante y el alcohólico, pero en realidad no son gustos o sabores, sino que el primero es una sensación dolorosa y el segundo es un adormecimiento de la lengua); mientras que el sabor *sui generis* del alimento consiste en una combinación de gusto y aroma. Se estima que la mayor contribución al sabor se debe al aroma ¹⁷.



Una sustancia que produce olor debe ser volátil y las moléculas de la sustancia deben hacer contacto con los receptores en el epitelio del órgano olfatorio. Para percibir un olor, la información que reciben los extremos terminales del órgano sensorial se transmiten como impulsos eléctricos a través de los nervios hasta el cerebro, en donde se interpreta el mensaje. Se estima que el sentido olfatorio de los humanos tiene la capacidad para distinguir 10 mil olores distintos. Sin embargo, el vocabulario para diferenciar entre los muchos olores percibidos a través del órgano sensorial es lamentablemente inadecuado. Se emplea la analogía en un intento para verbalizar diferencias que pueden distinguirse nasalmente. Por ejemplo, los olores pueden caracterizarse como semejantes a la nuez, a frutas, a aceites o mentas ¹⁸.

Deberá responder a las siguientes demandas: síntesis del contexto teórico general en el cual se ubica el tema de la propuesta; estado actual del conocimiento del problema (nacional y mundial); brechas que existen y vacíos que se quieren llenar con el proyecto; de qué forma la investigación propuesta, con fundamento en investigaciones previas, contribuirá, con probabilidades de éxito, a la solución o comprensión del problema planteado o al desarrollo del sector de aplicación interesado¹⁸.

2.3 Pruebas orientadas a un producto

2.3.1 Análisis descriptivo cuantitativo

Es una técnica en donde se entrena a individuos que identifican y cuantifican en orden de ocurrencia, Las propiedades sensoriales de un producto o de un ingrediente. Estos datos permiten desarrollar modelos multidimensionales apropiados del producto, en una forma cuantitativa fácilmente entendible tanto en el mercado, como en medio de investigación y desarrollo. Esta técnica también se ha utilizado con buenos resultados ‘para generar datos acerca de un concepto y de productos ideales antes de que se inicie propiamente su desarrollo ¹⁹.

Este análisis es capaz de responder a todas las características de un producto como la apariencia, el aroma, el sabor, la sensación, etc. Es un método cuantitativo que permite determinar la confiabilidad individual y de grupo. No requiere un grupo grande de jueces (normalmente entre 6 y 10 jueces) y puede ser usado en cualquier producto ^{19,20}.

2.3.2 Perfil de sabor

Esta prueba fue ideada por Little (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 ²⁰.



2.3.3 Perfil de textura

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación²⁰. En 1963 se describió por primera vez la aplicación de esta metódica a la evaluación de textura (Brandt y col. 1963). El método describe la evaluación en fases:

- a) Fase inicial y la masticatoria; en las dos primeras fases es posible evaluar las propiedades mecánicas y geométricas de la textura.
- b) Fase residual; se evalúan propiedades que se relacionan con la humedad y contenido de grasa del alimento.

2.3.4 Análisis discriminativo

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño²¹. Entre las pruebas de diferenciación las que más se utilizan para comparar entre dos y cinco muestras a la vez son: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. Para comparar más de cinco muestras se utilizan pruebas de escalar de control y pruebas de ordenamiento²².

2.3.4.1 Comparación de pares

Esta prueba consiste en presentar a los panelistas dos muestras del producto alimenticio a evaluar, preguntándole en el formulario sobre alguna característica que se esté evaluando del producto como: cuál de las dos muestras es más dulce, más insípida, más dura o más ácida, etc.²²⁻²³.

2.3.4.2 Prueba dúo- trio

Para esta prueba se presenta a los panelistas tres muestras simultaneas, de las cuales una de ellas está marcada como muestra de referencia con la letra “R” y dos muestras codificadas, con números aleatorios como se indicó para la prueba de comparación de pares, de las cuales una de ellas es igual a la muestra patrón y la otra es diferente^{22,23}.

2.3.4.3 Prueba triangular

Esta prueba consiste en presentar a los panelistas simultáneamente tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales y una diferente. El panelista debe identificar la muestra diferente^{22,23}.



2.3.5 Análisis descriptivo

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor.^{22, 24}

2.3.5.1 Escala de categorías

La evaluación sensorial a través de escalas consiste en que los panelistas respondan a cada uno de los atributos sensoriales ubicando su valoración sobre una escala gráfica ancladas en los bordes. A través de esta prueba se puede evaluar el color, la intensidad de los sabores básicos, la viscosidad, la adhesividad, entre otras ²⁴. Debido a que los alimentos presentan diferentes cambios de color durante la postcosecha y conservación, se miden los parámetros de color a través de escalas estructuradas (en longitudes cm). O escalas múltiples de color. Lyon y col, 1988, determinaron una escala de color para los repollitos de Bruselas.²²

2.4 Pruebas orientadas al consumidor

Las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor ²⁵. Arrabal y Ciappini [2000]²⁶ señalan que estas pruebas deben realizarse exclusivamente con consumidores y no con evaluadores entrenados. Las consultas a consumidores, se manejan con un enfoque diferente al perfil sensorial descriptivo, pretendiendo estimar la respuesta de la población potencial de consumidores del producto respecto al gusto. El catador evalúa simplemente el grado de aceptabilidad del producto y su preferencia ²⁶.

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conocen como “pruebas cuantitativas de consumo” o “pruebas orientadas al consumidor” (POC), ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Existen tres dimensiones básicas en este tipo de investigación: a) sensorial o hedónica, b) conveniencia (facilidad para comprar, transportar, conservar, etc.), y, c) beneficios del producto relacionados con la salud ²⁵.

2.4.1 Prueba hedónica

La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos²⁷, aunque también existen variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos o la escala gráfica de cara sonriente que se utiliza generalmente con niños ²⁸. La escala de 9 puntos es una escala bipolar. Desde su invención en la década de 1940 ^{29,30} se ha utilizado extensamente en una amplia variedad de



productos y con un éxito considerable^{28, 31,32}. Es la prueba recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor.

2.4.2 Prueba de preferencia

Estas pruebas 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; también se utilizan frecuentemente para determinar la preferencia las pruebas de ordenamiento y de categorías²⁵.



3 Metodología

3.1 Análisis sensorial

3.1.1 Reclutamiento

El reclutamiento del panel de evaluación sensorial se realizó entre las personas que trabajan en la empresa fructilácteos.

3.1.2 Selección

Este proceso se inició con una clase teórica de 30 minutos, en la que se explicó la importancia de una evaluación sensorial, el funcionamiento de los sentidos y una breve explicación de las pruebas que se utilizarían en el proceso de selección. Posteriormente, se realizó cinco sesiones prácticas de 30 minutos cada una, donde se realizará cada uno de los test respectivos al proceso de selección. La prueba de detección incluyó pruebas de umbral para los gustos básicos, ordenamiento de intensidad de color, capacidad de discriminación.

3.1.3 Prueba pruebas orientadas al producto

Los test se realizaron de acuerdo a la norma GTC 232. Este proceso se realizó durante mes y medio en un horario de 10:00 a 11:30 am dos veces a la semana (miércoles y viernes) realizando los test presentados a continuación estos test.

3.1.3.1 Test de gusto básico

El test consistió en 10 soluciones con distintas concentraciones de soluto (ácido cítrico, sacarosa, cloruro de sodio y metálico). Se utilizó para su preparación una balanza analítica y cuatro matraces aforados para cada solución ³⁴. Las soluciones se prepararon según lo descrito en la Tabla 1 ³⁴ usando como solvente agua destilada.

Tabla 1. Concentración que se utilizó en la preparación del test de gustos básicos

Muestra	Gusto básico	Concentración	Muestra	Gusto básico	Concentración
1	Acido	1% C ₆ H ₈ O ₇	9	Dulce	12% C ₆ H ₁₂ O ₆
2	Acido	0,3% C ₆ H ₈ O ₇	10	Dulce	10% C ₆ H ₁₂ O ₆
3	Acido	0,15% C ₆ H ₈ O ₇	11	Dulce	0,5% C ₆ H ₁₂ O ₆
4	Acido	0,02% C ₆ H ₈ O ₇	12	Dulce	0,08% C ₆ H ₁₂ O ₆
5	Salado	15% NaCl	13	Metálico	0,10% FeSO ₄
6	Salado	5% NaCl	14	Metálico	0,05% FeSO ₄
7	Salado	1% NaCl	15	Metálico	0,03% FeSO ₄
8	Salado	0,05% NaCl	16	Metálico	0,02% FeSO ₄

Fuente: Jellinek G. 1985



3.1.3.2 Test de ordenamiento de color

Se prepararon las siguientes soluciones patrón: a) 5 gotas colorante negro + 500 ml agua destilada; b) 6 gotas colorante naranja + 500 ml agua destilada; y, c) 5 gotas colorantes E142 (verde ácido brillante) + 500 ml de agua destilada. De las soluciones patrón se prepararon 10 muestras de acuerdo a las diluciones señaladas en la Tabla 2 ³⁴, para cada color.

Tabla 2. Porcentaje de concentración de las disoluciones

Nº de disolución	Concentración	Nº de disolución	Concentración
1	55%	6	30%
2	50%	7	25%
3	45%	8	20%
4	40%	9	10%
5	35%	10	0

Fuente: Jellinek G. 1985

3.1.3.3 Test para reconocer olores

Para determinar la actitud de los panelistas en el reconocimiento e individualización de olores, se realizó una prueba de reconocimiento de los olores básicos que comúnmente se presentan en alimentos ³⁵ en concordancia con la norma colombiana NTC 4503 ³⁶. Se preparó 10 muestras ver Tabla 3 (Sustancias olorosa liquidas y solidas), se colocaron en frascos transparentes con tapa. El panelista indica que olores percibe (sustancia olorosa, característica de la muestra), destapando el tubo de ensayo y a la vez acercando la nariz y olfateando ligeramente, este procedimiento se repitió en las demás muestras

Tabla 3. Sustancias que se utilizó en el reconocimiento de olor

Nº de muestras	Material	Cantidad (g)
1	Clavos	5
2	Esencia de vainilla	5
3	Coco	5
4	Canela	5
5	Ajo	5

Fuente: Jellinek G. 1985

3.1.3.4 Análisis descriptivo

Esta prueba inicio con la presentación de los atributos que se le iba a evaluar al yogurt, con su respectiva definición Tabla 4, esta prueba se realizó por triplicado, esta consistió en que los panelistas probaban el yogur y lo ubicaban en la escala dependiendo del atributo que estuviera evaluando Figura 1.



Tabla 4. Atributos a evaluados

Atributos	Definición
Cremosidad	Sensación relacionada con un producto de textura suave, homogénea, de consistencia media y que se desintegra en la boca a velocidad media.
Suavidad	Colocar una cucharada el producto sobre la lengua y comprimirla contra el paladar para percibir la cantidad de gránulos o grumos.
Acidez	Intensidad de sabor ácido
Olor a leche	Intensidad del olor a leche
Dulzor	Intensidad del sabor dulce

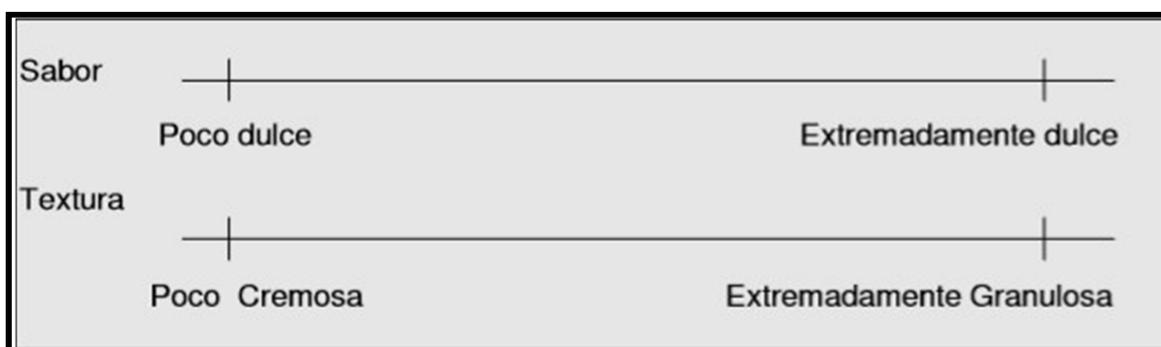


Figura 1. Escala para evaluar los atributos

3.1.3.5 Prueba dúo- trio

Este proceso se realizó basado a la GTC 165, Al panelista se le entregaron tres muestras una como referencia y las otras dos muestras codificadas, las cuales el panelista probó e identificó cuál de las muestras era igual a la referente.

3.2 Pruebas orientadas al consumidor

Este proceso se realizó en dos sitios diferentes en la universidad Santiago de Cali y en el municipio de candelaria, donde fueron encuestadas 80 personas, a estas se les entregó dos muestras de yogures previamente codificadas una con un yogurt comercial y la otra con el yogurt de la empresa fructilácteos los encuestados comían un pedazo de manzana verde al pasar de una muestra a la otra para así borrar los residuos que pudieran haber quedado en la lengua.

3.3 Análisis fisicoquímicos

pH. Se determinó por el método del potenciómetro ³⁷. Primero se calibró el potenciómetro hasta obtener un pH neutro, Seguidamente se introdujo en sensor en una muestra de 25ml de yogurt.



Acidez. Se determinó por el método de titulación por NaOH ³⁷, Se colocó 9 mL de yogurt en un vaso precipitado seguidamente se le adiciono 2 gotas de fenolftaleína al 1%. Después se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N hasta que Aparicio un color rosado que persistió de 15 segundos.

Solidos solubles. Expresados como °Bx, se determinaron con un refractómetro digital usando el método AOAC 932.12 ³⁸.

Capacidad de retención de agua del yogurt, expresada como sinéresis, se determinó con una centrífuga a 5000 rpm durante 20 min. Con este procedimiento el lacto suero se separó y se pesó.

Viscosidad. Se utilizó el viscosímetro a temperatura ambiente (22°C). El mejor ajuste se dio con el modelo de Herschel-Bulkley: $\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n$. En los resultados se reportaron el esfuerzo inicial (τ_0), el índice de consistencia (K) y el índice de fluidez (n).

Determinación de solidos totales. Se determinaron los sólidos totales por el método gravimétrico ³⁷. Primero se taró la balanza en relación a la capsula, Seguidamente se pesó 2 g de yogurt en la capsula. Después se metió a secar a 80°C por 12 horas en la estufa hasta obtener un peso constante, finalmente se pesó el residuo restante y se calculó el % de sólidos en relación a los 2 gramos de muestra.

Determinación de la densidad. Se Determinó la densidad por el método del picnómetro LBY ³⁷. Se Utilizó un picnómetro de 50 mL. Se pesó 50 mL de yogurt más el peso del picnómetro finalmente se procedió a tomar la medida de este peso, y luego se calculó la densidad siguiendo la relación siguiente.

$$\rho = \frac{\text{peso de la muestra} + \text{peso del picnómetro}}{\text{volumen del picnómetro}}$$

Ecuación 1

3.4 Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos utilizando instrumentos es decir para la parte fisicoquímica y los datos sensoriales se realizaron con (se realizará empleando software especializado Excel y SPSS v18. El conjunto de datos descriptivos se analizó inicialmente para los efectos globales significativos del producto, mediante el uso de un ANOVA de modelo mixto de 3 vías (jueces, muestras y repeticiones), con todas las interacciones bidireccionales con jueces tratados como aleatorios. Las diferencias individuales del producto se identificaron mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se calcularon las correlaciones entre las calificaciones medias de los atributos y las propiedades químicas, y se realizaron la PCA en las calificaciones de los atributos promedio que emplean la matriz de covarianza.



4 Resultados

4.1 Análisis fisicoquímicos

En la tabla 5 se muestran los valores de las propiedades fisicoquímicas del yogur griego frutilacteos, cabe aclarar que este yogur se realiza con leche de vaca, pues dependiendo del tipo de leche van a variar sus propiedades, en este caso, El pH y la acidez titulable (% ácido láctico) fueron 4,37 y 1,11; valores aceptables para comercialización; dado que los valores de acidez titulable están dentro del rango establecido por la norma NTP: 202.092⁴⁰. 2014, Schmidt et al. (2012)³⁸ señala que el rango de pH entre 4,0 y 4,4 se considera más cercano al ideal para yogur de leche de vaca, ya que el producto en este intervalo de pH no presenta un sabor demasiado amargo o agrio³⁹. Por otro lado, De acuerdo a lo reportado por Harper y Hall (1981) la densidad experimental de productos lácteos oscila entre 1.032 y 1.036, pero para este producto es menor la densidad siendo de 1.02 lo cual se le atribuye a características del proceso del filtrado de la base fermentada.

Al observar el porcentaje de humedad o contenido de sólidos totales, los valores obtenidos oscilan desde el 66.39 % de humedad hasta el 83.62 %, ⁴⁰ lo que nos indica que cumple con las especificaciones.

Para continuar, Un factor que influye en el aumento de la sinéresis es el desarrollo de la alta acidez, al igual que la agitación a temperaturas relativamente altas; la sinéresis en el yogurt también se ve afectada por la presencia de aditivos como pueden ser gomas y por la adición de minerales aumentando el porcentaje de sinéresis ⁴⁰

Los yogures griegos tienen un mayor porcentaje de sinéresis, así como un mayor porcentaje de acidez, lo que demuestra que la sinéresis aumenta conforme aumenta la acidez. Vélez y Barbosa (1997) mencionan que la sinéresis es considerada como un defecto en el yogurt, durante años se ha establecido que la combinación de buena firmeza sin sinéresis es esencial para obtener un yogurt de alta calidad⁴¹.

Tabla 5. Resultados de las propiedades fisicoquímicas

Propiedad		Valor	
	pH a 22,5°C	4,37	± 2,08,E-02
	Acidez (%A.L.)	1,11	± 1,53,E-04
	°Bx	1,34	± 1,62,E-03
	Densidad	1,02	± 0,00,E+00
	ST (%)	69,20	± 0,00,E+00
	Sinéresis (%)	43,87	± 5,86,E-01
Modelo Herschel-Bulkley	Índice de fluidez, n		0,81
	Índice de consistencia, k		0,18
	Esfuerzo inicial, τ_0 (mPa)		2,50



4.2 Reclutamiento, selección y entrenamiento

En el proceso de reclutamiento y selección se llevó a cabo de acuerdo a la guía colombiana GTC 245, a pesar que la norma dice que se debe reclutar el doble de las personas requeridas, es decir que cuando se realice la selección quede un grupo de 7 a 10 catadores, pero como la empresa donde se realizó es una empresa pequeña y no tenía la suficiente cantidad de las personas que decía la norma, se realizó con la totalidad de empleados la cual contaba solo con cinco personas.

Cabe señalar que se realizaron cuatro las pruebas que exige la GTC 245 para la selección del personal, a pesar que al final se entrenó la totalidad de jueces como se indicó anteriormente. Para identificar fácilmente a los jueces en las pruebas, éstos se ordenaron alfabéticamente según sus nombres y a cada uno de ellos se le asignó un número del 1 al 5 respectivamente. La primera de las cuatro pruebas que se realizó fue el test de gustos básicos el cual se realizó teniendo en cuenta la tabla 1 esta prueba se hizo con una concentración intermedia (ácido 0.3%, Salado 5%, Dulce 10% y metálico 0.05%), los aciertos fueron contados, graficados los cuales se exhiben en la Figura 2. Los porcentajes de aciertos de los 4 gustos básicos variaron entre un 20% y un 60%. Sólo el juez 2 logró obtener un 100% de aciertos, seguidos del juez 1 con un 80% de aciertos. El porcentaje más bajo (40%) lo obtuvo el juez 3, quien señaló en su ficha de respuesta que el 30% de las soluciones correspondían a agua. Esto hace pensar que las concentraciones de las soluciones estaban bajo el umbral de identificación de este juez. El promedio general del panel resultó ser de 66%.

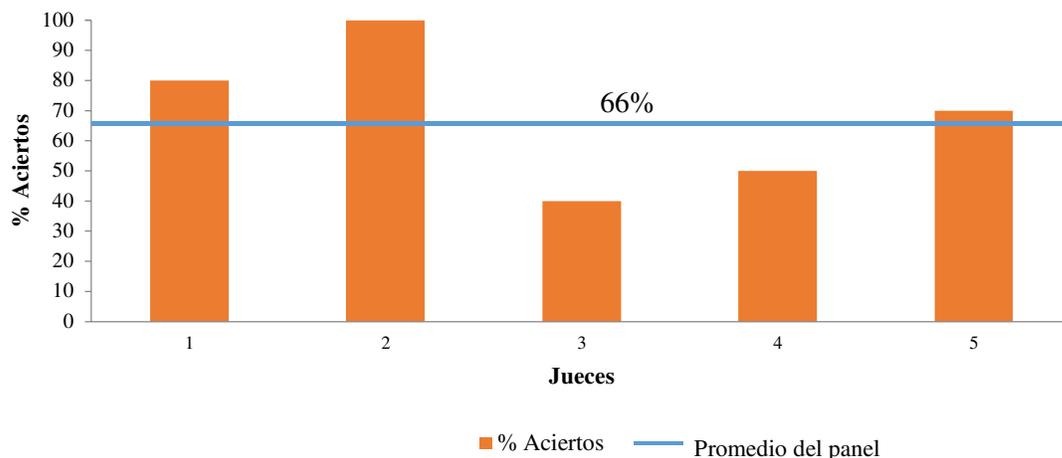


Figura 2. Numero de aciertos en el test de gustos básicos

En la segunda prueba se determinó el umbral de reconocimiento esta se realizó con base de la Tabla 2, usando las diferentes concentraciones de los gustos básicos utilizados los cuales



fueron ácido, salado, dulce y metálico, teniendo en cuenta esto se revelan los resultados en la Figura 3.

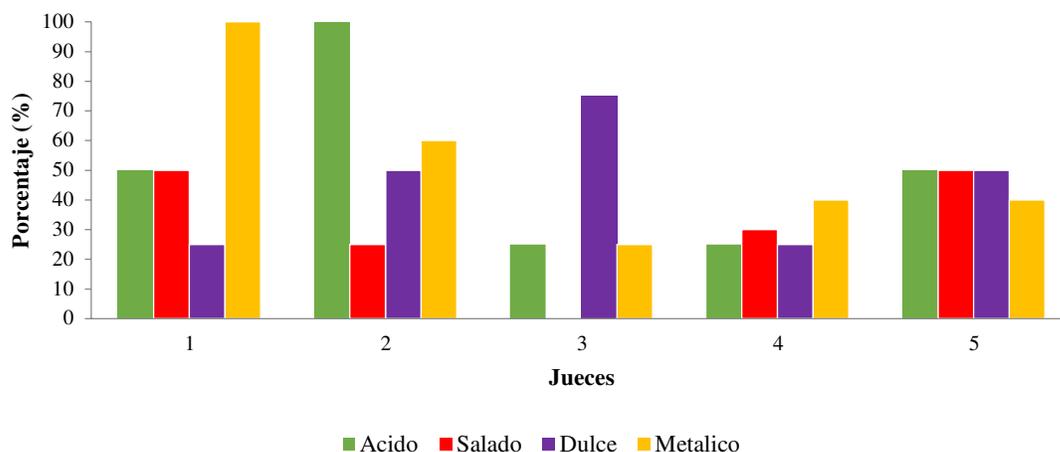


Figura 3. Conocimiento del umbral de reconocimiento de los panelistas

En la Figura 3, se puede identificar que tres de los cinco jueces obtuvieron un desempeño igual o mayor del 50% en el reconocimiento del umbral gusto dulce, de los cuales solo el número tres obtuvo un 75%. Para el caso del reconocimiento del umbral del gusto salado, dos de los cinco jueces obtuvieron sobre un 50% de desempeño en las soluciones. Sin embargo, el panelista tres que a pesar de tener la mayor cantidad de aciertos en el umbral dulce, no pudo identificar el sabor salado, lo que indica es que las concentraciones de las soluciones estaban por debajo de su umbral de reconocimiento, para el caso de la detección del umbral de gusto ácido, tres de los cinco obtuvieron un desempeño igual o más de 50% solo el número 2 de ellos alcanzó el 100% y por último en el umbral del gusto metálico solo dos pasaron el 50% siendo el número 1 capaz de alcanzar el 100% en dicho umbral. Al promediar por porcentajes de desempeño de los jueces es posible identificar que el 40% de los jueces obtuvieron un porcentaje igual o mayor al 50%.

El test de reconocimiento de umbral de gusto salado fue el que obtuvo un menor porcentaje de desempeño con respecto al gusto ácido y metálico, obteniendo como promedio un 39% de acuerdo a la Tabla 6.

Tabla 6. Porcentajes de aciertos en el umbral de reconocimiento por parte de los jueces

Jueces	Acido	Salado	Dulce	Metálico
1	50	50	25	100
2	100	25	50	60
3	25	0	75	25
4	25	30	25	40
5	50	50	50	40
Promedio	50	39	45	53



La tercera prueba que se realizó fue la prueba de ordenamiento de colores la cual se basó en la tabla 2 con base a eso se hizo el conteo y se evidenció en el Figura 4.

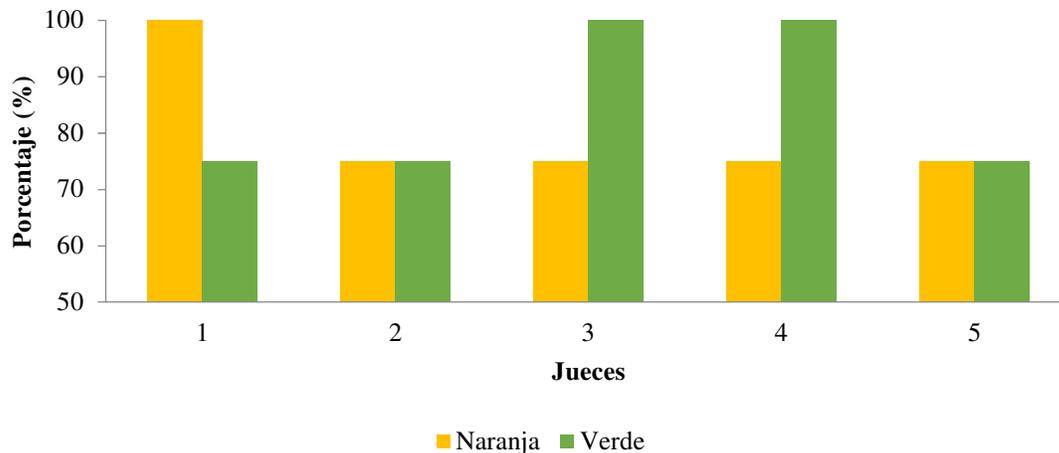


Figura 4. Prueba ordenamiento de color por parte del panelista

De acuerdo con el Figura 4 se muestra que para el ordenamiento del color naranja y verde todos los panelistas tuvieron un porcentaje mayor al 50% pero para el caso del color negro ninguno de los panelista lo pudo percibir pues lo confundieron con azul oscuro dando erróneas el ordenamiento de dicho color.

Y por último se realizó la prueba de reconocimiento de aromas la cual se realizó apoyada en la tabla 3, con esto se evidencio el porcentaje de aciertos en la Figura 5.

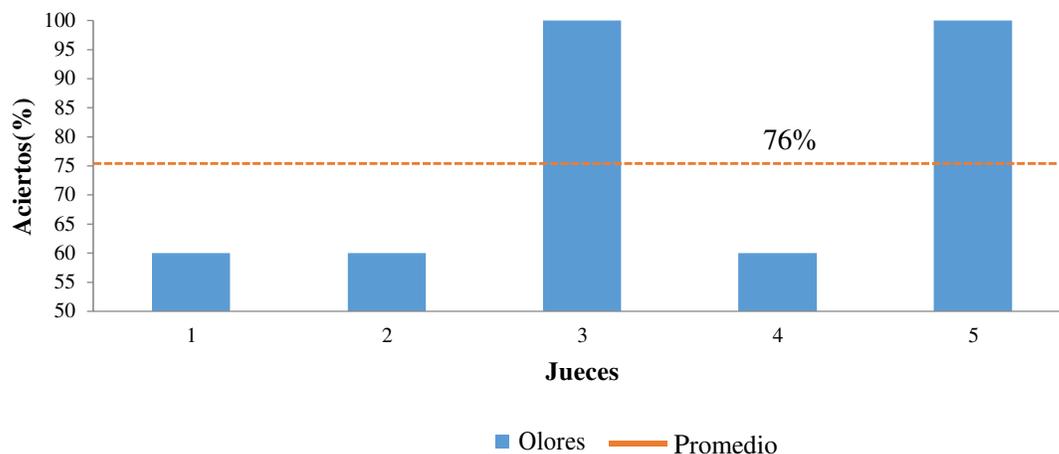


Figura 5. Porcentaje de aciertos de reconocimiento de olores



En la Figura 5 Se muestra que los porcentajes de olores oscilan entre 60% y 100% lo que indica que están por encima del 50%, así mismo, se observa que dos de los cinco jueces alcanzo el 100%, obteniendo un promedio del 76%.

Ahora bien, para el proceso de entrenamiento se desarrolló la prueba discriminante dúo trio. Se determinó dos tipos de hipótesis para el ensayo y los datos obtenidos por los jueces sensoriales se observan en la tabla 7. $\square 0$ = Los panelistas no encuentran diferencia entre el yogurt griego de la empresa fructilacteos y el yogurt griego comercial; y, $\square 1$ = Los panelistas encuentran diferencia entre el yogurt griego de la empresa fructilacteos y el yogurt griego comercial

Tabla 7. Resultados Dúo- trio

Panelista	Sec 1	Sec 2	Sec 3
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	0	1
4	1	0	1
5	1	1	0
Respuestas correctas	5	3	4
Respuestas incorrectas	0	1	1

1: acierto; 0: falla

Se obtuvo un total de 15 juicios, al consultar la tabla 8, se puede ver que para un nivel de significancia del 5% se requiere que 12 panelistas, por ende, la interpretación de estos resultados se hará con esa significancia

Tabla 8. Interpretación estadística de prueba dúo trio

Número de juicios	Nivel de significancia		
	5%	1%	0.1%
5	-	-	-
6	-	-	-
7	7	-	-
8	8	8	-
9	8	9	-
10	9	10	-
11	10	11	11
12	10	11	12
13	11	12	13
14	12	13	14
15	12	13	14

Fuente: Witting, (2001)

Por otro lado, La interpretación de los resultados se realizó mediante un método no paramétrico, conocido como chi-cuadrado⁴² y por una prueba dúo-trío el valor de $p=1/2$, ya que la probabilidad de que el catador escoja es de 1 en 2.



$$X_{exp^2} = \frac{([X_i - np] - 0,5)^2}{np(1 - p)} \text{ Ecuacion 2}$$

Dónde: X_i = Número de respuestas correctas. n = Total de ensayos realizados. p = Probabilidad máxima de respuestas debidas al azar. 0,5 = Factor de corrección, se aplica sólo para 1gl en el cual los resultados se consignan como aciertos o fallos. (95% de confianza)

$$X_{exp^2} = \frac{([12 - 15 \times 0,5] - 0,5)^2}{15 \times 0,5 (1 - 0,5)}$$

$$X_{exp^2} = 4.82$$

$$X_{tab^2} = 3.84$$

$$X_{exp^2} > X_{tab^2}$$

Los valores obtenidos mediante el método chi-cuadrado, nos demuestran que el X_{exp^2} es mayor al X_{tab^2} este valor se puede observar en la tabla 9, rechazándose la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%, concluyendo que los jueces encuentran diferentes las muestras. Por ser esta una prueba discriminativa y considerando que existe el 50% de posibilidades que los panelistas escojan la muestra correcta, se debe tener en cuenta cuales son discriminadores (panelistas que reconocen las diferencias y seleccionan la muestra correcta) y los no discriminadores (panelistas que adivinan y no identifican la diferencia).³⁹ Por tal motivo se aplicó la metodología de supuestos en cada secuencia, con las siguientes ecuaciones:

Tabla 9. Xhi- cuadrado

Grados de libertad	Niveles de significación			
	10%	5%	2.5%	1%
1	2.71	3.84	5.02	6.63
2	4.61	5.99	7.38	9.21
3	6.25	7.81	9.35	11.3
4	7.78	9.49	11.1	13.3
5	9.24	11.1	12.8	15.1

Fuente: (Witting, 2001)

- a) Ecuación 3: $N=D+XD$
- b) Ecuación 4: $C=D+1/2XD$
- c) Ecuación 5: $C=D+1/2(N-D)$

Donde: N : Número de panelistas = 5. C : Número de panelistas que contesta corretamente = 5. D : Número de discriminadores. XD : Número de no discriminadores ($XD=N-D$)



La ecuación 1 y 2 se despeja en función de D y se les compara:

$$\begin{aligned} D &= 5 - XD \text{ y } D = 5 - 1/2XD \\ 5 - XD &= 5 - 1/2XD \\ 5 - 5 &= XD - 1/2XD \\ 0 &= 1/2XD \\ XD &= 0 \end{aligned}$$

Para la primera secuencia realizada se tiene que 0 panelistas no discriminan. Para el cálculo de las personas que discriminan, se desarrolla la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} N &= D + XD \\ D &= 5 - 0 \\ D &= 5 \end{aligned}$$

El mismo procedimiento se realiza con las demás secuencias, obteniéndose los datos que se observan en la tabla 10.

Tabla 10. Resultado de personas discriminadoras y no discriminadoras en prueba dúo-trío

Secuencia	No discriminadores	Discriminadores
1	0	5
2	4	1
3	2	3
Promedio	2	3

De los panelistas que no discriminan, se debe tener en cuenta los que aciertan Correctamente y los que no, obteniéndose las siguientes ecuaciones:

d) Ecuación: $XD = \#P.A.C + \#P.A.I$

e) Ecuación: $\#P.A.C = C - D$

f) Ecuación: $\#P.A.I = XD - \#P.A.C$

Dónde: #P.A.C= Número de personas que aciertan correctamente. #P.A.I = Número de personas que aciertan incorrectamente. C= contestaron correctamente. D= Discriminadores

$$\begin{aligned} \text{e) } \#P.A.C &= C - D \\ \#P.A.C &= 5 - 5 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } \#P.A.I &= XD - \#P.A.C \\ \#P.A.I &= 0 - 0 = 0 \end{aligned}$$

Los datos de las demás secuencias se observan en la tabla 11.



Tabla 11. Resultado de personas que aciertan correctamente e incorrectamente

Secuencia	Adivinan correctamente	Adivinan incorrectamente
1	0	0
2	2	2
3	1	1
Promedio	1	1

Se concluye que en la prueba dúo-trío, el 60% de los jueces son discriminadores y el 40% no, en el cual dentro del grupo de personas que no discriminaron, se tiene que el 20% acertó correctamente y el otro 20% acertó incorrectamente.

4.3 Análisis del producto por panelistas semi entrenados

El análisis se realizó por triplicado, comparando el yogur griego fructilacteos (YGF) y el yogur comercial (YFC) en el cual se observa los resultados en la tabla 12 y 13 respectivamente, con las cuales se desarrolló un perfil sensorial de los yogures conociendo los atributos mayoritarios para cada uno .

Tabla 12. Descripción sensorial del yogurt griego de fructilacteos

YGF	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Promedio
Dulzor	3,53	3,97	4,20	2,17	3,10	3,39
Creмосidad	9,53	7,90	9,87	8,93	7,97	8,84
Suavidad	2,90	5,30	3,97	3,83	5,20	4,24
Acidez	6,67	4,13	8,00	8,07	8,60	7,09
Leche	4,30	3,83	4,10	4,37	5,90	4,50
Vainilla	4,85	2,10	2,05	0,30	6,25	3,11

En la Tabla 12 y 13 se observa que el atributo más sobresaliente para el YGF es la cremosidad seguido de la acidez, mientras que para YGC está el dulzor seguido de la Acidez estos atributos son atribuidos en su gran mayoría por el tipo de leche y de microorganismos que se utilizan a la hora de la fermentación,

Tabla 13. Descripción sensorial del yogurt griego comercial

YGC	Eva1	Eva2	Eva3	Eva4	Eva 5	Promedio
Creмосidad	4.9	5,0	4.90	4.80	3.90	4.7
Acidez	4.0	11,0	2.80	2.39	5.89	5.21
Suavidad	3.0	2.8	3.45	3.80	4.89	3.59
Dulzor	3.9	4.6	6.89	12.0	4.7	6.42
Leche	8.9	3.90	3.89	3.9	3.89	4.90
Vainilla	0.8	10.8	3.60	4.9	5.87	5.20

Por los microorganismos estos son muy selectivos lo que indica que depende de tu necesidad o del toque que le quieras dar al producto, es decir si lo quieres más o menos ácido o espesor⁴⁴.



Mientras que, por el lado de la leche, está más dirigida a la parte del sabor, ya que utilizada sea de vaca y cabra dependerá la cantidad de grasa, lactosa y proteínas que estarán presentes en este⁴⁴.

Comparando con la intensidad de las Tablas 12 y 13, se desarrolla el perfil sensorial observado en la figura 6

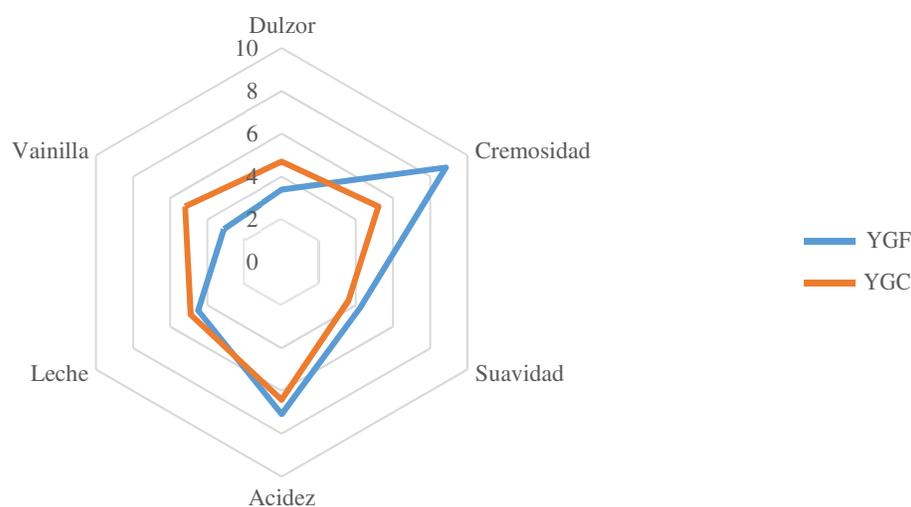


Figura 6. Comparación del perfil sensorial del YGF y YGC

En la Figura 6 se presentan los perfiles sensoriales para el YGF y el yogur griego comercial (YGC). La intensidad que más predomina en el yogurt es el atributo de cremosidad con un 58,9%, seguido del atributo de la acidez 47,3%.

La descripción de perfil de los panelistas demostró que las intensidades de los atributos de ambos yogures difieren entre sí. Dando como resultado que en el yogur fructilacteos, los atributos de Cremosidad y Acidez estén mayormente presente, mientras que los atributos que se encuentren de manera minoritaria son la suavidad y el olor a leche y las características que aparecen escasos son dulzor y olor a vainilla. En el yogur comercial, las propiedades más notables son el dulzor, olor a vainilla, acidez y por último de manera reducido la suavidad

4.3.1 Análisis del producto por consumidores

Este análisis se baso Según Ramírez-Navas (2012), se realizaron dos pruebas de consumo (preferencia y aceptación). La preferencia es una expresión de mayor grado de agrado⁴⁵. La aceptación es una experiencia caracterizada por una actitud positiva⁴⁶ Lugar y personal. Las evaluaciones sensoriales de las muestras de YCG y YGC fueron realizadas



por un panel de 80 consumidores no entrenados de ambos sexos. La edad del panel varió de 16 a 46 años.

Este encuesta se realizó en lugares diferentes primero se realizó en la universidad Santiago de Cali y fue finalizada en el municipio de candelaria. Basado en los datos recopilado, en la figura 7 se evidencia la preferencia global por parte de los consumidores, donde se obtuvo una preferencia por el yogur griego comercial con un 53% mientras que el yogur griego fructilacteos solo con un 48%.

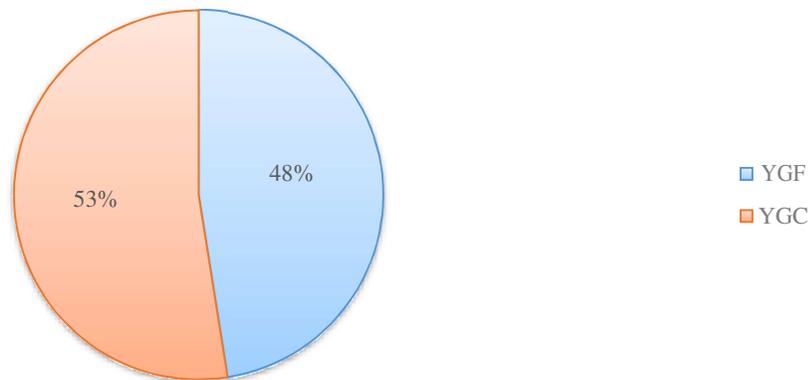


Figura 7. Preferencia global

En la figura 8 se presentan la preferencia por género, donde del 53% que obtuvo la muestra de YGC el 30% fue por hombres y solo el 23% de mujeres, mientras que por el lado de YGF del 48% de preferencia global, fue preferido en su mayoría por mujeres con un 30% y solo por los hombres un 18%.



Figura 8. Preferencia por género



La figura 9 muestra el porcentaje de participantes, de acuerdo con el estrato social (2 al 4), los cuales eligieron una muestra YCG o YGF. Primero, se observa que la muestra YGC fue preferida por el estrato 3 con un 30%, por otro lado el estrato 4 prefiere la muestra YGF con un 9%, para finalizar se observa que para el estrato 2 tuvo un porcentaje de preferencia por ambas muestras del 19%

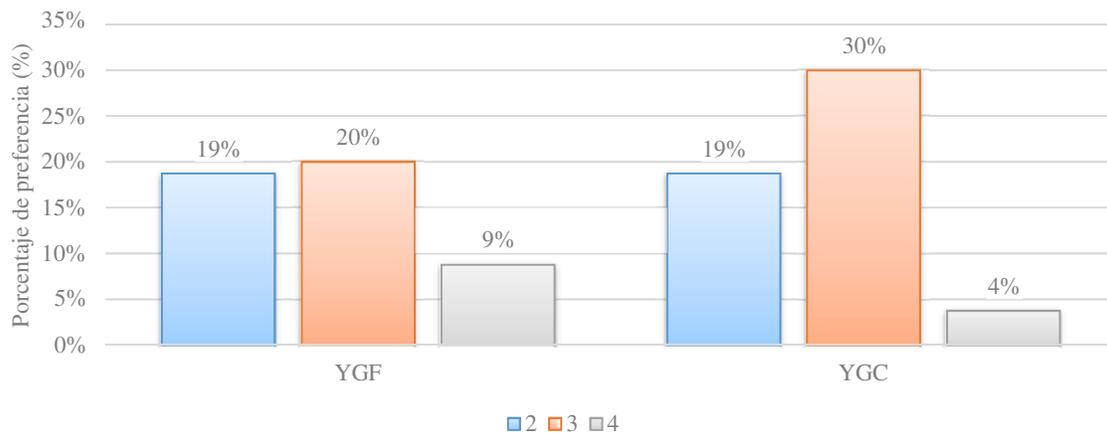


Figura 9. Preferencia por estrato

El grado de aceptación de las dos marcas registradas que fueron sometidas a evaluación sensorial en términos de olor, color y textura por parte de 80 consumidores (en la Universidad Santiago de Cali y en el municipio de Candelaria) utilizando escalas hedónicas de 9 puntos. En la Figura 10 se evidencia que los atributos color y textura difieren significativamente con un ($p > 0,0183$) y ($p > 0,2041$) respectivamente, mientras que el olor y el sabor se obtuvo un $p < 0,8946$ y ($p < 0,9093$) por lo tanto no difieren.

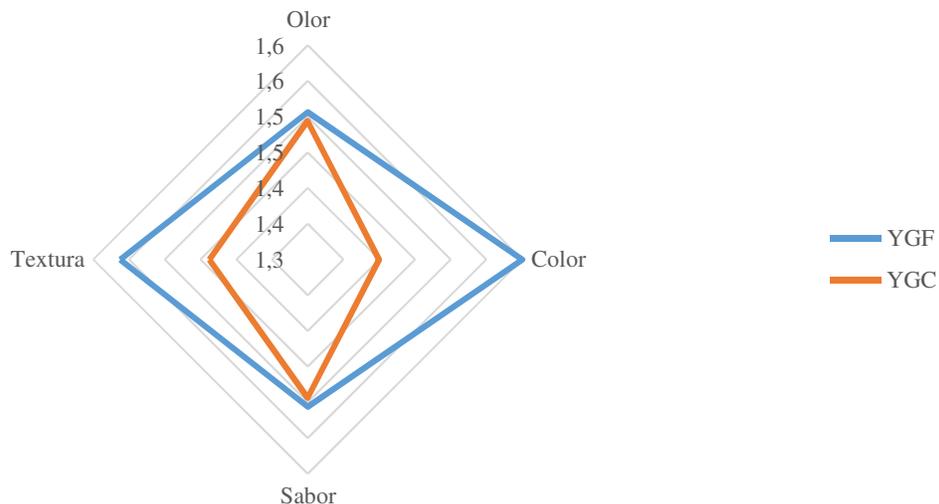


Figura 10. Rangos promedios



4.4 Identificación de Componentes principales

En la figura 11 muestra el resultado bidimensional del modelo de componentes principales ajustado para los datos de panel sensorial y consumidores, La representación vectorial de cada atributo, nos permite identificar rápidamente sus semejanzas y diferencias, tomando en cuenta que cada vector representa la magnitud, dirección y sentido del atributo. Sobre esta base, corresponde al gráfico Biplot de componentes principales F1 Y F2, que en conjunto representan un 100% de la varianza total, el gráfico representa las relaciones lineales entre las variables de los yogures, y los componentes principales. En el mapa bi-espacial podemos observar que los puntos representan los yogures y los vectores son los atributos.

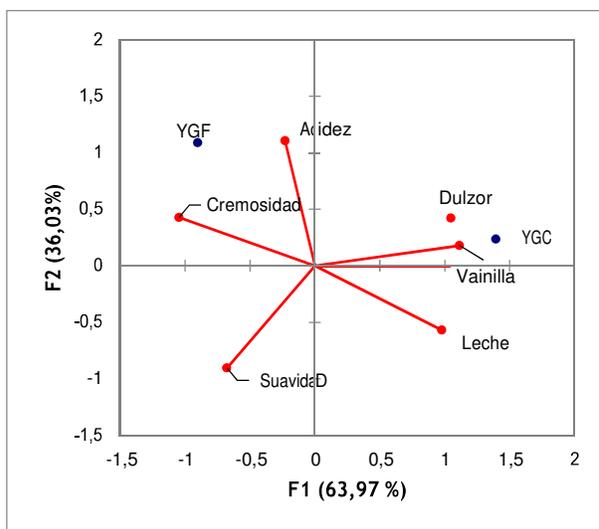


Figura 11. Biplot (ejes F1 and F2: 100%)

Para el yogur YGC según los ángulos trazados menores de 90° demuestran que existe una fuerte relación con los atributos “Dulzor y olor a vainilla” y con menor vinculación se ubica el “olor a leche”.

Finalmente, para el YGF tiene una fuerte relación con el atributo “acidez y cremosidad” y esto se determinó esto se debe a los ángulos agudos que forman, mientras que para el atributo “suavidad” tiene una correlación menor.



5 Conclusiones

En los análisis del producto se realizó la descripción sensorial del YGC Y YGF por parte del panel semientrenado se obtuvo que el YGF sobresale por el atributo cremosidad mientras que el yogurt comercial por el dulzor

A los jueces semientrenados se aplicó una prueba para analizar los parámetros discriminadores y esto se realizó por medio de la prueba dúo trio al YGF donde se obtuvo que el 60% de los jueces son discriminadores

En la elaboración del perfil sensorial en el yogurt griego de fructilacteos se obtuvo una cremosidad más sobresaliente que el atributo dulzor todo lo contrario al perfil sensorial obtenido en YGC.

En los análisis fisicoquímicos se obtuvo un porcentaje de sinéresis muy grande de 43.87% lo que se le atribuye al acidez presente en el yogurt ya que entre más ácido sea este más sinéresis va a presentar.

Se determinó que el consumidor femenino prefiere un yogurt griego cremoso y ácido, mientras que el consumidor masculino prefiere un producto con mayor dulzor y con olor a vainilla, es decir las mujeres prefieren un producto donde predomine la textura y el sabor mientras que el público masculino el sabor y el olor.

En la identificación de los componentes principales del YGC y YGF el cual se realizó por medio gráfico biodimensional llamado biplot se determinó que para YGC hay una relación fuerte entre dulzor y olor a vainilla mientras que para YGF la relación fuerte esta entre la cremosidad y la acidez.

6 Recomendaciones

Se sugiere a la empresa "FRUTILACTEOS DEL CAMPO." que finalizada la tesis, se continúe con el entrenamiento y aplicación de pruebas a los jueces sensorial, para que los mismos no pierdan las habilidades adquiridas anteriormente.



Bibliografía

- [1] Gonzalo-Diago, A., Dizy, M., & Fernández-Zurbano, P. (2013). Taste and mouthfeel properties of red wines proanthocyanidins and their relation to the chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 8861–8870.
- [2] Mondino, M., & Ferratto, J. (2006). El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. *Agromensajes*. ISSN., 1: 1669-8584.
- [3] McGhee, C.E.; Jones, J.O.; Park, Y.W. 2015. Evaluation of textural and sensory characteristics of three types of low-fat goat milk ice cream. *Small Ruminant Research* 123: 293-300
- [4] Ribeiro, A.C.; Ribeiro, S.D.A. 2010. Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research* 89: 225-233.
- [5] Hernandez, S. 2007. Tesis de nivel de licenciatura características bioquímicas y biológicas del yogurt adicionado con leche de soya. Universidad Autonoma Agraria Antonio Navarro. Buenavista. Saltillo Coahuila
- [6] Madrid, A. 1996. Curso de Industrias lácteas. Ediciones Mundi-prensa. 604 p
- [7] Blanco, S.; E. Pacheco Delahaye y N. Frágenas. 2006. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Rev. Fac. Agron.* 32: 131-144.
- [8] Tamine, A. y R. K. Robinson. 1991. Yogurt. Ciencia y tecnología. Editorial Acribia, Zaragoza. 189 p.
- [9] Salvador, A. y Fiszman, M. 2004. Evaluación de la textura y características sensoriales de yogurt durante el almacenamiento. *J. Dairy Sci.* 87:40664041.
- [10] Díaz Jiménez, B, Sosa Morales, M. y Vélez Ruiz F. 2004. Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt. *Revista mexicana de Ingeniería Química*, año/vol. 3, numero 003. Universidad autónoma metropolitana – Iztapalapa Distrito federal, México. p. 287 – 305.
- [11] Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., Elías, L. 1995. *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Ottawa, Canadá. 170p



- [12] Ochi, H., Naito, H., Iwatsuki, K., Bamba, T., & Fukusaki, E. (2012). Metabolomics-based component profiling of hard and semi-hard natural cheeses with gas chromatography/time-of-flight-mass spectrometry, and its application to sensory predictive modeling. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 113(6), 751- 758
- [13] Ribeiro, J. S., Augusto, F., Salva, T. J. G., Thomaziello, R. A., & Ferreira, M. M. C. (2013). Prediction of sensory properties of Brazilian Arabica roasted coffees by headspace solid phase microextraction-gas chromatography and partial least squares. *Analytica Chimica Acta*, 634(2), 172-179.
- [14] Schmidtke, L. M., Blackman, J. W., Clark, A. C., & Grant-Preece, P. (2013). Wine metabolomics: Objective measures of sensory properties of semillon from GC-MS profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- [15] Ebeler, S. E., & Thorngate, J. H. (2013). Wine chemistry and flavor: Looking into the crystal glass. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8098-8108.
- [16] JOZER, B. & KIRMACI, H.A. 2010. Quality attributes of yogurt and functional dairy products. In Yildiz, F., ed. *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. Taylor & Francis Group, Londres. p 229-259.
- [17] Anzaldúa-Morales A. 1994. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia, S.A. España. 220p.
- [18] Ureña, M., D`Arrigo, M., Girón, O. 1999. *Evaluación Sensorial de los Alimentos, Aplicación Didáctica*. Lima, Perú. 197p.
- [19] Anzaldúa, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia, S.A.]
- [20] Fermín, N., Venero, P., Conchado, D., Garcia, J., & Alvarez, C. (2009). Entrenamiento sensorial para la evaluación de la calidad de un jamón endiablado. *UDO Agrícola.*, 9:640-652.
- [21] Cordero, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. Curso de verano. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España.
- [22] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (1997). *Análisis sensorial: Guía general para selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores NTC 4129*, 1-27. Colombia.



- [23] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (2006). Análisis sensorial: metodología. Prueba Dúo – Trío NTC 3883, 5.Colombia.
- [24] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (1997). Análisis sensorial: Guía general para selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores NTC 4130, 1-15. Colombia.
- [25] WATTS, B.M., YLIMAKI, G.L., JEFFERY, L.E. Y ELIAS, L.G. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa, Ont., Canada: International Development Research Centre, 1989. 170 p.
- [26] ARRABAL, M.V. Y CIAPPINI, M.C. Prueba de aceptabilidad en miel. INVENIO, 2000, vol. 3, no. 4-5, p. 141-147.
- [27] DRAKE, M.A. Sensory analysis of dairy foods. Journal of Dairy Science, 2007, vol. 90, no. 11, p. 4925-4937
- [28] STONE, H. Y SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press, 2004. xiv, 377 p.
- [29] JONES, L.V., PERYAM, D.R. Y THURSTONE, L.L. Development of a scale for measuring soldiers' food preferences. Journal of Food Science, 1955, vol. 20, no. 5, p. 512-520.
- [30] PERYAM, D.R. Y HAYNES, J.G. Prediction of soldiers' food preferences by laboratory methods. Journal of Applied Psychology, Feb 1957, vol. 41, no. 1, p. 2-6
- [31] CLARK, S., COSTELLO, M., DRAKE, M. Y BODYFELT, F.W. The sensory evaluation of dairy products. 2nd ed. New York, NY: Springer, 2009. xv, 573 p.
- [32] SCHUTZ, H.G. Y CARDELLO, A.V. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. Journal of Sensory Studies, 2001, vol. 16, no. 2, p. 117-159.
- [33] GTC-232.(2012) análisis sensorial metodología. guía general para el establecimiento de un perfil sensorial. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
- [34] Jellinek G. 1985. Sensory Evaluation of food: theory and practice. England, VCH Verlagsgesellschaft



- [35] Castro JB, Ramanathan A, Chennubhotla CS. Categorical dimensions of human odor descriptor space revealed by non-negative matrix factorization. *PLoS One*. 2013;8(9):e73289.
- [36] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS (ICONTEC). 1998. Norma Técnica Colombiana (NTC 4503). Análisis Sensorial. Metodología iniciación y entrenamiento de evaluadores y reconocimiento de olores 12 p.
- [37] Gaviria, Blanca Cecilia. Manual de Procedimientos Microbiológicos en Leche y Derivados Lácteos. Ed. Merck, Colombia, 1980.
- [38] AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C
- [39] Rojas, W.; Chacón, A.; Pineda, M. 2007. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía Mesoamericana* 18(2): 221-237
- [40] INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual) - Perú. 2014. Norma Técnica Peruana. Leche y Productos Lácteos. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos. 5a. ed. NTP 202.092 2014.
- [41] Schimidt, C.A.P.; Pereira, C.; Dos Anjos, G.; Lucas, S. D. M. 2012. Formulação e avaliação sensorial hedônica de iogurte com polpa de Acerola. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia* 1 (5): 10-14.
- [42] Moneim, A.; Rania, M.; Zakaria, A. 2011. Effects of Storage on Quality of Yoghurt Prepared from Cows' and Goat's Milk and Pure Strains of Lactic Acid Bacteria. *Journal of Science and Technology* 12 (1): 136-143.
- [43] Witting, E. (2001). Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile: Universidad de Chile.
- [44] LITOPOULOU, E. 2012. Goat Milk Cheeses. In Hui, Y.H. & Ozgul, E., eds. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. 2ed. CRC Press, Boca Ratón. p285-308.
- [45] Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista Reciteia*, 12(1), 83-102
- [46] Hall Ellis, B. (1969). Acceptance and Consumer Preference Testing. *Journal of dairy science*, 52(6), 823-831. doi: 10.3168/jds.S00220302(69)86658-0



7 Anexos

7.1 Poster presentando resultados parciales

Poster presentado en el V Seminario Internacional de Investigaciones Agroindustriales, realizado en Guadalajara de Buga, 4-5 de octubre, 2018. En este evento se obtuvo el primer lugar.



V SEMINARIO INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIONES
AGROINDUSTRIALES





Correlación instrumental y sensorial de la calidad del yogurt griego de la empresa fructilacteos

María Camila Giraldo Erazo*, Juan Sebastián Ramirez-Navas
maria.giraldo14@usc.edu.co juan.navas00@usc.edu.co



INTRODUCCIÓN

METODOLOGIA

El yogurt es un producto que se consume por sus propiedades organolépticas y valor nutricional. Es uno de los alimentos lácteos más apetecidos del mundo. Se puede encontrar diversas presentaciones. En Colombia, actualmente, varias empresas están incursionando en la producción de yogurt griego, como una alternativa saludable, principalmente empresas artesanales^{1,2,3}.




RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la reclusión y selección del personal se realizó con todos los trabajadores de la planta la cuenta con 5 personas, se desarrolló una pruebas llama Dúo trio obteniendo como resultado la Tabla 1.

Panel.	Número de sesiones					
	4901	5008	4239	1006	8962	2015
1	x		x			x
2	x		x			x
3	x			x		x
4	x			x		x
5	x		x			x
Total	5	0	3	2	4	1

El número de respuestas correctas en las repeticiones es de 5 + 3 + 4 = 21. Entonces hay 12 respuestas correctas de un total de 15 juicios. Observando la Tabla 2 de significancia para dos muestras se tiene un nivel de probabilidad del 5%.

Número de juicios	Pruebas bilaterales* Nivel de probabilidad			Pruebas unilaterales* Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	-	-	-	5	-	-
6	-	-	-	6	-	-
7	7	-	-	7	7	-
8	8	8	-	8	8	-
9	9	9	-	9	9	-
10	10	10	-	10	10	10
11	10	11	11	10	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	11	13	11	11	13
14	12	13	14	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14

Por otro lado, en análisis fisicoquímico se realizó por triplicado a la muestra de yogurt el pH (Tabla 3), Acidez (Tabla 4), sólidos solubles (Tabla 5) y retención de agua (Tabla 6)

Muestras	pH
M1	4,39 a 21,7°C
M2	4,36 a 23,1°C
M3	4,35 a 22,9°C

Muestra	Acidez (Acido láctico)
M1	1,12%
M2	1,11%
M3	1,09%

Muestra	°Bx
M1	1,3443 a 27,8°C
M2	1,3415 a 27,4°C
M3	1,3414 a 26,9°C

Muestras	Sinéresis (%)
M1	44,1
M2	34,8
M3	41,7

Continuando se determino los solidos totales con la diferencia de peso hasta obtener un peso constante (ecuación 1), también se calculo la densidad con ayuda de un picnómetro de 50ml (ecuación 2).

$$ST = \frac{\text{Crisol con muestra} - \text{crisol solo}}{\text{crisol solo} - \text{peso contante}} * 100$$

$$ST = \frac{17,3312g - 16,3495}{16,3495 - 14,9119} * 100 = 69,20\%$$

Ecuación 1

$$\rho = \frac{p}{V} = \frac{52,1005g}{50ml} = 1,02201 g/ml$$

Ecuación 2

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

Los resultados del análisis fisicoquímico fueron los esperados pues están dentro de las especificaciones del yogurt griego.

En la parte sensorial la parte de sensorial la prueba de Dúo trio se obtuvo un resultado optimo pues se tuvo un nivel de probabilidad del 5%.

- Gonzalo-Diogo, A., Dizy, M., & Fernández-Zurbano, P. (2013). J Agri & Food Chem, 61:8861-8870.
- McGhee, C.E.; Jones, J.O.; Park, Y.W. 2015. Small Ruminant Res. 123:293-300.
- Ribeiro, A.C.; Ribeiro, S.D.A. 2010. Small Ruminant Res. 89:225-233.






Grupo GIEMA, Química, Universidad Santiago de Cali . Cali, Valle del Cauca, Colombia.