



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación.

**AUTOR**

González Vargas, Carlos Alfredo

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TUTOR**

Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M.Sc.

**Guayaquil, Ecuador**

**13 de Septiembre de 2016**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **González Vargas, Carlos Alfredo** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios**.

**TUTOR**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M.Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D.**

**Guayaquil, a los 13 días de Septiembre de 2016**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Carlos Alfredo González Vargas**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “**Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación**” previo a la obtención del Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL CON CONCENTRACIÓN EN AGRONEGOCIOS**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 13 días de Septiembre de 2016**

**EL AUTOR**

---

**González Vargas, Carlos Alfredo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **González Vargas, Carlos Alfredo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **“Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 13 días de Septiembre de 2016**

**EL AUTOR**

---

**González Vargas, Carlos Alfredo**



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación**”, presentada por el estudiante **González Vargas Carlos Alfredo**, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">TESIS CARLOS.docx</a> (D21291449)
Presentado	2016-08-03 06:46 (-05:00)
Presentado por	carleto_gonzalez@hotmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.arkund.com
Mensaje	[TITULACION2016A] <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	<b>0%</b> de esta aprox. 21 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2016  
Certifican,

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.**

Director Carreras Agropecuarias

UCSG-FETD

---

**Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.**

Revisor - URKUND

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría iniciar agradeciendo a Dios, por brindarme la oportunidad de existir y por darme las bendiciones que me han permitido llegar a estas instancias de la vida.

A mis padres, Alfredo y Carlota, por ser los pilares de mi vida, por ser ejemplo de trabajo, honestidad y perseverancia, valores con los que se ha forjado mi personalidad, por su apoyo incondicional, cariño y orientación que me han brindado desde que vine a este mundo.

A mi hermanito, Gabriel, por darme gran parte de los motivos para esforzarme y ser mejor cada día, por su apoyo, por los momentos compartidos, por contagiarme del espíritu de buscar siempre la excelencia.

A mi tía, Clara Vargas, por todo el apoyo que incondicionalmente me brindó y me permitió superar una etapa muy desafiante de la vida, con ello, aprendí el significado de la solidaridad y de la humildad.

A mis abuelitos René, Ángel y Lolita, por haberme inculcado los valores para ser una persona de bien y por guiar mis pasos desde el cielo; a mi abuelita Mariana por ser ejemplo de lucha y superación, por su apoyo y cariño durante toda mi vida hasta la actualidad.

A todos mis profesores, desde el Jardín Abdón Calderón, la Escuela Cascante, el Colegio Mariscal Sucre, la Universidad Católica y otras instituciones a las que he pertenecido, por dedicar sus esfuerzos a la formación de ciudadanos de bien y formarnos para ser profesionales éticos, por transmitirme sus conocimientos que en conjunto me han permitido llegar a estas instancias de mi vida académica; entre mis maestros, un agradecimiento especial a Sr. Euclides Cascante, al Ing. Pericles Bayas, al Ing. Julio Bohórquez, al Ing. Victor Hugo Calderón, al Lic. Luis Pazmiño, al Ing. Jorge Velásquez, a la Dra. Ema Moreno, al Dr. Dédime Campos por ser ejemplo siempre de excelencia académica.

A mi tutor y maestro, el Ing. Victor Chero, por su gran apoyo y ser mi mentor en los procesos de gestión de la calidad que son los fundamentos del presente trabajo.

A mis amigos: David Sánchez, Carlos Avilés, Stephanie Romero, Adriana Borja, Kevin Aguayo, Ailyn Nieto, Lenin Arroyo, Fernando Gómez, Fernando Alba, María Alejandra García, Raquel Villacrés, Cristina Scaldaferrri por compartir los buenos momentos y muchas alegrías, pero sobre todo, por estar siempre presentes brindándome su apoyo durante los momentos duros.

¡Gracias de corazón!



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M.Sc.**  
TUTOR

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Jorge Velásquez Rivera, M. Sc.**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Chero Alvarado, Víctor Egbert, M.Sc.**

**TUTOR**



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1. Objetivos.....	18
1.1.1. General.....	18
1.1.2. Específicos.....	18
1.2. Hipótesis.....	18
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1. La evaluación sensorial de los alimentos.....	19
2.2. La percepción sensorial.....	20
2.3. Finalidad de la percepción sensorial.....	20
2.4. Diferentes tipos de Test Sensorial.....	22
2.5. Los Sentidos.....	24
2.5.1. La vista.....	25
2.5.2. El olfato.....	26
2.5.3. El gusto.....	28
2.5.4. El tacto.....	31
2.5.5. El oído.....	33
2.6. El Flavor.....	34
2.7. El Panel de Evaluación Sensorial.....	34
2.8. Selección de Jueces.....	35
2.8.1. Selección de Jueces analíticos.....	36
2.8.1.1. Preselección.....	37
2.8.1.2. Selección.....	38
2.9. Entrenamiento.....	43
2.10. Comprobación.....	43
2.11. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo.....	44
2.12. La Almendra.....	45
2.13. Industrialización de la almendra.....	47
2.14. Tostado de las almendras.....	49
2.15. Proceso de fabricación de bebida de almendra.....	50
2.16. Aseguramiento de la calidad de los alimentos.....	52
2.16.1. Análisis físicos y químicos.....	54
2.16.2. Evaluaciones de materias primas.....	56
2.16.3. Evaluaciones de productos terminados.....	62
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>65</b>

3.1.	Localización del ensayo .....	65
3.2.	Características Climáticas.....	66
3.3.	Equipos y materiales .....	66
3.3.1.	Equipos .....	66
3.3.2.	Materiales.....	67
3.4.	Caracterización de materias primas .....	68
3.4.1.	Almendra .....	68
3.4.2.	Agua purificada .....	69
3.4.3.	Azúcar blanca .....	70
3.4.4.	Stevia.....	71
3.4.5.	Sorbato de potasio .....	72
3.4.6.	Goma Xanthan .....	72
3.5.	Factores estudiados .....	73
3.6.	Tratamientos estudiados .....	73
3.7.	Combinaciones de tratamientos.....	73
3.10.	Variables Evaluadas.....	75
3.10.1.	Variables Cuantitativas.....	75
3.10.2.	Variables Cualitativas.....	75
3.11.	Manejo del ensayo .....	76
3.11.1.	Análisis físicos químicos .....	76
3.11.2.	Análisis Sensorial .....	77
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>78</b>
4.1.	Análisis Físicos – Químicos .....	78
4.1.1.	Potencial de Hidrógeno (pH) de la bebida .....	78
4.1.2.	Acidez Titulable de la bebida de Almendras .....	80
4.1.3.	Sólidos solubles de la bebida de Almendras.....	82
4.2.	Análisis Sensorial .....	84
4.2.1.	Análisis cuantitativo descriptivo .....	84
4.2.2.	Análisis sensorial afectivo o de preferencia. ....	88
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
5.1.	Conclusiones .....	90
5.2.	Recomendaciones.....	91
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>92</b>

## **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales tipos de test sensorial	24
Tabla 2. Umbrales mínimos para la percepción de sabores básicos	29
Tabla 3. Valores mínimos de habilidad discriminativa.	40
Tabla 4. Valores nutricionales de la almendra entera.	46
Tabla 5. Requisitos físicos y químicos de la almendra.	57
Tabla 6. Requisitos microbiológicos de la almendra.	57
Tabla 7. Requisitos físicos y químicos del agua purificada.	58
Tabla 8. Requisitos microbiológicos del agua purificada.	58
Tabla 9. Requisitos físicos y químicos del azúcar.	59
Tabla 10. Requisitos microbiológicos del azúcar.	60
Tabla 11. Niveles de aditivos permitidos para bebidas y refrescos.	60
Tabla 12. Requisitos físicos y químicos de la stevia en polvo.	61
Tabla 13. Requisitos físicos y químicos del sorbato de potasio.	61
Tabla 14. Requisitos físicos y químicos de la goma xanthan.	61
Tabla 15. Requisitos microbiológicos de la goma xanthan.	63
Tabla 16. Requisitos físicos y químicos de las bebidas no carbonatadas.	63
Tabla 17. Niveles de contaminantes aceptados para bebidas.	64
Tabla 18. Requisitos microbiológicos de bebidas no carbonatadas.	68
Tabla 19. Resultados de análisis físicos y químicos de la almendra.	69
Tabla 20. Resultados de análisis microbiológico aplicado a la almendra.	70
Tabla 21. Resultados de análisis físicos y químicos del agua.	70
Tabla 22. Resultados de análisis microbiológicos del agua.	71
Tabla 23. Resultados de análisis físicos y químicos del azúcar blanco.	71
Tabla 24. Resultados de análisis microbiológicos del azúcar blanco.	71
Tabla 25. Resultados de análisis físico químico de stevia en polvo.	72

Tabla 26. Resultados de análisis físicos/ químicos de sorbato de potasio.	72
Tabla 27. Resultados de análisis físicos/ químicos de goma xanthan.	73
Tabla 28. Resultados microbiológicos de la goma xanthan.	74
Tabla 29. Combinaciones de tratamientos.	74
Tabla 30. Análisis de la varianza con grados de libertad.	79
Tabla 31. Análisis de la varianza variable pH.	79
Tabla 32. Comparación de promedios de pH.	81
Tabla 33. Análisis de la varianza de acidez titulable.	81
Tabla 34. Comparación de promedios de acidez titulable.	83
Tabla 35. Análisis de la varianza de sólidos solubles.	83
Tabla 36. Comparación de promedios de sólidos solubles.	84
Tabla 37. Promedios de atributos sensoriales generados en QDA.	86
Tabla 38. Variaciones del test QDA testigo vs. T3E3.	86
Tabla 39. Resultados del test de Preferencia	89

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Sensograma.	24
Gráfico 2. Espectro de luz visible al ojo humano.	25
Gráfico 3. Diagrama de recepción de estímulos olfativos.	27
Gráfico 4. Regiones gustativas de la lengua.	29
Gráfico 5. Estructura del oído humano.	34
Gráfico 6. Diagrama del análisis secuencial de la selección de jueces.	42
Gráfico 7. Procesos poscosecha de la almendra.	51
Gráfico 8. Proceso de fabricación de pasta y bebida de almendra.	52
Gráfico 9. Localización de la planta de procesamiento.	65
Gráfico 10. Localización del estudio de calidad.	66
Gráfico 11. Perfilamientos sensoriales para los tratamientos.	85
Gráfico 12. Comparativo del perfilamiento sensorial del testigo vs. Tratamientos.	87
Gráfico 13. Valoración de atributos importantes	87
Gráfico 14. Valoración de atributos no deseables	88
Gráfico 15. Proporciones de preferencia de acuerdo a test.	89

## RESUMEN

El análisis sensorial en los alimentos es un instrumento utilizado para determinar los diferentes atributos perceptibles con los órganos de los sentidos; este proceso permite establecer el perfil sensorial de un producto, en esta investigación se aplicó dicho análisis para establecer el perfil sensorial de una bebida de almendras fabricada bajo dos variantes: tiempo de tostado de las semillas y dosis de edulcorante, estas variaciones permitieron mejorar el perfil en tres atributos específicos: aroma, sabor y sabor residual a almendras, el perfil se determinó como resultado estadístico de varias sesiones en la que panelistas generaron datos sensoriales cuantitativos del producto. Aplicar variaciones en el proceso puede generar cambios tanto en las características sensoriales, como en los parámetros físico-químicos de las bebidas: pH, acidez titulable y sólidos solubles, estas variables se evaluaron y no se encontraron diferencias significativas respecto al testigo. En esta investigación se logró determinar un perfil con atributos de característicos de la almendra más intensos, sin alterar significativamente los lineamientos físico-químicos de calidad mandatorios por la legislación de Ecuador.

**Palabras Clave:** Análisis sensorial, Almendras, Tostado, Stevia, pH, Acidez titulable, Sólidos solubles.

## ABSTRACT

The sensory analysis on food is an instrument used to define the different perceptible attributes with the sense organs; this process enable to establish the sensory profile of a product, in this investigation the mentioned analysis buckled down to set the sensory profile of an almond drink manufactured under two variants: seed roasting time & dose of sweetener, these variations allowed to obtain a better profile in three specific attributes: almond characteristic aroma, flavor and aftertaste, the profile was determined as the statistical result of several sessions in wich panelists generated sensory quantitative data of the product. Apply variations in the manufacturing process may generate changes in the sensory and in the physiochemical characteristics of beverages: pH, titratable acidity and soluble solids, these variants were evaluated and no significant difference was found respect the witness. In this investigation a sensory profile with more intense almond characteristic could be defined, without altering significantly the mandatory physiochemical parameters by ecuadorian legislation.

**Key words:** Sensory analysis, Almonds, Roasting, Stevia, pH, Titratable acidity, Soluble solids.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria, el control de la calidad de los productos agroindustriales es un proceso mandatorio en todos los países del mundo donde se fabrican y comercializan alimentos procesados.

Entre estas prácticas existe la calidad sensorial, que establece y evalúa los perfiles organolépticos de cada producto, permitiendo tener homogeneidad sensorial entre diferentes lotes de producción, es decir, conseguir un perfil que permite estandarizar el proceso de fabricación.

Encontrar cualquier desperfecto perceptible con los sentidos: la vista, el olfato, el gusto, oído y tacto, es aplicable tanto para las materias primas que se utilizan en el procesamiento, como para los productos terminados.

La evaluación sensorial es una práctica fundamental para la liberación comercial de producciones de alimentos asegurando de esta manera que se ofrece un producto ajustado al perfil o especificación que se pretende vender y con esto se crea en los consumidores una memoria sensorial sobre la marca.

En el Ecuador ésta práctica es realizada en muchas grandes industrias, sin embargo, al no ser mandatorio no es una herramienta que se aplique en



micro emprendimientos e incluso medianas industrias, lo cual implica desviaciones en sus producciones.

La metodología para evaluar todos los productos es diferente, debido a las distintas características que pueden presentar; para establecer el perfil sensorial de un producto en específico es necesario conocer las características fisicoquímicas del producto como tal y las características de las materias primas con las que se fabrica.

En Ecuador existe una bebida que ha tenido aceptación en el mercado, a pesar de haberse introducido al mercado local recientemente, es la “Bebida de almendras” de la cual no existe fabricación industrial local actualmente, las ventas masivas por parte de los supermercados son de marcas importadas principalmente de Estados Unidos, sin embargo, hay varios microemprendimientos que están encaminados a aumentar su proceso de producción a escala industrial, como es el caso de “Better Nutrition EC”, misma que se dedica desde el 2013 a la fabricación artesanal de la bebida.

En esta investigación se aplicaron variaciones en el proceso productivo de la bebida para mejorar el perfil sensorial, principalmente de los atributos de aroma y sabor sin alterar significativamente sus propiedades físico químicas.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Desarrollar un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras artesanal considerando la incidencia en parámetros físico-químicos generados por variaciones en el proceso de producción.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Caracterizar las materias primas con las que se fabrica la bebida de almendras y evaluar sus requisitos.
- Aplicar tres variaciones en el tiempo de tostado de las almendras.
- Suministrar tres niveles de dosificación de stevia en sustitución de sacarosa en la bebida.
- Evaluar las variaciones de las características de calidad fisicoquímica de la bebida producida bajo los tratamientos aplicados.
- Realizar el análisis sensorial cuantitativo descriptivo (QDA) de los tratamientos aplicados para obtener los perfiles.
- Realizar análisis discriminativo del tratamiento que presente mejor perfil.

## **1.2. Hipótesis**

Las variaciones de tiempo de tostado de los granos de almendra y la dosis de Stevia como edulcorante en el proceso incrementan el atributo de “aroma, sabor y sabor residual a almendra” en la bebida sin alterar significativamente las propiedades físico-químicas del producto terminado.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. La evaluación sensorial de los alimentos**

Se define como: Una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a productos que son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, tacto, gusto y oído (Stone y Sidel, 2004).

Según Barda (2012) la evaluación sensorial consiste en un proceso normalizado que se realiza a través de los órganos de los sentidos; estos análisis evaluativos utilizan técnicas específicas y estandarizadas, para reducir al mínimo posible la subjetividad de los resultados.

Hernández (2005) declara que la evaluación sensorial debe basarse en la Psicofísica, que comprende la relación entre los estímulos específicos y la respuesta que dan las personas ante ellos.

La evaluación sensorial comprende un grupo de técnicas para la medición precisa de las percepciones y respuestas humanas ante alimentos y minimiza variaciones de información en cuanto a las características sensoriales que influyen sobre la identidad de las marcas para los consumidores (Lawless y Heymann, 2010).

Es una ciencia cuantitativa, en la que se recopilan datos numéricos para establecer relaciones legales y específicas entre las características del producto y la percepción humana (Lawless y Heymann, 2010).

## **2.2. La percepción sensorial**

La percepción sensorial se define como la interpretación de la sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial; la capacidad de la mente para atribuir información sensorial respecto a un objeto externo a medida que lo produce<sup>1</sup>.

La percepción de cualquier estímulo, sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información captada por los órganos de los sentidos, también conocidos como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información para enviarla al cerebro y éste genera una respuesta a la sensación, de acuerdo a la duración, intensidad y calidad del estímulo (Hernández, 2005).

Los datos generados por observadores humanos, con frecuencia varían, estas variaciones dependen de factores como el humor y la motivación de los participantes al momento del test, su sensibilidad fisiológica innata a las estimulaciones sensoriales y su memoria sensorial y familiaridad con productos similares al que se esté evaluando (Stone y Sidel, 2004).

## **2.3. Finalidad de la percepción sensorial**

Dando enfoque a la industria de alimentos, la importancia de la evaluación sensorial se asienta principalmente en algunos aspectos como:

---

<sup>1</sup> Carpenter, Roland. Análisis sensorial en el desarrollo y control de calidad de los alimentos.

- Control en el proceso de producción: el cambio de algún componente en la receta, el cambio de la proporción en la formulación, la modificación de alguna variable del proceso, la modificación de alguna máquina o la implementación de una nueva, pueden generar variaciones en el perfil sensorial del producto terminado, por ello es crítico aplicar evaluaciones.
- El análisis se debe realizar en cada una de las materias primas que entran en su proceso, a los semielaborados e incluso a los materiales de empaque. Esto permite darle seguimiento al proceso de fabricación e identificar en qué etapa tuvo desviaciones que puedan afectar a las características sensoriales del producto terminado.
- Determinación de vida útil (TVU) del producto: la evaluación sensorial es un pilar fundamental para establecer el TVU, pues permite estandarizar las condiciones en las que debe estar el producto al comercializarse y que a consecuencia de estas no hayan variaciones, el perfil sensorial se debe mantener hasta que el producto es consumido, bajo este criterio se establece el TVU y las condiciones de transporte y almacenamiento de alimentos.
- Memoria sensorial del consumidor: Los consumidores asocian el perfil sensorial de un producto con su marca y esto genera un nivel de aceptación o rechazo, lo cual es muy importante estandarizar para el éxito comercial de la marca (Hernández, 2005).

#### **2.4. Diferentes tipos de Test Sensorial.**

La evaluación sensorial actual comprende un grupo de técnicas de medición con trayectoria histórica que se han utilizado en la industria y en la investigación académica, el principal enfoque de cualquier evaluación sensorial es asegurar que el tipo de método sea el adecuado para responder las interrogantes que se han planteado sobre el perfil del producto, por ello, los tipos de test se clasifican de acuerdo a su propósito primario y su uso más válido (Lawless y Heymann, 2010).

Se usan actualmente tres tipos de test, cada uno con un diferente objetivo y cada uno usa participantes seleccionados con diferentes criterios. El test sensorial más simple se enfoca en responder la existencia de cualquier diferencia perceptible entre dos tipos de productos, este test se denomina discriminativo o procedimiento de diferenciación simple, el cual a su vez tiene varias subclases; el análisis está basado en estadísticas de frecuencias y proporciones (Ramírez, 2012).

De los resultados del test se infieren diferencias basadas en las proporciones de personas quienes fueron capaces de escoger el producto variante entre un grupo de productos similares, el ejemplo más clásico de esta evaluación discriminativa es el test triangular, el cual consiste en escoger una de tres muestras la cual se perciba con diferencias respecto a las otras dos. Este test permite filtrar a los jueces por su capacidad

discriminativa, es decir nos permite evidenciar que poseen habilidades de discriminación sensorial suficientes (Ramírez, 2012).

Los test discriminativos generalmente llevan entre 25 y 40 panelistas que han sido seleccionados por su precisión sensorial a las diferencias de productos con los productos comunes (Meilgaard, Vance, y Carr, 2007).

Otro tipo de test discriminativo es el test Dúo- Trío, este consiste en proporcionar una muestra de referencia a los panelistas y adicionalmente dos o tres muestras al azar, el panelista debe indicar cuál de las muestras al azar es igual o similar a la referencia (Meilgaard et al., 2007).

El último tipo de test discriminativo es la comparación de pares, en esta se plantean preguntas subjetivas, como por ejemplo: ¿Cuál muestra te parece más dulce?, o ¿Cuál presenta aroma ácido más intenso?, los panelistas deben degustar ambas muestras y enfocarse en responder la pregunta planteada previa al ejercicio (Ramírez, 2012).

**Tabla 1.** Principales tipos de test sensorial.

Clase de Test	Pregunta de interés	Tipo de Test	Características de los panelistas
Discriminativo	¿Los productos son perceptiblemente diferentes en algún sentido?	Analítico	Sirve como filtro para la agudeza sensorial de los panelistas, panelistas entrenados.
Descriptivo	¿Cómo los productos difieren en características sensoriales específicas?	Analítico	Sirve como filtro para la agudeza sensorial de los panelistas, con entrenamiento medio a alto.
Afectivo	¿Qué tan agradable le parece el producto? O ¿Cuál producto prefiere?	Hedónico	Sirve como filtro para productos, panelistas sin entrenamiento

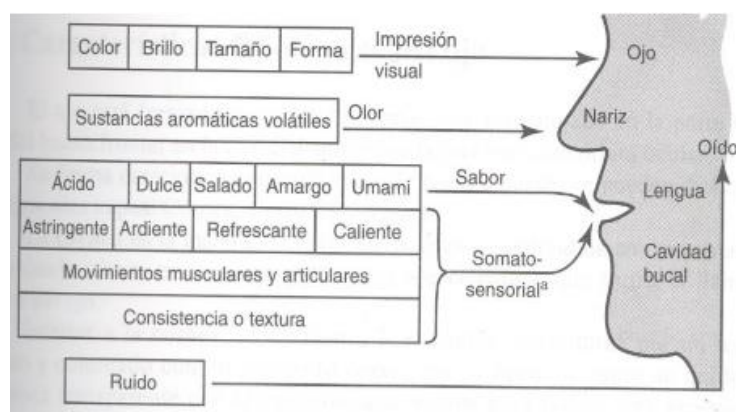
Elaborado por: Autor

Fuente: Lawless y Heymann, 2010

## 2.5. Los Sentidos

Son los medios fisiológicos que tiene el ser humano para percibir y detectar el ambiente que lo rodea<sup>2</sup>, Aristóteles clasificó por primera vez en 330 a.C. a los 5 sentidos que tradicionalmente se conocen y que utilizan para la evaluación sensorial: El gusto, el olfato, la vista, el tacto y el oído.

**Gráfico 1.** Sensograma



**Fuente:** Sancho, Botta, y de Castro, 2002

<sup>2</sup> Clark y Costello: The Sensory Evaluation of dairy products.

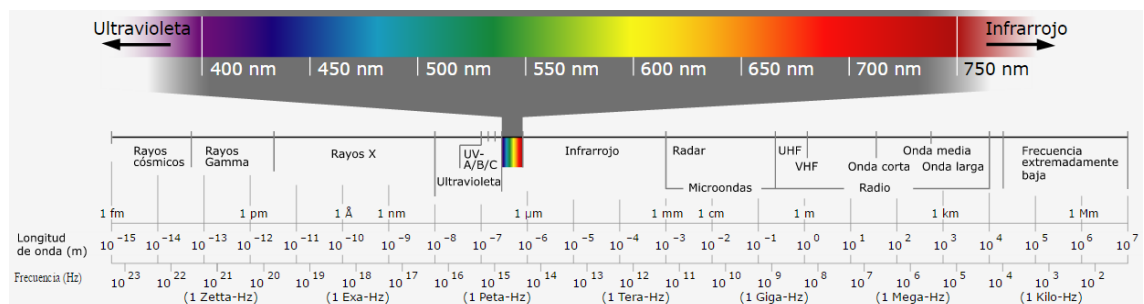


Según su capacidad perceptiva, los órganos de los sentidos se clasifican en: Físicos, como la vista, el oído y el tacto; químicos, como el gusto y el olfato (Hernández, 2005).

### 2.5.1. La vista.

La vista se ejerce con los ojos, los cuales cuentan con células fotorreceptoras sensibles a diferentes longitudes de ondas de luz<sup>3</sup> del llamado “espectro visible” que van sobre el espectro ultravioleta, con longitudes de onda desde 390 nanómetros (nm) hasta por debajo del espectro infrarrojo 750 nm según Newton (1704), algunas personas entrenadas pueden superar ligeramente estos límites.

**Gráfico 2.** Espectro de luz visible para el ojo humano con sus respectivas longitudes de onda.



Fuente: UNAM, 2008

A través de este sentido podemos percibir las propiedades externas de los alimentos, principalmente el color, también se perciben otras propiedades tales como la apariencia, forma, superficie, tamaño, brillo, uniformidad y textura (Hernández, 2005).

<sup>3</sup> Hernández, E. Evaluación sensorial de alimentos.

Ocasionalmente los colores se relacionan y asocian con los sabores, esto se debe a la experiencia y memoria sensorial de cada individuo. La vista es la primera impresión que un consumidor tiene con un alimento (Barda, 2012).

#### **2.5.1.1. La carta Pantone de colores.**

El “Pantone Matching System” conocido globalmente como “Pantone” es un sistema de definición cromática, identificación, comparación y comunicación del color empleado en diferentes tipos de industrias (Pantone, 2016).

El sistema se basa en una paleta o gama de colores denominadas las “Guías Pantone” las cuales consisten en un gran número de tarjetas pequeñas de papel estucado que llevan muestras de color debidamente identificadas y organizadas de acuerdo a tonos y diferentes grados de iluminación, al identificar un color en específico del “Pantone” con su código, es posible reproducirlo y aplicarlo (Eiseman, 2006).

#### **2.5.2. El olfato.**

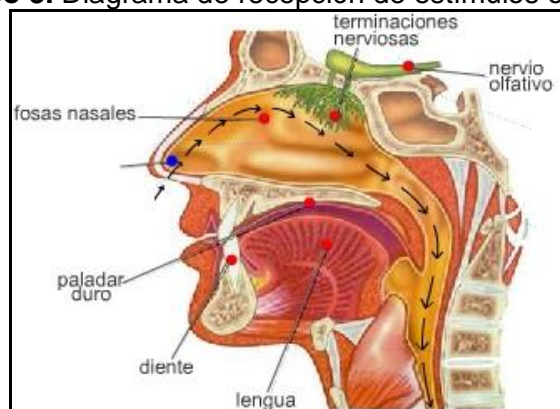
Es el sentido utilizado por la nariz, permite detectar presencia de sustancias gaseosas a las que atribuimos los olores. Las estructuras quimiorreceptoras se encuentran en la membrana olfatoria, en la parte superior de las fosas nasales, estas constan de tres grupos de células: de sostén, olfatorias y basales; las células olfatorias son receptoras nerviosas

ante estímulos químicos provocados por los vapores y gases inhalados (Hernández, 2005).

Existen siete tipos de células olfatorias, especializadas en la detección de un tipo de molécula, ante esta capacidad se han clasificado los olores primarios: Alcanforados, almizclado, floral, mentolados, etéreo, picantes y pútridos (Costell, 2005).

Existe fatiga de las células quimiorreceptoras, luego de un largo período percibiendo un mismo olor deja de emitir impulsos nerviosos respecto a éste; sin embargo, al percibir otro tipo de olor primario, las otras células trabajan normalmente y emiten las señales de alerta inmediatamente (Lawless et al. 2010).

**Gráfico 3.** Diagrama de recepción de estímulos olfativos.



Fuente: Gómez, 2012

El olfato percibe el olor y el aroma, el primero se refiere a los vapores desprendidos por los alimentos y que son inhalados por la nariz, el aroma se refiere a la percepción de sustancias volátiles luego de colocar el alimento en la boca (Hernández, 2005).

Las sensaciones percibidas por el sentido del olfato pueden ser subjetivamente agradables o desagradables dependiendo de la memoria sensorial del individuo<sup>4</sup>.

### **2.5.3. El gusto.**

El gusto reside en la lengua y la cavidad bucal, la lengua es un órgano musculoso y para el interés del análisis sensorial el estudio fisiológico se enfoca en sus funciones: gustativa para sabor y deglutiva para tacto. Toda la superficie superior de la lengua se encuentra cubierta de una mucosa y en esta están localizadas las papilas gustativas, que son los receptores químicos a estímulos de sabores (Wittig, 2001).

Existen cuatro tipos de papilas, siendo las calciformes y las fungiformes las que tienen una función gustativa, se sitúan en la punta, los bordes y el dorso de la lengua; el resto de papilas (filiformes y foliadas) permiten percibir temperatura y cambios de textura del alimento (Hernández, 2005).

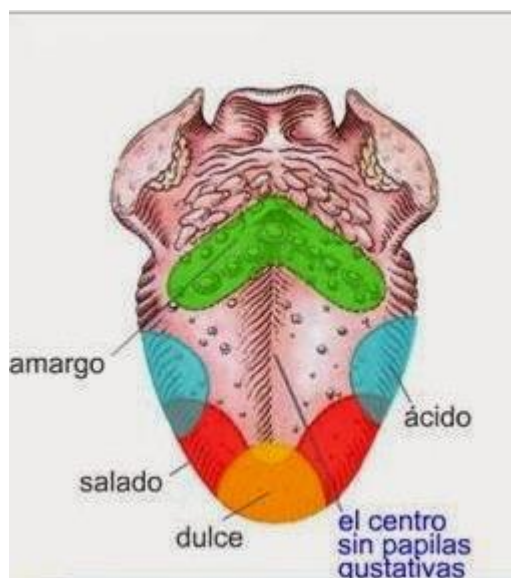
Por definición existen cuatro sensaciones de sabor básicas: ácido, salado, dulce y amargo; el resto de sensaciones son el producto de la mezcla de estas cuatro en diferentes proporciones, para que una sustancia pueda generar estímulo gustativo debe ser un líquido o un sólido soluble en saliva; los sabores básicos tienen una concentración máxima de agrado, en un experimento llevado a cabo por Engell (1928) se estableció que el

---

<sup>4</sup> Gómez, E.: Seminario de ciencias naturales: 3º ESO. Wisdom School Madrid.

100 % de los jueces encontraron agradable un solución de agua con glucosa al 9 % (para sabor dulce), 66 % describieron como agradable la solución al 0.28 % de ácido tartárico (para sabor ácido), 54 % describió como agradable la solución al 2 % de cloruro de sodio (para sabor salado) y solo el 24 % consideró aceptable la solución al 0.0007 % de sulfato de quinina (para sabor amargo), estos umbrales se emplean como base para determinar la capacidad discriminativa de panelistas no entrenados (Wittig, 2001).

**Gráfico 4.** Regiones gustativas de la lengua



Fuente: Calderón, 2011

**Tabla 2.** Umbrales mínimos para percepción de sabores

Gusto	Compuesto Químico	Concentración
Dulce	Sacarosa	10000 p.p.m.
Salado	Cloruro de Sodio	5000 p.p.m.
Acido	Ácido Cítrico	100 p.p.m.
Amargo	Quinina	1 p.p.m.

Elaborado por: Autor

Fuente: Wittig, 2001

La sensibilidad de los umbrales es afectada por varias condiciones tales como: pureza de los compuestos utilizados, orden de ingestión de las muestras, hora del test, estado de hambre, tipo de dieta ingerida por el panelista, edades, temperaturas a las que se entregan las muestras, entre muchas otras (Costell, 2005).

#### **2.5.3.1. Intensidad relativa.**

Cada sabor tiene una intensidad que depende del medio en el cual se degusta. Si nos basamos en soluciones acuosas con azúcares, la intensidad del dulzor dependerá de la naturaleza química del edulcorante solamente. La metodología para determinar la intensidad consiste en entregar a los panelistas muestras de soluciones en pares y formularles la pregunta: “¿Cuál de las dos soluciones tiene el sabor más intenso?”. Las parejas de soluciones se preparan siempre dejando fija la concentración de una de ellas que es la intensidad del sabor que se desea determinar si los panelistas pueden percibir (Olivas, Nevárez, y Gastélum, 2009).

Por ejemplo: se quiere determinar que concentración de sucralosa equivale a una concentración de sacarosa al 7 % (A), para ello se preparan intuitivamente variaciones de concentraciones del endulzante en prueba, que para este ejemplo puede ir desde el 0.007 % de sucralosa (B) hasta el 0.03 % (C) y se entregan las muestras en pares, es decir, A con B (1) y A con C (2), con esto los panelistas emitirán un juicio discriminativo en el que podemos registrar si el par # 1 o par # 2 tuvieron un sabor similar o no.

Al considerarse las respuestas de todos los jueces, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$X = S - \left[ \frac{P(S - s)}{n} \right]$$

Donde:

**X:** Concentración de Sucralosa equivalente a sacarosa al 7 %

**S:** Concentración máxima de sucralosa

**s:** Concentración mínima de sucralosa

**P:** Sumatoria porcentual de respuestas favorables a la similitud de la sucralosa

**n:** Sumatoria porcentual de los jueces

Con el resultado de esta fórmula podemos estimar en qué medida una sustancia A tiene igual poder de sabor, en este caso endulzante, que la otra sustancia B. posterior a esto, se debe realizar test descriptivo para asegurar el resultado (Costell y Durán, 1991).

#### **2.5.4. El tacto.**

El sentido del tacto y los receptores táctiles nos brindan información sobre la textura, el peso, la forma, la temperatura y la consistencia del alimento. Los receptores táctiles se encuentran en toda la superficie externa del cuerpo, para el interés de la evaluación sensorial de alimentos, nos enfocaremos en los de las manos y la boca. Los receptores bucales son muy sensibles y discriminan partículas de hasta 20 micras para estimar una textura granulosa, los receptores kinestésicos de la mandíbula y los dientes

captan la consistencia o textura del alimento. La sensibilidad depende de la temperatura: a menor temperatura, la sensibilidad disminuye (Wittig, 2001).

Las sensaciones kinestésicas comprenden a los exámenes táctiles, por ejemplo: la verificación de la madurez de las frutas, carnes o quesos ejerciendo algo de presión con las yemas de los dedos, estas percepciones pueden ser factor determinante para que el consumidor acepte o rechace un alimento (Barda, 2012).

#### **2.5.4.1. La textura.**

Es el conjunto de percepciones que permiten evaluar las características físicas de un alimento por medio de la piel y músculos sensitivos de la calidad bucal, excluyendo las sensaciones de temperatura y dolor (Hernández, 2005).

También se puede definir como la percepción de características mecánicas (producto de la presión ejercida por los dientes, lengua y paladar), características geométricas (Intrínsecas del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes<sup>5</sup>.

Las características de textura pueden ser captadas por la yema de los dedos: firmeza, suavidad o jugosidad; por los receptores bucales: masticabilidad, fibrosidad, grumosidad, harinosidad, adhesividad, sedosidad (Wittig, 2001).

---

<sup>5</sup> Szczesniak. 1984. Psicología de las Percepciones humanas.



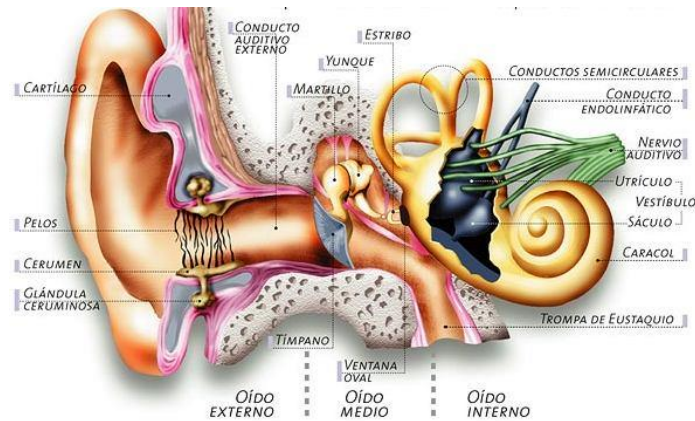
### **2.5.5. El oído.**

El ruido o sonidos que se producen al masticar o palpar muchos alimentos son una característica muy apreciada por los consumidores para una gran variedad de productos, por ejemplo, se espera que las manzanas, las peras y las lechugas sean crujientes al masticar, así como las hojuelas de maíz; las bebidas gaseosas y el champagne que sean burbujeantes, la cerveza espumosa, por ello es importante considerar al oído como un sentido clave para la percepción sensorial de un alimento (Ramírez, 2012).

El oído externo percibe vibraciones acústicas a través del aire que son llevadas al tímpano, subsecuentemente las transmite a tres huesecillos que están conectados a la ventana oval que es el límite entre el oído medio e interno, una vez llegan las vibraciones al oído interno pasa a un canal inserto en el hueso temporal, este canal consta de una membrana basilar, la cual al percibir los movimientos vibratorios del sonido entrante, estimula a las células ciliadas que son las encargadas de enviar el impulso nervioso al cerebro y así podamos interpretar las vibraciones del aire como un sonido característico (Wittig, 2001).

Estas vibraciones pueden ser medidas: la amplitud sonora se mide en decibeles (Db) y la frecuencia en Hertz (Hz). El umbral de percepción del oído humano van en frecuencias de entre 30 a 15000 Hz. Los ejercicios de audición en cuanto al análisis sensorial son tres: Detección, discriminación e identificación del estímulo sonoro (Barda, 2012).

## Gráfico 5. Estructura del oído humano



Fuente: Hernández, 2005

## El Flavor

Se define al Flavor como el conjunto de percepciones olfato-gustativas, táctiles y quinesféticos que permiten a una persona identificar un alimento y establecer un criterio sensorial a varios niveles de aceptación o rechazo. Es el resultado de la combinación de los estímulos del olfato y el gusto durante una degustación, la percepción del sabor depende también de los estímulos táctiles y térmicos del alimento (Almela, Jordán, Martínez, Sotomayor y Bedia, 2009).

### 2.6. El Panel de Evaluación Sensorial

La realización de evaluaciones y análisis sensorial implica la utilización de grupos de personas; la validez y precisión de los resultados de un test sensorial depende en gran medida de: el tamaño, características, entrenamiento previo y funcionamiento de estos grupos evaluadores que forman el panel de evaluación sensorial (Costell y Durán, 1991).

En las industrias alimentarias quienes degustan los productos son panelistas entrenados y lo hacen bajo condiciones de laboratorio, sin influencia de ciertos factores como: precio, contenido calórico o utilidad práctica del alimento, esto puede ser causa de desviaciones en los resultados del test ya que no representan al consumidor promedio; por ello existen dos tipos de panelistas sensoriales, según sus características y formas de actuación: Catadores no entrenados, público en general quienes están destinados a realizar pruebas de aceptación y preferencia y los Catadores entrenados, quienes realizan pruebas discriminativas y descriptivas (Wittig, 2001).

## **2.7. Selección de Jueces**

Se necesitan varios tipos de jueces para establecer el perfil sensorial de un alimento, en primer lugar: El consumidor, se necesita principalmente para estudiar el grado de aceptación o preferencia de un producto en un nicho de mercado específico y para obtener información para relacionar determinados aspectos o características del alimento con su aceptabilidad.

La única condición para la selección del tipo de jueces “consumidor” es que debe ser el tipo de consumidores al que está destinado el producto, por ejemplo, si se quiere evaluar la aceptación una bebida hidratante se debe seleccionar consumidores en gimnasios o centros deportivos; para determinar la aceptación de un producto hay que considerar que los panelistas no son personas entrenadas en evaluación sensorial y se debe tomar un número elevado ( $N > 1000$ ) para evitar sesgos en los datos

obtenidos cuya interpretación es de tipo sociológico y comercial (Cross, Moen y Sanfield, 1978).

Para evaluar la relación de las características de un alimento con su aceptabilidad, se recurre a grupos de catadores más reducidos ( $100 < N < 200$ ) utilizando información orientativa sobre el alimento.

Para facilitar y agilizar, se aplica un modelo establecido por Golovnja, Jakoleva, Tesnokova, Mantveeva y Borisov (1981), el cual deja como criterios de selección la sensibilidad absoluta y diferencial de los cuatro sabores fundamentales y los umbrales de detección correspondientes, con esta metodología se seleccionan 88 jueces de un grupo de 102 candidatos y se considera que la opinión del grupo seleccionado y no entrenado sobre el sabor de un producto es la representativa del consumidor medio.

Se considera que la opinión de entre 80 y 100 jueces seleccionados por criterios lógicos y que no han sido entrenados, puede aportar datos útiles sobre la aceptabilidad del producto (Costell y Durán, 1991).

### **2.7.1. Selección de Jueces analíticos.**

Existen dos tipos de jueces analíticos, los de nivel de entrenamiento medio, quienes hacen pruebas discriminativas o descriptivas con fines tecnológicos y de control de calidad; y los muy entrenados, capaces de realizar pruebas descriptivas especiales, como un análisis descriptivo

cuantitativo por ejemplo, u otros análisis sensoriales que requieren precisión y reproducibilidad.

Según Costell y Durán (1991) la selección de los dos tipos de jueces analíticos se puede hacer por el mismo método, difiere el grado de exigencia y la intensidad del entrenamiento. La formación del grupo de jueces analíticos tiene 4 etapas:

1. Preselección
2. Selección
3. Adiestramiento
4. Comprobación

#### **2.7.1.1. Preselección.**

Esta etapa la realiza el director del panel sensorial con entrevistas personales a los candidatos, las condiciones fisiológicas y sociológicas no son de mayor influencia en esta etapa, pues, en concepto cualquier persona puede realizar esta actividad. Algunos factores como la edad, sexo y hábitos (como fumar) se consideran secundarios respecto a otro como son el interés personal, la disponibilidad y la salud (Zook y Wessman, 2004).

Durante la entrevista, el director deber explicar las características de las funciones del potencial panelista y el tiempo que le va a ocupar, también debe estimar el grado de interés y motivación del candidato, la disponibilidad de tiempo real, la estabilidad de su personalidad y muy importante: la

capacidad para expresar de forma concreta y objetiva sus sensaciones (Cross et al., 1978).

#### **2.7.1.2. Selección.**

La selección debe hacerse a partir de un número de candidatos 2 veces mayor al necesario para formar el grupo con el propósito de tener más posibilidades de elegir personas más sensibles y a los de mayor capacidad discriminativa. Para ello y por practicidad, se pueden utilizar las pruebas de test triangular y las de escalas de intervalo (A.S.T.M, 1996).

Selección por pruebas discriminativas: La prueba triangular es una de las más óptimas por su sencillez, facilidad de realización y objetividad de los resultados, lo que la hace recomendable para seleccionar jueces que realizarán pruebas descriptivas específicas (Zook y Wessman, 2004). Pero esta no aporta información sobre la capacidad de los candidatos.

Existe un número variable de repeticiones de test triangulares para establecer, ya que depende de las características de las muestras y de los candidatos, (Wittes y Turk, 1968) establecen que cinco pruebas triangulares son suficientes, la (A.S.T.M, 1996) recomienda realizar un mínimo de diez.

Indiferentemente del número de repeticiones que se realice, es preciso aplicar la mitad de ellas para diferentes pares de muestras (A y B), ya que es recomendable aplicar cada muestra dos veces, de tal manera que

aparezca sola (BBA) y duplicada (BAA) para evitar desviaciones en los resultados.

La selección de jueces se apoya en los resultados de los test triangulares, existen algunos criterios, tales como:

- a) Porcentaje de aciertos: Para aplicar este caso, deben de haberse hecho mínimo 20 pruebas, y el número de aciertos no debe ser menor al 80 % (A.S.T.M, 1996).
  
- b) Comparación de habilidad discriminativa: este método fue propuesto por (Wittes y Turk, 1968) para disminuir las repeticiones en las pruebas, permite elegir el número de candidatos necesarios en cada caso en función del cálculo de la capacidad discriminativa de cada juez.

Aplica la siguiente Tabla:

**Tabla 3.** Valores mínimos de la habilidad discriminativa para distintos niveles de probabilidad y diferente número (N) de pruebas triangulares.

N1	Niveles de probabilidad						
	25	20	10	5	1	0.75	0.1
1	-	-	-	-	-	-	-
2	2	2	2	-	-	-	-
3	2	2	3	3	-	-	-
4	3	3	3	4	4	4	-
5	3	3	3	4	5	5	5
6	3	3	4	4	5	5	6
7	3	3	4	4	7	6	7
8	3	3	4	5	8	6	7
9	3	4	4	5	8	6	7
10	3	4	4	6	8	7	7
11	4	4	5	6	7	7	8
12	4	4	5	6	7	7	8
13	4	4	5	6	7	8	8
14	4	4	5	6	7	8	9
15	4	4	5	6	7	8	9
16	4	4	5	6	8	8	9
17	4	4	5	6	8	8	10
18	4	5	6	6	8	9	10
19	4	5	6	7	8	9	10
20	4	5	6	7	9	9	10

Realizado por: Autor

Fuente: Basker, 1976



Con esta tabla, podemos plantear la forma:

$$N_4 = N_2 - N_3$$

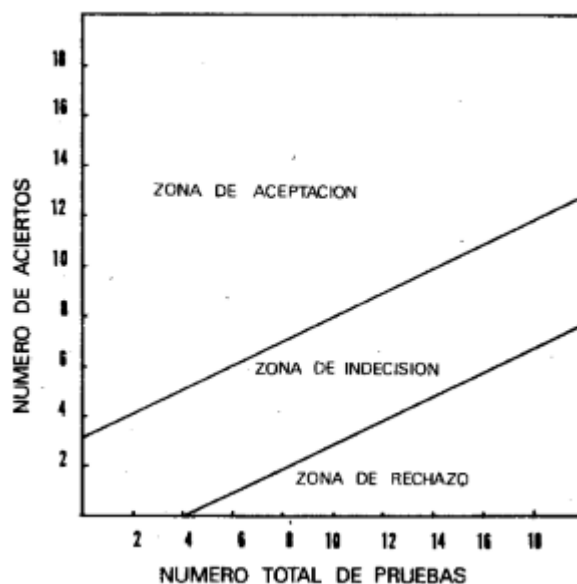
Dónde:  $N_2$  es el número total de aciertos del juez con mayor poder discriminatorio y  $N_3$  es el número de aciertos del juez considerado. El valor  $N_4$  permite establecer para cada candidato si su poder discriminatorio difiere significativamente del poder discriminatorio del juez con mayor número de aciertos (Basker, 1976).

Esta tabla compila los valores mínimos de  $N_4$  necesarios para establecer diferencias significativas a distintos niveles de probabilidad y para un número de pruebas triangulares  $N_1$  que va entre 1 y 20.

- c) Análisis secuencial: (Wald, 1973) estableció este método que puede reducir aún más el número de repeticiones del test triangular para seleccionar jueces. Después de cada prueba triangular los candidatos pueden calificarse como aceptables, rechazables o no definidos, en este último grupo se deben realizar más pruebas hasta que encajen en cualquiera de los 2 primeros

Este método se basa en la ubicación de los candidatos en el siguiente diagrama:

**Gráfico 6.** Diagrama del análisis secuencial aplicable a la selección de jueces



Fuente: Costell y Durán, 1991

El gráfico está compuesto por los valores de cuatro parámetros que definen a las rectas que limitan las zonas de aceptación, rechazo o indecisión.

Estos parámetros son:

$P_0$ = Porcentaje máximo de decisiones correctas de un juez rechazable.

$P_1$ = Porcentaje mínimo de decisiones correctas de un juez aceptable.

$\alpha$ = Probabilidad de aceptar un candidato rechazable.

$b$  = Probabilidad de rechazar a un candidato aceptable.

El director del test debe definir estos valores con anticipación de acuerdo a las características particulares del estudio. Hay que

tener en cuenta que la probabilidad de acierto al azar de un test triangular es de 0.33 por lo tanto, en cualquier caso, el valor de  $P_0$  debe ser mayor que 0.33, además el de  $P_1 > P_0$  (Cross *et al.*, 1978).

## **2.8. Entrenamiento**

El entrenamiento tiene como objetivos:

- a) Familiarizar a los panelistas con la metodología sensorial específica a aplicar.
- b) Incrementar la habilidad individual para reconocer, identificar y cuantificar los atributos sensoriales.
- c) Mejorar la sensibilidad y la memoria frente a atributos para conseguir juicios precisos y consistentes.

El período de entrenamiento va de entre 8 a 12 sesiones, según la necesidad del estudio, con duraciones de 90 minutos cada una, en las que se analiza individualmente el producto y posterior a ello, los jueces discuten con el director las dificultades encontradas y comentan las calificaciones para unificar opiniones. El grado de entrenamiento conseguido después de un número determinado de sesiones se comprueba evaluando el aumento del porcentaje de juicios correctos (Amerine, Pangborn y Roessler, 2013).

## **2.9. Comprobación**

Se hacen comparaciones con los jueces con el nivel de entrenamiento más elevado, en cuya opinión se basan usualmente decisiones de

importancia tecnológica y comercial, estos jueces están en constante actividad de cata y entrenamiento, estas condiciones aumentan la confiabilidad de sus juicios. Adicionalmente, se debe verificar el interés por la actividad, las condiciones fisiológicas y sociológicas y la consistencia de los resultados de las evaluaciones de cada juez (Ramírez, 2012).

Para evaluar la consistencia de las evaluaciones de un juez, se introduce dentro de las muestras que degusta, una o varias muestras de control o referenciales, el valor de la varianza individual de las calificaciones del juez a las muestras de control permite determinar el valor de "F" y con ello estimar su habilidad y consistencia (Costell y Durán, 1991).

#### **2.10. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo**

También conocido como (QDA), es un conjunto de evaluaciones y técnicas que permiten caracterizar un alimento, generando una terminología cuantitativa propia que lo defina a través de atributos (Vilanova, 2008).

En este método, a cada atributo se le asigna un rango o intervalo numérico, generalmente del 1 al 10, cada evaluador debe probar el producto y marcar su apreciación sobre la intensidad del estímulo del atributo en específico. Los promedios de los resultados del panel se presentan en diagramas radiales que expresa la intensidad de cada atributo (UNAD, 2010).

### **2.11. La Almendra**

Es el fruto del almendro (*Prunus amygdalus*) un árbol de hasta 10 metros de altura, de la familia de las rosáceas, presenta flores de tonalidades desde blanco hasta rosa. El fruto tiene un casco verde y rígido, internamente tiene una cascara quebradiza de tonalidades de colores café a beige, la semilla tiene forma de lágrima aplanada, miden de 1 a 2 cm de largo (MAGRAMA, 2014).

Existen muchas variedades de almendras, se dividen en dos grupos principales: dulces y amargas, siendo las dulces el cultivo comercial más amplio en la actualidad, los arboles no se autopolinizan, por lo que es importante manejar los cultivos con colmenas de abejas para que se aplique polinización asistida (ABC, 2016).

Las almendras se desarrollan en su cascara, rodeada de un casco grueso y rígido, a lo largo del verano, mientras maduran, el casco se seca y se abre, revelando la cascara que envuelve a la semilla, la almendra se seca naturalmente antes de ser cosechada, en la época entre Agosto y Octubre (Labavitch, 2011).

Las almendras tienen un alto contenido de grasa, principalmente insaturada y una proporción similar de proteína vegetal completas en cuanto a su contenido de aminoácidos esenciales, son reducidos hidratos de carbono. Su valor calórico es elevado, debido a las grasas que contienen. El contenido de fibra es mayor a otros frutos secos. El contenido de minerales

es bastante considerable, destacando fósforo, magnesio, potasio, calcio (MAGRAMA, 2014).

**Tabla 4.** Valores nutricionales de la almendra entera con cáscara

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor en 100g</b>
<b>Proximales</b>		
Agua	g	4.41
Energía	Kcal	579
Energía	kJ	2423
Proteína	g	21.15
Grasa Total	g	49.93
Cenizas	g	2.97
Carbohidratos	g	21.55
Fibra dietética	g	12.5
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	269
Hierro	mg	3.71
Magnesio	mg	270
Fósforo	mg	481
Potasio	mg	733
Sodio	mg	1
Zinc	mg	3,12
Cobre	mg	1.03
Manganeso	mg	2.17
Selenio	ug	4.1

<b>Vitaminas</b>		
Vitamina C	mg	0
Tiamina	mg	0.205
Riboflavina	mg	1.13
Niacina	mg	3.6
Ácido pantoténico	mg	0.471
B-6	mg	0.137
Folatos	ug	44
Colina	mg	52.1
Vitamina A	mg	2
Vitamina E	mg	25.63
<b>Grasas</b>		
saturados	g	3.8
monoinsaturados	g	31.58
poliinsaturados	g	12.32
trans	g	0.015

Elaborado por: Autor

Fuente: USDA, 2016

## 2.12. Industrialización de la almendra

Luego de la cosecha, la almendra requiere de dos subprocesos: Poscosecha y procesamiento de extracción de coberturas, que generalmente se hacen en diferentes instalaciones. De los tratamientos de poscosecha existen a su vez dos variedades de procesos: la extracción del

casco solamente y la extracción del casco más la cascara; la limpieza, extracción del casco y la clasificación calidades son procesos comunes en ambos tratamientos poscosecha; la descascarilladora adicionalmente extrae la cascara primaria, dejando como producto la endosperma o “pulpa” de la almendra con piel (EPA, 2010).

En el proceso de extracción de casco y cáscara, las almendras son transportadas en cangilones a una serie de cilindros que parten los cascos de la almendra aplicando presión, estos cilindros son rodillos de cizalla, integradamente las cámaras de estos rodillos cuentan con sistemas de aspiración de aire para extraer una parte de los restos de los cascos partidos, el resto de las almendras caen sobre una banda vibratoria, que en realidad es una criba para extraer otra porción de restos de cascos partidos, este paso se reprocesa hasta 2 veces para extraer la mayor parte de los cascos posible, luego de ello, vuelven a pasar por rodillos de cizallas para partir y aflojar los cascos restantes y pasan nuevamente por la criba (GMA, 2010). Los cascos extraídos se venden como alimento para ganado.<sup>6</sup>

El proceso de extracción de cáscara es similar, las almendras vuelven a pasar por rodillos de cizalla con aire en contraflujo integrado, y luego pasan por una serie de cribas para separar los excesos de cáscara, luego de este proceso se tiene a la semilla de almendra con piel (MAGRAMA, 2014).

---

<sup>6</sup> USA-EPA 2010. Almond Processing.



Las pulpas de almendras pueden posteriormente seguir otros procesos para varios productos como confites, panadería, bebidas, aceites, entre otros.

### **2.13. Tostado de las almendras**

El tostado por aire caliente es el proceso térmico adecuado para las almendras, este proceso cambia el perfil del sabor de las almendras, cambia el color a diferentes tonalidades de café y cambia su textura a crujiente. Existen diferentes niveles de tostado: ligero, medio y oscuro los cuales se consiguen con tratamientos de tostado específicos en los que se controla temperatura y tiempos. Las temperaturas de tostado oscilan entre los 130 y 154 °C (Huang, 2014).

Casi el 50 % del peso las almendras son lípidos en forma de aceite, de los cuales la mayoría son ácidos grasos insaturados, esto causa que su aceite sea susceptible a la oxidación al exponerse al oxígeno, luz y temperatura, esto degrada su calidad durante el almacenamiento y procesamientos posteriores al tostado, el uso de la menor temperatura posible de tostado permite preservar la microestructura de la almendra y maximizar su vida útil (Huang, 2014).

Durante el tostado, la humedad se evapora de las almendras, además se da lugar una reacción compleja entre los azúcares y los aminoácidos conocida como “pardeamiento no enzimático” o “reacción de Maillard”, esta

reacción en sí es la causante del cambio de coloración y de la formación de varios compuestos volátiles y no volátiles, entre ellos más de 300 sabores característicos (Perren y Escher, 2013).

Existe un riesgo como consecuencia del tostado, consiste en la formación de acrilamidas a raíz de la reacción del aminoácido libre “aspargina” y azúcares reductores como glucosa o fructosa, ambos presentes en la almendra, esta sustancia en dosis de ingesta diaria superiores a 1.9 ug por Kg de peso corporal puede resultar tóxica, las almendras tostadas tienen en promedio 180 um/ Kg de acrilamida, la cual varía de acuerdo a la temperatura de tostado, se ha determinado que tostados a temperaturas menores a 130 °C minimizan la formación de esta toxina, el tiempo de tostado no tiene influencia significativa sobre la formación de acrilamida si el proceso se hace por debajo de la temperatura indicada (Huang, 2014).

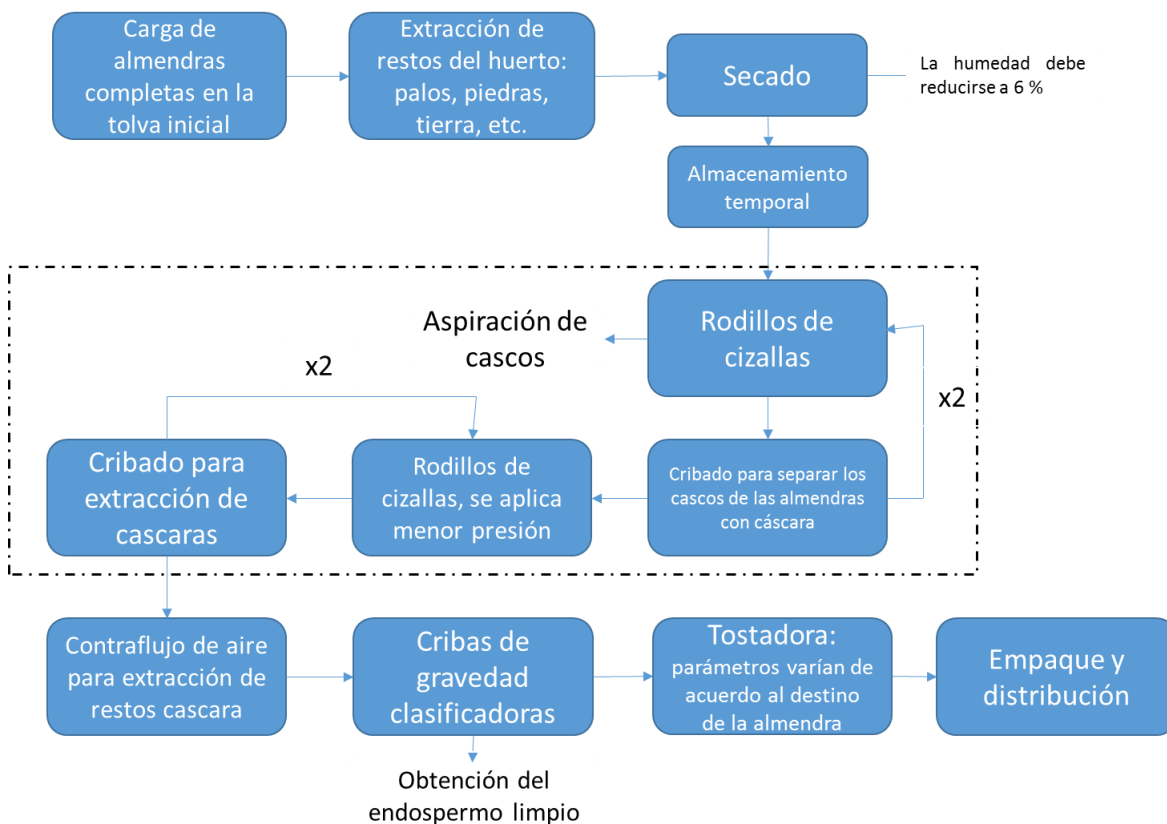
#### **2.14 Proceso de fabricación de bebida de almendra**

La bebida de almendras, conocida como “leche” de almendras es una bebida de aspecto lechoso extraída de la molienda del endospermo de la almendra (*Prunus amygdalus dulcis*) (Dan, Tifrea y Tita, 2014).

Las leches vegetales son un término general para productos bebibles derivados de plantas que se parecen a la leche animal, pero que no contienen grasa animal, lactosa, o ningún otro componente exclusivo de la leche animal, la similaridad de las propiedades funcionales, el valor

nutricional y las características sensoriales análogas permiten que se usen como sustituto de la leche animal. (Yetunde y Udofia, 2015)

**Gráfico 7. Procesos poscosecha de la almendra (*Prunus amygdalus dulcis*).**



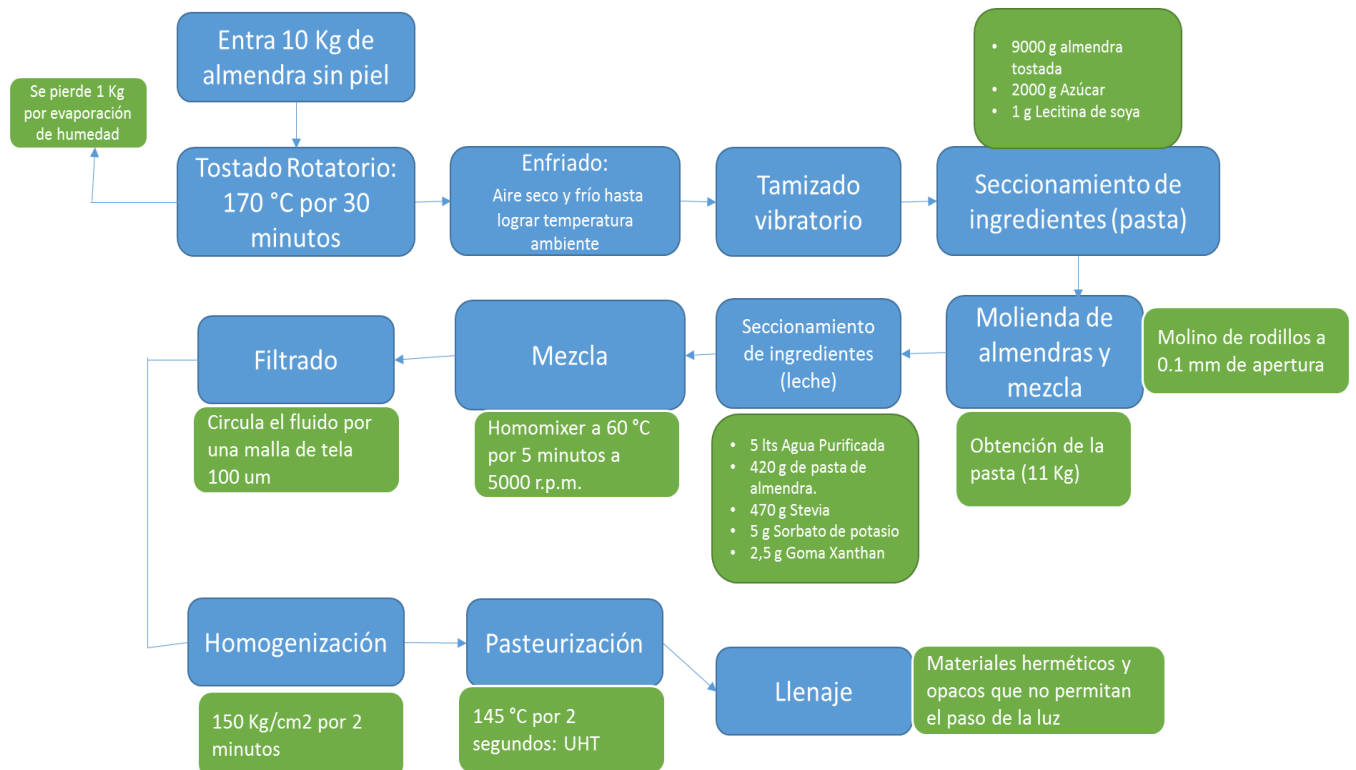
Elaborado por: autor  
Fuente: EPA, 2010

Existen muchos métodos patentados para la fabricación de “leche” de almendras, pero todos siguen un patrón común en sus pasos principales: Extracción de la piel, tostado de la semilla, molienda, extracción de jugo, mezcla con ingredientes, homogenización, pasteurización y envasado.

A continuación se presenta un método patentado en la Oficina de patentes de Estados Unidos (USPO): US 4639374 A, que describe el

procesamiento general para producción de pasta y leche de almendras, las proporciones de los ingredientes varían en las recetas de las diferentes marcas comerciales.

**Gráfico 8. Proceso de fabricación de pasta y leche de almendras**



Elaborado por: autor

Patentado en EEUU, nº 4639374 A, (1987).

## 2.15 Aseguramiento de la calidad de los alimentos

El aseguramiento de la calidad se define como un grupo de procesos evaluativos aplicados a los alimentos para asegurar que las materias primas, semielaborados y productos terminados cumplan con parámetros establecidos en normativas locales e internacionales garantizando así que sean inocuos; la inocuidad de los alimentos se refiere al conjunto de

condiciones y medidas necesarias de higiene durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que, una vez ingeridos no representen un riesgo apreciable para la salud (MSPS, 2013).

El control de alimentos está vinculado con la mejora de la salud de la población, el potencial de desarrollo económico del país y la disminución del deterioro y de las pérdidas de alimentos; para esta actividad trabajan en conjunto el gobierno de cada país y todos los segmentos y sectores de las industrias alimentarias (FAO, 2012).

Los principios generales del Codex Alimentarius ofrecen bases sólidas para garantizar un control eficaz de los alimentos y de su higiene, no obstante, existen en la actualidad muchas directrices para aplicar eficientemente control de la calidad las más difundidas y aplicadas internacionalmente en la sociedad contemporánea son: Control Total de la Calidad (TQM por sus siglas en inglés) y el sistema de Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés) (Carro y González, 2012).

En el Ecuador, el organismo local que se encarga de establecer los lineamientos para todo tipo de procesos, entre ellos la fabricación de alimentos, es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) con el soporte de la Agencia Reguladora del Control Sanitario (ARCSA) se encargan de

velar de que los fabricantes de alimentos cumplan con los requisitos establecidos en sus normas para asegurar la inocuidad de los productos.

La evaluación sensorial es una parte fundamental del aseguramiento de la calidad y del control de la inocuidad alimentaria, pues existen muchos parámetros organolépticos que determinan la calidad de un alimento y son el primer indicador que diferencia un producto apto para consumo o un producto deficiente. (Pacorbo, García, y Zarrouk, 2012).

#### **2.15.1 Análisis físicos y químicos.**

El resultado de este proceso constituye la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, que sustancias están presentes en un alimento, por ejemplo: proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes y en qué cantidades estos compuestos se encuentran. El análisis físico-químico brinda herramientas que permiten caracterizar con mucha certeza a un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto en el desarrollo de productos consumibles para el ser humano (Serna y López, 2010).

### **2.15.1.1 Potencial de Hidrógeno**

El potencial de Hidrógeno, conocido comúnmente por sus siglas “pH” es una medida que representa el nivel de acidez o alcalinidad de una solución. En términos matemáticos, se define como el logaritmo negativo de la concentración molar de iones de Hidrógeno en una solución acuosa (CHF, 2015).

Siendo:

$$pH = -\log [H^+]$$

El valor del pH se puede medir actualmente de forma precisa y rápida con un potenciómetro, también conocido como pH-metro, este instrumento mide la diferencia de potencial entre 2 electrodos: un electrodo de referencia de plata y un electrodo de vidrio sensible al hidrógeno arrojando el dato del pH hasta con 4 decimales de precisión (Goyenola, 2007).

### **2.15.1.2 Sólidos solubles**

Se refiere a los sólidos solubles en agua, como los azúcares y ácidos orgánicos en una bebida. Se determinan en un instrumento denominado refractómetro con una escala calibrada en grados Brix, que expresan el porcentaje en peso de sacarosa u otros sólidos disueltos, un grado Brix equivale comercialmente a una concentración 1g de sólidos disueltos de en 100 ml de solución (Serna y López, 2010).

### **2.15.1.3 Acidez Titulable**

La acidez Titulable representa los ácidos orgánicos presentes en un compuesto que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base con concentración conocida.

La Acidez Titulable (ATT), como su nombre lo sugiere se determina por titulación y el valor que se mide es la cantidad de base consumida para neutralizar el pH de una solución a la que se le agregó previamente indicador de fenolftaleína. Para reportar la acidez se considera el ácido orgánico más abundante de la solución (Dongowski, 1973).

### **2.15.2 Evaluaciones de materias primas.**

Para asegurar a que el producto final cumpla con los requisitos de calidad establecidos por la legislación local, es necesario aplicar control de calidad también a las materias primas utilizadas para fabricar el producto, para el caso de la bebida de almendras “Better Nutrition” se utilizan las siguientes:

- Semillas de Almendra con piel
- Agua purificada
- Azúcar blanca
- Stevia
- Sorbato de Potasio
- Goma Xanthan



Cada una de estas materias primas debe ser analizada por separado y se le deben aplicar diferentes análisis cualitativos y cuantitativos.

El primer ingrediente descrito, las semillas de almendras se basan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 4125: Frutos secos y frutas desecadas – Definiciones y nomenclatura. En la norma se incluye el listado de los frutos para los cuales aplica, entre ellos la Almendra (*Prunus amygdalus dulcis*).

**Tabla 5. Requisitos físicos y químicos almendra según NTE INEN-ISO 4125:**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	3.5	8	NTE INEN 265
Ácidos Grasos Libres	%	-	1.5	NTE INEN 38
Índice de Peróxidos	meq/ Kg	-	5	NTE INEN 277

Elaborado por: autor

Fuente: INEN, 2014 y ABC, 2016

Adicionalmente se deben aplicar los análisis microbiológicos descritos en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Requisitos microbiológicos según NTE INEN-ISO 4125:**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	-	50000	NTE INEN 1529-5
Coliformes totales	UFC/g	-	1000	NTE INEN 1 529-8
E. Coli	UFC/g	-	10	NTE INEN 1 529-8
Mohos y Levaduras	UFC/g	-	5000	NTE INEN 1 529-10
Salmonella	UFC/25g	-	0	NTE INEN 1 529-15
Staphylococcus	UFC/g	-	0	NTE INEN 1 529-14
Streptococcus	UFC/g	-	100	NTE INEN 1 529-14

Elaborado por: autor

Fuente: INEN, 2014 y ABC, 2016.

Para el agua purificada es necesario aplicar la norma técnica NTE INEN 2200: 2008, en ella se describen los requisitos:

**Tabla 7. Requisitos físico químicos del agua purificada según NTE INEN 2200: 2008:**

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Color, Expresado en Unidades de color verdadero	UTC	-	5
Turbidez, expresado en unidades nefelométricas de turbidez	NTU	-	3
Solidos Totales disueltos	ppm	-	500
pH	-	6.5	8.5
Cloro residual	ppm	0	0
Dureza de CaCO <sub>3</sub>	ppm		300

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2008

**Tabla 8. Requisitos microbiológicos para agua purificada según NTE INEN 2200: 2008:**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	-	100	NTE INEN 1529-5
Coliformes totales	UFC/g	-	0	NTE INEN 1 529-8
E. Coli	UFC/g	-	0	NTE INEN 1 529-8

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2008

El agua es el ingrediente más abundante en la formulación de la bebida de almendras por ello es crítico cumplir con los parámetros indicados para asegurar la inocuidad del producto.

Para el azúcar blanca (sacarosa) se debe aplicar la norma técnica NTE INEN 259: 2000: en la que se declaran los requisitos:

**Tabla 9. Requisitos físicos y químicos para el azúcar según NTE INEN 259: 2000:**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	0.075	NTE INEN 265
Cenizas	%	-	0.1	NTE INEN 267
Azúcares Reductores	%	-	0.1	NTE INEN 266
Dióxido de Azufre	ppm	-	50	NTE INEN 274
Materia insoluble en agua	ppm	-	150	
Arsénico	ppm	-	1	NTE INEN 269
Cobre	ppm	-	2	NTE INEN 270
Plomo	ppm	-	0.5	NTE INEN 271

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2010

**Tabla 10. Requisitos microbiológicos para el azúcar según NTE INEN 259: 2000:**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	-	100	NTE INEN 1529-5
Coliformes totales	NMP/g	-	3	NTE INEN 1 529-6
Mohos y Levaduras	UFC/g	-	100	NTE INEN 1 529-10

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2010

Los últimos 3 ingredientes son aditivos, a la Stevia se la considera un edulcorante natural, al Sorbato de potasio un preservante y a la Goma Xanthan un espesante, para ello se aplicó la norma NTE INEN 2074: 2012 que trata a los “Aditivos Alimentarios permitidos para el consumo humano. Lista Positiva. Requisitos.” Esta norma establece los límites de cada aditivo que puede tener el producto de acuerdo a su categoría.

**Tabla 11. Niveles de aditivos permitidos para la bebida de almendras**

<b>Aditivo</b>	<b>SIN</b>	<b>Función</b>	<b>Máximo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Norma Técnica</b>
Glucósidos de Steviol (Stevia).	960	Edulcorante	600	Ppm	NTE INEN 2 074
Sorbato de Potasio	202	Preservante	1000	Ppm	NTE INEN 2 074
Goma Xanthan	415	Espesante	190	Ppm	NTE INEN 2 074

Elaborado por: autor

Fuente: INEN, 2012 y FAO, 2013.

Para los aditivos de Stevia y Sorbato de Potasio solamente es necesario declarar los parámetros físicos y químicos, ya que de ellos depende su funcionalidad al aplicarlos en el procesamiento, por su composición química no permiten el crecimiento de microorganismos y no se declara como un criterio de calidad como materias primas, por otro lado la Goma Xanthan, al ser producto de fermentación de azúcares, se considera necesario evaluar la carga microbiológica (FSA, 2015).

Los requisitos para el extracto de stevia, denominado como “Glicósido de Steviol” código SIN No. 960 se han establecido los siguientes requisitos:

**Tabla 12. Requisitos Físico- Químicos de la Stevia.**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Rango de Variación</b>
pH	-	5.96	+/- 0.04
Humedad	%	10.73	+/- 1.33
Cenizas	%	13.68	+/- 1.86
Azúcares Reductores	%	4.5	+/- 0.10
Materia insoluble en agua	%	17.03	+/- 0.44

Elaborado por: Autor

Fuente: Gasmalla, Yang, Musa, Xiao, y Zhang, 2015

Para el Sorbato de Potasio, con código SIN No. 202 se establecen los siguientes requisitos:

**Tabla 13. Requisitos Físico- Químicos del Sorbato de Potasio.**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Materia Soluble en agua	%	100
Humedad	%	<1
Acidez Titulable	% de Carbonato Sorbico o de Potasio	<1
Aldehídos	% de Formaldehido	<0.1 %
Plomo	ppm	<2

Elaborado por: Autor  
Fuente: FAO, 1998

Para la Goma Xanthan, con código SIN No. 415 se establecen los siguientes requisitos:

**Tabla 14. Requisitos Físico- Químicos de la Goma Xanthan**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Materia Soluble en agua	%	100
Humedad	%	<15
Cenizas	%	<16
Ácido Pirúvico	%	>1.5
Nitrógeno	%	<1.5
Etanol e Isopropanol	ppm	<500
Plomo	ppm	<2

Elaborado por: Autor  
Fuente: FAO, 1999

**Tabla 15. Requisitos Microbiológicos de la Goma Xanthan**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Aerobios mesofilos totales	ufc/g	<5000
E. Coli	ufc/g	0
Salmonella	ufc/25g	0
Mohos y Levaduras	ufc/g	<500

Elaborado por: Autor  
Fuente: FAO, 1999

El cumplimiento de los parámetros descritos en esta sección ayuda a garantizar la inocuidad del producto terminado, por ello es importante realizar estos análisis de control en cada lote de material que ingresa a la planta y compararlos con la ficha técnica de los proveedores.

### **2.15.3 Evaluaciones de productos terminados.**

La evaluación de calidad de un producto terminado comprende a un conjunto de especificaciones que deben ser alcanzados dentro de determinados límites o tolerancias. De esta manera, el nivel o la excelencia del producto puede ser considerado como un valor medio de la calidad requerida en el mercado (Zamora, 2009).

Existen varias especificaciones a cumplir, principalmente las establecidas en la normativa local, en este caso el INEN y además las Evaluaciones de calidad sensorial, cuya metodología aplicada a la bebida de almendras será desarrollada en el presente estudio.

La definición de la bebida de almendras, descrita en la sección 2.13. Se ajusta a la descripción de productos de la Norma técnica NTE INEN 2304: 2008. Que indica como titular “Refrescos” o “Bebidas no carbonatadas”. La cual describe su definición textualmente como: “Bebidas no alcohólicas sin dióxido de carbono, preparadas con agua potable, azúcares, que contienen a más de ella uno o más de los siguientes ingredientes: azúcares, zumos de frutas u hortalizas, pulpa de frutas o de

hortalizas, extractos de vegetales o saborizantes y aditivos alimentarios”. Esta norma establece los lineamientos necesarios que debe cumplir la bebida de almendras para su liberación y comercialización.

A continuación se detalla los requisitos físicos y químicos para las bebidas no carbonatadas:

**Tabla 16. Requisitos Físicos y químicos de bebidas no carbonatadas**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Sólidos Solubles	%	7	NTE INEN 380
pH	%	2	NTE INEN 389
Acidez Titulable	%	0.1	NTE INEN 381

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2008

Además, la normativa exige medir con métodos cromatográficos algunos de los contaminantes más frecuentes que representan riesgos para la salud de los consumidores.

**Tabla 17. Niveles de contaminantes inorgánicos aceptados para refrescos**

<b>Contaminante</b>	<b>Unidad</b>	<b>Máximo</b>
Plomo	ppm	0.01
Mercurio	ppm	0.0
Cobre	ppm	1

Elaborado por: autor  
Fuente: INEN, 2008

**Tabla 18. Requisitos microbiológicos de bebidas no carbonatadas**

<b>Requisito</b>	<b>N</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>Método de ensayo</b>
Coliformes Totales	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes Fecales	3	<3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en Placa	3	100	1000	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y Levaduras	3	5	-	0	NTE INEN 1529-10

Elaborado por: autor

Fuente: INEN, 2008

Habiendo cumplido con estos requisitos, el producto puede liberarse para la venta, pues el análisis sensorial actualmente no es mandatorio por la legislación Ecuatoriana, sin embargo es un plus que muchas industrias aplican para controlar en mayor medida la calidad de sus alimentos, teniendo mayor control sobre la homogeneidad de los perfiles sensoriales de diferentes lotes de un mismo producto y logrando de esta manera que el consumidor asocie las especificaciones sensoriales con las marcas (Zamora, 2009).

El siguiente capítulo se centra en el desarrollo de un modelo estadístico para determinar un perfil de calidad sensorial para la bebida de almendras marca “Betternutrition EC” con variantes en el tiempo de tostado y dosis de stevia.



### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización del ensayo

La planta de procesamiento de la bebida de almendras Betternutrition se encuentra ubicada en la ciudadela “Bosques de la Costa” etapa “Pórticos” Mz. 6 V. 22, localizada en el Km 16 Vía a la costa en Guayaquil, en las instalaciones se ha adecuado un área de 30 m<sup>2</sup> para ubicar los equipos de la línea, insumos y despachar producto terminado.

Las Coordenadas del lugar son: 2°11'03'' S y 79°58'05''. Está ubicado a una altitud de 15 m.s.n.m.

**Gráfico 9.** Localización de la planta de procesamiento.



Fuente: Google Maps, 2016

El estudio de calidad físico, químico y sensorial se realizó en las instalaciones de una industria de alimentos privada localizada en Guayaquil, con dirección en: Avenida del Bombero Km. 6.5 en la Ciudadela Los Ceibos.

Las Coordenadas del lugar son: 2°10'24'' S y 79°56'21''

Está ubicado a una altitud de 28 m.s.n.m.

**Gráfico 10.** Localización del de estudio.



Fuente: Google Maps, 2016

### **3.2 Características Climáticas**

Las Características climáticas son controladas, tanto del área de fabricación como del laboratorio de calidad, durante los procesos se encuentra a 20 °C (+/- 1°C) y 45 % (+/- 5 %) de humedad relativa.

### **3.3 Equipos y materiales**

#### **3.3.1 Equipos.**

Los Equipos a utilizar son los siguientes:

1. Balanza gramera
2. Molino de semillas
3. Filtro de membranas de celulosa de 0.5 mm
4. Homogeneizador
5. Pasteurizador
6. Potenciómetro
7. Refractómetro
8. Termo higrómetro
9. Termómetro Infrarrojo
10. Kit de titulación: Buretra, Fiola, Soporte
11. Estufa

### **3.3.2 Materiales.**

Los materiales a utilizar son:

1. Semillas de almendra sin piel
2. Agua purificada
3. Azúcar
4. Stevia
5. Goma Xanthan
6. Sorbato de Potasio
7. Fenolftaleína
8. Hidróxido de Sodio 0,1 N
9. Tirillas Indicadoras de pH

### 3.4 Caracterización de materias primas

Para la elaboración de la bebida de almendras se utilizaron las seis primeras materias primas descritas en el punto 3.3.2. a continuación se describen las características de cada materia prima.

#### 3.4.1 Almendra.

Se utilizan almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) naturales y frescas, sin casco ni cáscara pero con piel de la variedad “Nonpareil” (NP) y de los grados clasificados por la USDA como: “Enteras”. Las almendras provienen de California, Estados Unidos dentro de bolsas de PET y a su vez en cajas de cartón corrugado de 25 lbs donde se indica lote y fecha de empaqueo, vienen con certificados de calidad del proveedor.

Para liberar esta materia prima para la fabricación de la bebida, se aplicaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a las normativas indicadas en la sección 2.5.2., los resultados fueron:

**Tabla 19. Resultados de análisis fisicoquímicos aplicados a almendras**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento con normativa
Humedad	%	6	Dentro
Ácidos Grasos Libres	%	1	Dentro
Índice de Peróxidos	meq/ Kg	3	Dentro

Fuente: El autor

**Tabla 20.** Resultados de análisis microbiológicos aplicados a almendras

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Máximo</b>	<b>Cumplimiento Normativa</b>
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	12000	Dentro
Coliformes totales	UFC/g	ausencia	Dentro
E. Coli	UFC/g	ausencia	Dentro
Mohos y Levaduras	UFC/g	22	Dentro
Salmonella	UFC/25 g	ausencia	Dentro
Staphylococcus	UFC/g	ausencia	Dentro
Streptococcus	UFC/g	ausencia	Dentro

Fuente: El autor

### **3.4.2 Agua purificada.**

Se abastece de agua potable desde la red pública de Guayaquil, el fluido pasa por un filtro de ósmosis inversa marca EVANS modelo RO-50g-FFB el cual consta de 6 etapas de filtrado: 1. Cartucho de Polipropileno (PP), 2. Cartucho de carbón activado granular, 3. Cartucho de carbón activado en bloque, 4. Membrana de ósmosis inversa, 5. Cartucho abrillantador, 6. Lámpara de luz UV.

El agua que ha pasado por este filtro es evaluada constantemente, para la fabricación de las muestras de los tratamientos experimentales se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 21. Resultado fisicoquímico aplicado al agua.**

Requisitos	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Color, Expresado en Unidades de color verdadero	UTC	2	Dentro
Turbidez, expresado en unidades nefelométricas de turbidez	NTU	1	Dentro
Solidos Totales disueltos	ppm	20	Dentro
pH	-	6.9	Dentro
Cloro residual	ppm	0	Dentro
Dureza de CaCO <sub>3</sub>	ppm	0	Dentro

Fuente: El autor

**Tabla 22. Resultados microbiológicos aplicado al agua.**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	Ausencia	Dentro
Coliformes totales	UFC/g	Ausencia	Dentro
E. Coli	UFC/g	Ausencia	Dentro

Fuente: El autor

### **3.4.3 Azúcar blanca.**

Se utilizó azúcar blanca refinada al 100 %, obtenida a partir de la cristalización de la sacarosa contenida en el jugo de caña (*Sacharum officinarum*) mediante procesos industriales apropiados. La presentación de esta materia prima es en sacos de papel kraft de 50 Kg marca “Valdez” origen del producto: Ecuador.

**Tabla 23. Resultados físicos y químicos para el azúcar blanco.**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Humedad	%	0.05	Dentro
Cenizas	%	0.08	Dentro
Azúcares Reductores	%	0.06	Dentro
Dióxido de Azufre	ppm	6	Dentro
Materia insoluble en agua	ppm	18	Dentro
Arsénico	ppm	Ausencia	Dentro
Cobre	ppm	Ausencia	Dentro
Plomo	ppm	Ausencia	Dentro

Fuente: El autor

**Tabla 24. Resultados microbiológicos para el azúcar blanco.**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Aerobios Mesófilos totales	UFC/g	22	Dentro
Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	Dentro
Mohos y Levaduras	UFC/g	Ausencia	Dentro

Fuente: El autor

#### 3.4.4 Stevia.

Se utilizó polvo de Stevia blanco, extraído de las hojas de la planta que lleva el mismo nombre: *Stevia rebaudiana bertonii*, obtenido a partir de la deshidratación, molienda, purificación y cristalización de la hoja para obtener glucósidos de steviol.

**Tabla 25. Resultados físicos y químicos para el polvo de Stevia blanco.**

Requisito	Unidad	Valor	Cumplimiento norma
pH	-	5.5	Dentro
Humedad	%	9.7	Dentro
Cenizas	%	11.9	Dentro
Azúcares Reductores	%	4.46	Dentro
Materia insoluble en agua	%	17	Dentro

Fuente: El autor

### 3.4.5 Sorbato de potasio.

Se utilizó Sorbato de potasio, lo cual es sal potásica del ácido sórbico E 202, son grajeas blancas de aproximadamente 3 mm de largo, uniformes y fácilmente solubles en agua a temperatura ambiente.

**Tabla 26. Resultados Físico- Químicos del Sorbato de Potasio.**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Materia Soluble en agua	%	100	Dentro
Humedad	%	0.6	Dentro
Acidez Titulable	% de Carbonato Sorbico o de Potasio	0.08	Dentro
Aldehídos	% de Formaldehido	ausencia	Dentro
Plomo	ppm	ausencia	Dentro

Fuente: El autor

### 3.4.6 Goma Xanthan.

La goma Xanthan es un polisacárido de alto peso molecular, obtenido a partir de la fermentación de azúcares con la bacteria *Xanthomomas campestris* bajo condiciones específicas. Purificado, secado y molido, se presentación es un polvo fino blanco a beige dentro de bolsa PET y a su vez en cartón corrugado de 25 lb para asegurar su conservación.

**Tabla 27. Resultados Físico- Químicos de la Goma Xanthan**

Requisito	Unidad	Resultado	Cumplimiento norma
Materia Soluble en agua	%	100	dentro
Humedad	%	9	dentro
Cenizas	%	12	dentro
Ácido Pirúvico	%	1.8	dentro
Nitrógeno	%	0.6	dentro
Etanol e Isopropanol	ppm	56	dentro
Plomo	ppm	ausencia	dentro

Elaborado por: Autor



**Tabla 28. Resultados Microbiológicos de la Goma Xanthan**

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Cumplimiento norma</b>
Aerobios mesofilos totales	ufc/g	112	dentro
E. Coli	ufc/g	ausencia	Dentro
Salmonella	ufc/25g	ausencia	Dentro
Mohos y Levaduras	ufc/g	ausencia	Dentro

Fuente: El autor

### **3.5 Factores estudiados**

Los factores estudiados fueron los siguientes:

- Tres tiempos de tostado de las almendras
- Tres Dosis de edulcorante en sustitución de sacarosa
- Combinaciones entre estos factores

### **3.6 Tratamientos estudiados**

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- Tres tiempos de tostado: T1 (10 minutos), T2 (12 minutos), T3 (15 minutos)
- Tres Dosis de edulcorante (Steviol): E1 (295 p.p.m.), E2 (305 p.p.m.), E3 (315 p.p.m.)

### **3.7 Combinaciones de tratamientos**

A continuación se presentan las combinaciones de tratamientos a evaluar:

**Tabla 29. Combinaciones de tratamientos**

No.	Tiempo de Tostados	Dosis Edulcorante
1	T1	E1
2	T1	E2
3	T1	E3
4	T2	E1
5	T2	E2
6	T2	E3
7	T3	E1
8	T3	E2
9	T3	E3
10	Testigo	

Fuente: El autor

### 3.8 Diseño experimental

Para las evaluaciones estadísticas se realizó un diseño completamente al azar (D.C.A.) con arreglo factorial 3x3+1 testigo.

### 3.9 Análisis de la varianza

El esquema del análisis de la varianza se presenta a continuación:

**Tabla 30. Análisis de la varianza con grados de libertad**

ANDEVA	
Fuente de Variación	GL
Tratamientos	9
Factorial	8
Dosis Edulcorante	2
Tiempo de Tostado	2
Interacción E x T	4
Tratamiento vs. Factorial	1
Error	20
Total	29

Fuente: El autor

### **3.10 Variables Evaluadas**

Se evaluaron las siguientes variables:

#### **3.10.1 Variables Cuantitativas.**

Físico Químico:

- pH (potenciómetro)
- Acidez Titulable (Ác. Láctico)
- Sólidos Solubles (°Brix)

#### **3.10.2 Variables Cualitativas.**

Atributos sensoriales:

- Uniformidad de color
- Aroma Almendras
- Aroma Dulce
- Sabor Dulce
- Sabor Amargo
- Sabor Salado
- Sabor Almendra
- Sabor residual Almendra
- Sabor residual Salado
- Sabor residual Dulce
- Sabor residual Amargo

### **3.11 Manejo del ensayo**

El procesamiento y envasado de las diferentes variantes de proceso y formulaciones de la bebida de almendras se realizó en la planta de BetterNutrition EC, en Guayaquil, se tomaron 3 unidades experimentales por combinación, cada unidad experimental es una botella con 250 ml de bebida.

#### **3.11.1 Análisis físicos químicos.**

Se realizaron los siguientes análisis físicos químicos:

##### **3.11.1.1 Análisis de pH.**

Se realizaron análisis de pH de cada unidad experimental de acuerdo al método descrito en la norma NTE INEN 389: Determinación de la concentración del ion hidrógeno (pH) mediante el método potenciométrico.

##### **3.11.1.2 Análisis de acidez titulable.**

Se realizaron análisis de acidez Titulable en base a ácido láctico a cada unidad experimental de acuerdo al método descrito en la norma NTE INEN 381: Determinación de acidez titulable método potenciométrico de referencia.

##### **3.11.1.3 Análisis de sólidos solubles.**

Se realizaron análisis de sólidos solubles a cada unidad experimental de acuerdo al método descrito en la norma NTE INEN 380: Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.

### **3.11.2 Análisis Sensorial.**

Se realizaron 10 sesiones de degustación, cada una conformada por 6 panelistas entrenados para determinar los perfiles sensoriales del testigo, que corresponde a la bebida de almendras actual (receta y proceso predefinido) y de las producidas bajo las diferentes combinaciones de tratamientos que representan las variantes de proceso y receta.

Se determinó mediante el análisis cuantitativo descriptivo (QDA por sus siglas en inglés) que el tratamiento T3E3 representa el mayor incremento en el atributo “Sabor Almendras” con 2,1 puntos adicionales en la escala de intensidad subjetiva de sabor con respecto al testigo.

Se manejaron gráficos estadísticos para evidenciar las variaciones de los atributos en el perfil sensorial de la bebida.

Las condiciones y proceso de evaluación están basados en los lineamientos de la norma ISO 6658: 2005.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Análisis Físicos – Químicos**

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos:

#### **4.1.1 Potencial de Hidrógeno (pH) de la bebida.**

Los promedios de pH en las bebidas de almendras elaboradas bajo la variante de tiempos de tostado y dosis de Stevia se presentan en la tabla 19 y 20.

El promedio de pH más alto correspondió al tratamiento T2E2: 12 minutos de tostado y 305 ppm de Stevia, con un valor de 6.293 mientras que el promedio de pH más bajo se obtuvo en el tratamiento T1E1: 10 minutos de tostado y 305 ppm de Stevia, con un valor de 6.117. Al comparar el resultado obtenido en el promedio del arreglo factorial y la del testigo se observó que el promedio más alto fue el del factorial.

En el análisis de la varianza no se observaron diferencias significativas para el pH en las fuentes de variación: edulcorante, tiempo de tostado y la interacción tiempos de tostado x edulcorante, factorial vs. Testigo. El coeficiente de variación fue de 1.60 %.

Dhakal (2013) declaró resultados de pH de entre 6.49 y 6.62, los cuales fueron superiores a los obtenidos en este experimento.

**Tabla 31. Análisis de la varianza pH.**

ANDEVA							
F.V.	gl	SC	CM	F		F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
<b>Tratamiento</b>	9	0.09	0.01	1.08			
<b>Factorial</b>	8	0.08					
Edulcorante	2	0.04	0.02	2	NS	3.49	5.85
Tiempo de Tostado	2	0.01	0.01	1	NS	3.49	5.85
<b>Edulc x Tiempo</b>	4	0.03	0.01	1	NS	2.87	4.43
<b>Tratamiento vs. Factorial</b>	1	0.01	0.01	1	NS	4.35	8.1
Error	20	0.19	0.01				
Total	29	0.29					

(NS) = No significativo (\*) = Significativo (\*\*) = Altamente significativo

**Fuente:** El autor

**Tabla 32. Promedios de pH determinados en las bebidas de almendras elaboradas bajo variantes de 3 tiempos de tostado y 3 dosis de Stevia como edulcorante.**

Tiempo	Stevia				X	
	205 ppm	305 ppm	315 ppm	X		
<b>Tostado</b>						
10 min	6.117	6.143	6.140	6.133	NS	
12 min	6.247	6.293	6.133	6.224		
15 min	6.177	6.203	6.203	6.194		
X	6.180	6.213	6.159	-		
X Factorial				6.184	NS	
X Testigo				6.097	NS	
CV				1.60 %		

**Fuente:** El autor

#### **4.1.2 Acidez Titulable de la bebida de Almendras**

Los promedios de Acidez titulable (ATT) en las bebidas de almendras elaboradas bajo la variante de tiempos de tostado y dosis de Stevia se presentan en la tabla 21 y 22.

El promedio de acidez titulable (ATT) más alto correspondió al tratamiento T2E3: 13 minutos de tostado y 315 ppm de Stevia, con un valor de 0.707 mientras que el promedio de ATT más bajo se obtuvo en el tratamiento T1E3: 10 minutos de tostado y 305 ppm de Stevia, con un valor de 0.6. Al comparar el resultado obtenido en el promedio del factorial y la del testigo se observó que el promedio más alto fue el del factorial en 0.08.

En el análisis de la varianza se observó diferencia significativa para la acidez titulable en las fuente de variación: edulcorante, no obstante para las fuentes de variación tiempo de tostado y la interacción tiempos de tostado x edulcorante, factorial vs. Testigo no se encontró diferencia significativa. El coeficiente de variación fue de 5.58 %.

Belewu y Belewu (2006) declararon en su estudio de bebidas de 3 vegetales resultados de ATT de entre 0,15 y 0,17 los cuales fueron inferiores a los obtenidos en este experimento.



**Tabla 33. Análisis de la varianza de Acidez Titulable (ATT)**

ANDEVA							
F.V.	gl	SC	CM	F		F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Tratamiento	9	0,08	0,01	7.13			
Factorial	8	0.0246	0.00108				
Edulcorante	2	0.01	0.0048	3.65 *		3.49	5.85
Tiempo de Tostado	2	0.0046	0.0023	1.76 NS		3.49	5.85
Educ x Tiempo	4	0.01	0.0037	2.83 NS		2.87	4.43
Tratamiento vs. Factorial	1		0.01	1	NS	4.35	8.1
Error	20	0.03	0.0013				
Total	29	0.11					

(NS) = No significativo (\*)= Significativo (\*\*) = Altamente significativo

**Fuente:** El autor

**Tabla 34. Promedios de ATT determinados en las bebidas de almendras elaboradas bajo variantes de 3 tiempos de tostado y 3 dosis de Stevia como edulcorante.**

Tiempo Tostado	Stevia				X	
	205 ppm	305 ppm	315 ppm	X		
10 min	0.640	0.633	0.600	0.624		NS
12 min	0.620	0.647	0.707	0.658		
15 min	0.663	0.643	0.700	0.669		
X	0.641	0.641	0.669	-		
X Factorial				0.650		NS
X Testigo				0.603		NS
CV				5.58 %		

**Fuente:** El autor

### **4.1.3 Sólidos solubles de la bebida de Almendras**

Los promedios de sólidos solubles (°Brix) en las bebidas de almendras elaboradas bajo la variante de tiempos de tostado y dosis de Stevia se pueden evidenciar en la tabla 23 y 24.

El promedio de sólidos solubles más alto correspondió al tratamiento T3E3: 15 minutos de tostado y 315 ppm de Stevia, con un valor de 4.88 mientras que el promedio de sólidos solubles más bajo se obtuvo en el tratamiento T1E1: 12 minutos de tostado y 305 ppm de Stevia, con un valor de 4.66. Al comparar el resultado obtenido en el promedio de la factorial y el promedio del testigo se observó que el promedio más alto fue el de la factorial en un valor de 0.081.

En el análisis de la varianza se observaron diferencias altamente significativas proveniente de la fuente de variación: Tiempo de tostado; por otro lado en los factores: edulcorante, la interacción Tiempos de tostado x Edulcorante, Factorial vs. Testigo no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 0.97 %.

Dhakal (2013) encontró en su estudio de bebida de almendras resultados de sólidos solubles de entre 4.8 +/- 0.42, los cuales fueron similares a los obtenidos en este experimento.

**Tabla 35. Análisis de la varianza de Sólidos Solubles.**

ANDEVA							
F.V.	gl	SC	CM	F		F-tabla 0.05	F-tabla 0.01
Tratamiento	9	0,21	0.02	10.76			
Factorial	8	0.1438	0.06414				
Edulcorante	2	0.01	0.0032	1.44	NS	3.49	5.85
Tiempo de Tostado	2	0.13	0.06	28.31	**	3.49	5.85
Edulcorante x Tiempo T.	4	0.0038	0.00094	0.42	NS	2.87	4.43
Tratamiento vs. Factorial	1			1	NS	4.35	8.1
Error	20	0.04	0.0022				
Total	29	0.25					

(NS) = No significativo (\*)= Significativo (\*\*) = Altamente significativo

Fuente: El autor

**Tabla 36. Promedios de Sólidos Solubles determinados en las bebidas de almendras elaboradas bajo variantes de 3 tiempos de tostado y 3 dosis de Stevia como edulcorante.**

Tiempo	Stevia				X	
	205 ppm	305 ppm	315 ppm	X		
Tost						
10 min	4.667	4.690	4.677	4.678	NS	
12 min	4.733	4.737	4.780	4.750		
15 min	4.827	4.830	4.880	4.846		
X	4.742	4.752	4.779	-		
X Factorial				4.758	NS	
X Testigo				4.920	NS	
CV				0.97 %		

Fuente: El autor

## 4.2 Análisis Sensorial

### 4.2.1 Análisis cuantitativo descriptivo

Para la evaluación de los perfiles sensoriales se aplicó el Análisis descriptivo cuantitativo (QDA, por sus siglas en inglés) dada por la metodología ISO 6658: 2005, con la ayuda de un panel conformado por 6 jueces entrenados, se realizó una sesión de degustación por cada tratamiento más una para el testigo, se definieron 11 atributos sensoriales a evaluar, de ellos se le dará mayor importancia a 3: aroma a almendras (notas de salida), sabor a almendras (notas medias) y sabor residual almendras (notas de fondo).

En total los atributos que se definieron para evaluar son los siguientes: uniformidad de color, textura visual, aroma almendras, aroma dulce, sabor almendras, sabor dulce, sabor salado, sabor amargo, sabor residual almendras, sabor residual salado, sabor residual dulce y los jueces pueden darle una valoración del 1 al 10, siendo 1 Imperceptible, 5 moderado y 10 muy intenso.

Los promedios de las evaluaciones se presentan a continuación:

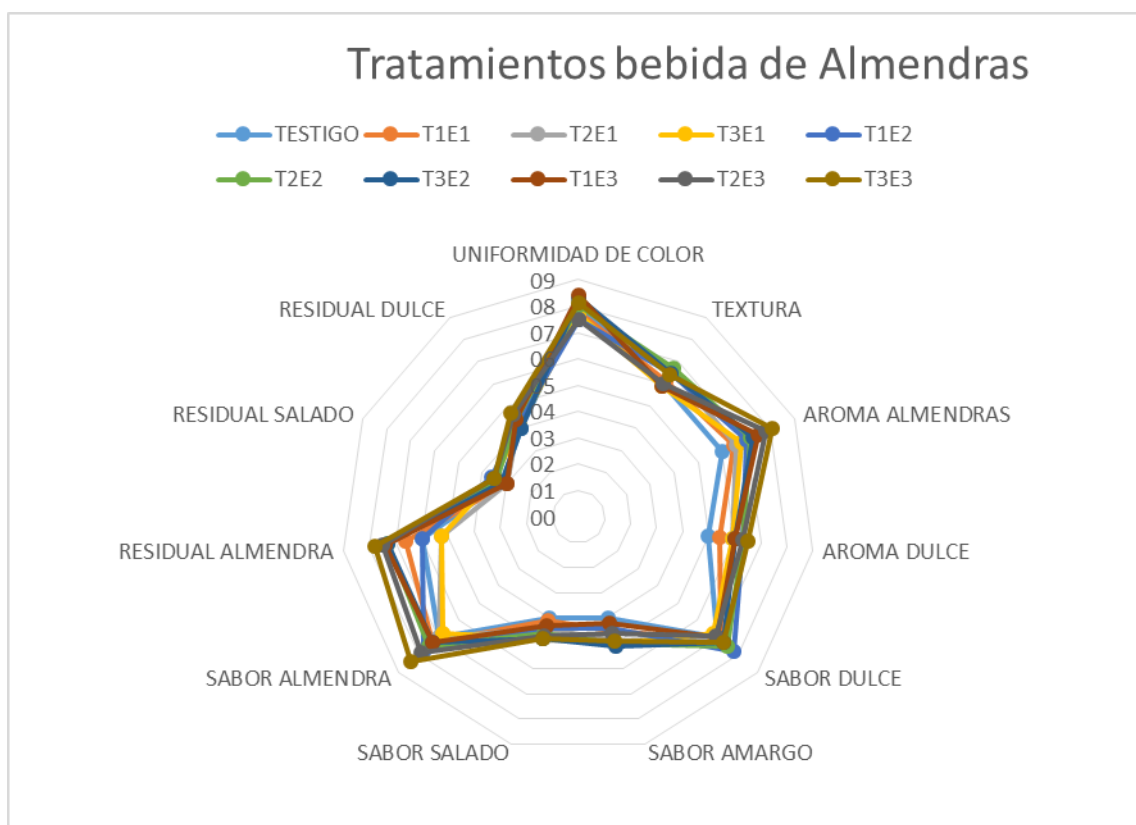
**Tabla 37. Promedios de atributos sensoriales generados en el QDA**

TRATAMIENTOS	UNIFORMIDAD DE COLOR	TEXTURA	AROMA ALMENDRAS	AROMA DULCE	SABOR DULCE	SABOR AMARGO	SABOR SALADO	SABOR ALMENDRA	SABOR RESIDUAL ALMENDRA	SABOR RESIDUAL SALADO	SABOR RESIDUAL DULCE
TESTIGO	8.0	6.0	6.0	5.0	7.0	4.0	4.0	7.0	6.0	3.2	4.0
T1E1	7.8	6.1	6.5	5.4	7.2	4.5	4.1	7.3	6.6	3.0	4.3
T2E1	8.1	6.6	6.6	5.9	7.0	4.9	4.4	7.0	5.3	3.0	4.2
T3E1	7.7	5.9	6.8	5.9	6.8	5.0	4.8	6.8	5.3	3.5	4.1
T1E2	7.5	6.5	7.0	6.3	7.8	4.4	4.4	7.8	6.0	3.6	4.2
T2E2	8.0	6.7	7.2	6.3	7.5	5.0	4.6	7.5	7.3	3.4	4.4
T3E2	8.3	6.5	7.3	6	7.3	5.1	4.8	7.3	7.3	3.2	4
T1E3	8.4	5.9	7.5	6	7	4.2	4.3	7.3	7.4	3	4.4
T2E3	7.5	6	7.8	6.3	6.9	4.6	4.7	7.9	7.5	3.5	4.6
T3E3	8.1	6.4	8.1	6.5	7.3	4.9	4.8	8.5	7.8	3.5	4.7

**Fuente:** El Autor.

Con estos datos es posible generar perfiles sensoriales del producto en sus diferentes tratamientos, el cual se presenta a continuación:

**Gráfico 11. Perfiles sensoriales establecidos para los tratamientos y el testigo.**



**Fuente:** El autor

El tratamiento que tuvo mayor incremento en los atributos de más importancia fue el T3E3, se presenta un cuadro comparativo de este tratamiento vs. el testigo, cabe recalcar que atributos no deseables, como sabor amargo y residual amargo no generaron un incremento significativo.

En el atributo de “aroma a almendras” se evidenció un incremento perceptible del 35 %, el atributo “sabor almendras” se incrementó en un 20 %, el atributo “sabor residual almendras” se incrementó un 30 % según

las evaluaciones sensoriales aplicadas, estos datos permiten afirmar que el incrementar el tiempo de tostado y la dosis de edulcorante intensifican los atributos característicos de la almendra en la bebida.

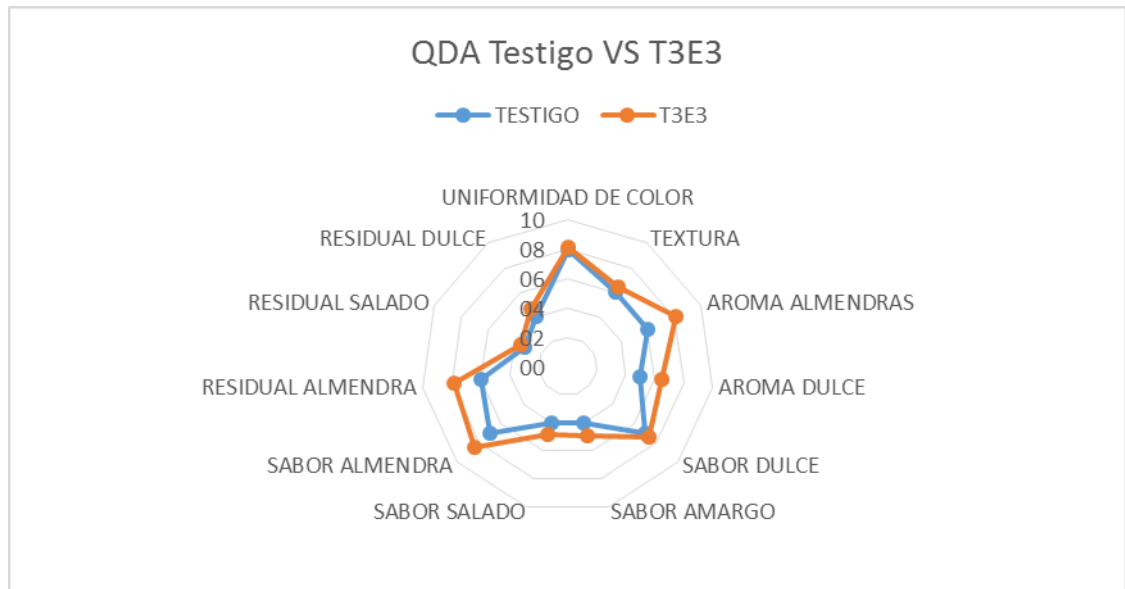
Al evidenciar que el rango de incremento de atributos es mayor para el tratamiento T3E3, se realizaron análisis para las variaciones de los atributos sensoriales y fueron comparados con el testigo, en la siguiente tabla se detallan los resultados, según la norma ISO 6658, se considera diferencia significativa si la desviación estándar comparativa es mayor a 1:

**Tabla 38. Variaciones de los atributos del Testigo vs. Tratamiento T3E3.**

TRATAMIENTO	Color uniforme	Textura	Aroma Almendra	Aroma Dulce	Sabor Dulce	Sabor Amargo	Sabor Salado	Sabor Almendra	Sabor residual almendra	Sabor Residual Salado	Sabor Residual Dulce
TESTIGO	8.0	6.0	6.0	5.0	7.0	4.0	4.0	7.0	6.0	3.2	4.0
T3E3	8.1	6.4	8.1	6.5	7.3	4.9	4.8	8.5	7.8	3.5	4.7
PROMEDIO	8.1	6.2	7.1	5.8	7.2	4.5	4.4	7.8	6.9	3.4	4.4
DESV.STD	0.07	0.28	1.48	1.06	0.21	0.64	0.57	1.06	1.27	0.21	0.49
DIFERENCIA	no sigficativa	no sigficativa	significativa	significativa	no sigficativa	no sigficativa	no sigficativa	significativa	significativa	no sigficativa	no sigficativa
PROMEDIO	8.1	6.2	7.1	5.8	7.2	4.5	4.4	7.8	6.9	3.4	4.4
MEDIANA	8.1	6.2	7.1	5.8	7.2	4.5	4.4	7.8	6.9	3.4	4.4
DESV.STD	0.07	0.28	1.48	1.06	0.21	0.64	0.57	1.06	1.27	0.21	0.49
MAX	8.1	6.4	8.1	6.5	7.3	4.9	4.8	8.5	7.8	3.5	4.7
MIN	8.0	6.0	6.0	5.0	7.0	4.0	4.0	7.0	6.0	3.2	4.0
RANGO	0.1	0.4	2.1	1.5	0.3	0.9	0.8	1.5	1.8	0.3	0.7
CV.	0.9%	4.6%	21.1%	18.4%	3.0%	14.3%	12.9%	13.7%	18.4%	6.3%	11.4%
CONTEO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
INTERVALO 95%(inferior)	6.8	1.1	-19.7	-13.3	3.3	-7.0	-5.8	-11.3	-16.0	-0.5	-4.6
INTERVALO 95%(superior)	9.3	11.3	33.8	24.8	11.0	15.9	14.6	26.8	29.8	7.2	13.3
STUDENT	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45	25.45
ALFA MEDIOS	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
GRADOS DE LIBERTAD	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

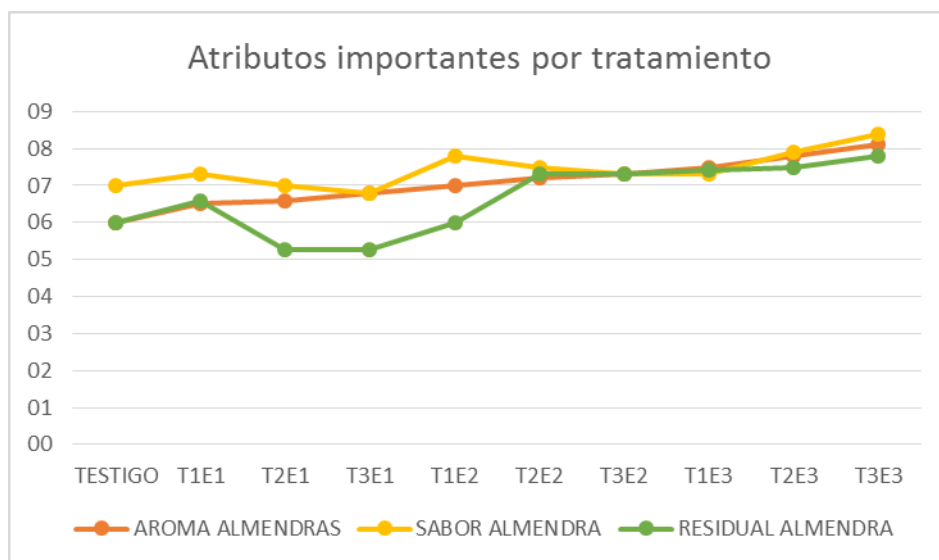
**Fuente:** El autor.

**Gráfico 12. Comparativo del perfilamiento sensorial del testigo vs. Tratamiento T3E3.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 13. Valoración de atributos importantes: Intensidad del aroma, sabor y sabor residual a almendra de acuerdo a test QDA.**

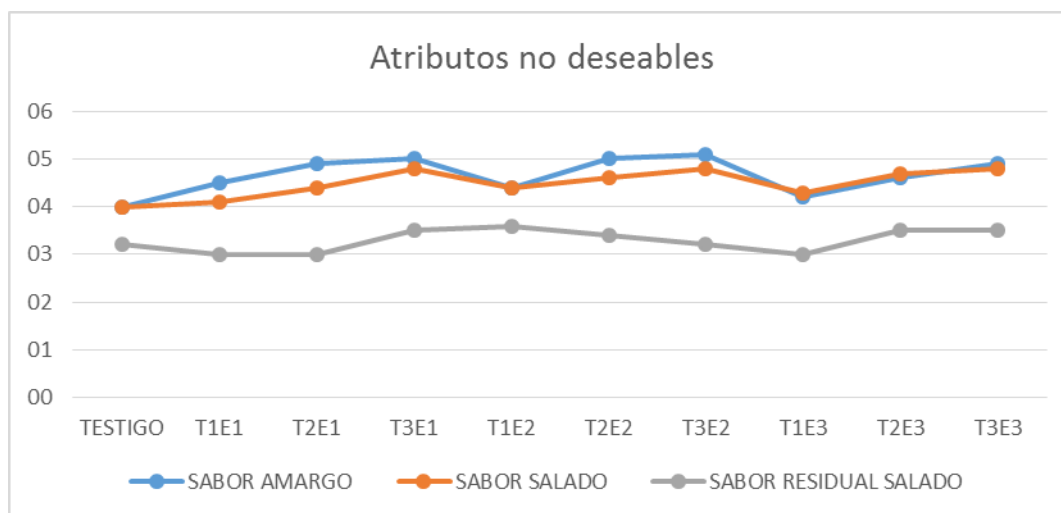


**Fuente:** El autor

Para los atributos no deseables: sabor amargo, sabor salado y sabor residual salado, el análisis QDA arrojó un ligero incremento comparado al testigo, del 22.5 %, el 20 % y el 9 % respectivamente, en todos los casos los resultados de los promedios de estos atributos se mantienen por debajo del

rango moderado (5) y con una desviación estándar menor a 1, por lo que no se consideran variaciones significativas.

**Gráfico 14. Valoración de Atributos no deseables: sabor amargo, sabor salado y sabor residual salado.**



**Fuente:** El autor

#### 4.2.2 Análisis sensorial afectivo o de preferencia.

Se aplicó análisis discriminativo a 80 personas no entrenadas, pero que son consumidores habituales de la bebida de almendras, se les ofreció 2 vasos con muestra, marcados como “A” y “B”, a las primeras 40 personas el vaso “A” contenía el testigo y el “B” una muestra de la bebida elaborada bajo el tratamiento T3E3, para el otro grupo de 40 personas, se invirtieron las codificaciones de las muestras, es decir “A” para el tratamiento T3E3 y “B” para el testigo. Se realizó el test con la pregunta: “¿Cuál de los 2 vasos contiene la bebida de mayor agrado para usted?”.

La tabulación de las respuestas fue la siguiente:

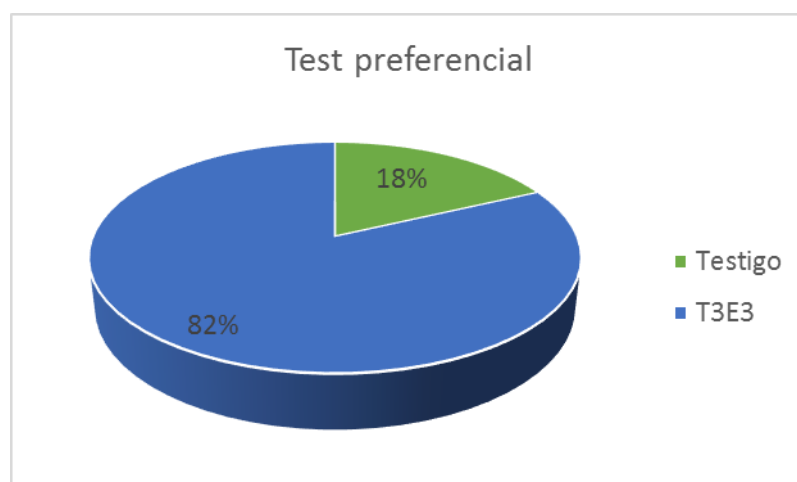


**Tabla 39. Resultados del test de preferencia.**

	<b>No. de Votos</b>	<b>Proporción</b>
Testigo	14	18 %
T3E3	66	82 %
Total	80	100 %

**Fuente:** El autor

**Gráfico 15. Proporciones de preferencia de acuerdo al test.**



**Fuente:** El autor

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se realizaron evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas de las materias primas y se encontraron dentro de normativa local.
- Se logró identificar los parámetros de proceso de fabricación para obtener un perfil sensorial con mayor intensidad de “Aroma, sabor y sabor residual a almendras”, el cual consiste en incrementar el tiempo de tostado a 15 minutos y la dosis de Stevia a 315 ppm en sustitución de sacarosa (correspondiente al tratamiento T3E3), sin afectar significativamente los requisitos físico-químicos dispuestos por el INEN para refrescos.
- Se aplicaron variaciones en el proceso: 3 tiempos de tostado y 3 dosis de Stevia para buscar un mejor perfil sensorial, luego de evaluaciones discriminativas se determinó que el perfil correspondiente al tratamiento T3E3 tuvo más aceptación que el testigo, corresponde al que tiene los atributos de “Aroma, sabor y sabor residual” a almendras más intenso.
- Se sustituyó parte del azúcar blanco refinado de la receta por Stevia en polvo en 3 medidas, la medida de 315 ppm logró incrementar los atributos sensoriales importantes sin alterar significativamente los atributos no deseables ni las características físicas/ químicas de la bebida, logrando un mejor perfil sensorial y aportando a la reducción de calorías de la bebida.

- Se aplicaron análisis de pH, acidez titulable y sólidos solubles a todos los tratamientos de la bebida de almendras y no arrojaron resultados con diferencia significativa respecto al testigo, estos resultados están dentro de la legislación local.
- Se aplicaron varias sesiones de análisis cuantitativo descriptivo (QDA) a todos los tratamientos y se pudo evidenciar que al incrementar la dosis de Stevia y el tiempo de tostado se incrementan gradualmente los atributos de sabor característicos de la almendra en la bebida.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es recomendable investigar nuevos límites superiores de tostado del grano de almendra, para determinar límites de aceptabilidad de la bebida por incremento de los atributos “sabor amargo” y “residual amargo”
- Se recomienda combinar la stevia con otros edulcorantes no calóricos para evaluar variaciones en perfil sensorial y la tendencia de reducción de sabor residual amargo atribuible a la stevia.
- Es recomendable realizar pruebas microbiológicas a la bebida antes de la pasteurización para evaluar incidencia de variaciones en el proceso/ receta sobre la carga microbiana de la bebida.
- Se recomienda repetir el análisis sensorial cuantitativo descriptivo en cada lote de producción para asegurar la uniformidad del perfil de sabor de cada producto con la especificación establecida.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- A.S.T.M. (1996). *Manual of sensory testing methods* (Second ed.). (E. Chambers, y M. Baker, Edits.) West Conshohoken, PA, USA: ASTM. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de <http://academic.uprm.edu/fjperez/Backup%20Agosto%207%202015/Cursos/CITA/CITA%206016%20-%20Sensorial/Libro%20Texto/ASTM%20MNL26-2ND%20Sensory%20Testing%20Methods.pdf>
- ABC. (20 de Julio de 2016). *California Almonds*. Almond Board of California, Denver. Recuperado el 24 de Julio de 2016, de <http://www.almonds.com/consumers/about-almonds/almond-lifecycle>
- Almela, E., Jordán, M., Martínez, C., Sotomayor, J., y Bedia, M. (Julio-Agosto de 2009). El flavor de la carne cocinada de cordero. *EUROCARNE*(178), 1. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de [http://www.eurocarne.com/daal?a1=boletin\\_imagenesya2=17802.pdf](http://www.eurocarne.com/daal?a1=boletin_imagenesya2=17802.pdf)
- Amerine, M., Pangborn, R., y Roessler, E. (2013). *Principles of sensory evaluation of food*. New York y London: Academic Press. Recuperado el 18 de Julio de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=kCnLBAAAQBAJyoi=fndypg=PP1ydq=Principles+of+sensory+evaluation+of+foodyots=Aq-V1eX1JPysig=x\\_CCkn6uCRJI0sU8cFSQ7y07Ock#v=onepageyq=Principles%20of%20sensory%20evaluation%20of%20foodyf=false](https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=kCnLBAAAQBAJyoi=fndypg=PP1ydq=Principles+of+sensory+evaluation+of+foodyots=Aq-V1eX1JPysig=x_CCkn6uCRJI0sU8cFSQ7y07Ock#v=onepageyq=Principles%20of%20sensory%20evaluation%20of%20foodyf=false)

- Barda, N. (22 de Agosto de 2012). Análisis sensorial de los alimentos. (M. Calí, Entrevistador) Recuperado el 4 de Junio de 2016, de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210470.pdf>
- Basker, D. (1976). *Comparison of discrimination ability between taste panel assessors*. Oxford, England: Oxford University Press. doi:10.1093/chemse/2.2.207
- Belewu, M., y Belewu, K. (2006). *Comparative Physico-Chemical Evaluation of Tiger-nut, Soybean and Coconut Milk Sources*. University of Ilorin, Microbial Biotechnology and Dairy Science Laboratory. Ilorin, Nigeria: INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE y BIOLOGY. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de [http://www.fspublishers.org/published\\_papers/79464\\_..pdf](http://www.fspublishers.org/published_papers/79464_..pdf)
- Calderón, E. (2011). *Lengua y sentido del gusto*. Trujillo, Perú. Recuperado el 25 de Junio de 2016, de <https://edwincalderon.wikispaces.com/file/view/LENGUA+Y+SENTIDO+DEL+GUSTO.pdf>
- Carro, R., y González, D. (2012). *Normas HACCP: Sistemas de análisis de Riesgos y Puntos críticos de control*. La Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de [http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11\\_normas\\_haccp.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf)
- CHF. (2015). *Søren Sørensen*. (Chemical Heritage Foundation) Obtenido de <https://www.chemheritage.org/historical-profile/s%C3%B8rens%C3%B8rsen>

Costell, E. (2005). *El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: Una posibilidad real*. Valencia: Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de [http://digital.csic.es/bitstream/10261/5729/1/IATA\\_AGROCSIC\\_Analisis.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/5729/1/IATA_AGROCSIC_Analisis.pdf)

Costell, E., y Durán, L. (1991). *El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos: Planificación, selección de jueces y diseño estadístico*. Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de [http://www.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58109/teoria/AS\\_III-Planificacion\\_y\\_Seleccion\\_Jueces.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58109/teoria/AS_III-Planificacion_y_Seleccion_Jueces.pdf)

Cross, H., Moen, R., y Sanfield, M. (1978). *Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality*. Food Tech. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19780340978>

Dan, A., Tifrea, A., y Tita, O. (2014). *Determination of protein in almond milk by chlorimetrically assay with folin ciocalteau reagent*. University of Sibiu, Agricultural Sciences and Food Engineering, Sibiu, Romany. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <http://www.agir.ro/buletine/1274.pdf>

Dhakal, S. (2013). *Impact of High Pressure Processing on Immunoreactivity and Some Physico-chemical Properties of Almond Milk*. Ohio State University, Food Science and Technology, Ohio. Recuperado el 4 de

Agosto de 2016, de  
[https://etd.ohiolink.edu/!etd.send\\_file?accession=osu1374017194&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1374017194&disposition=inline)

Dongowski, G. (1973). *The Biochemistry of Fruits and their Products*. New York: Interscience Publishers. doi:10.1002/food.19730170618

Eiseman, L. (2006). *A Pantone color resource*. Gloucester: Hand Book Press. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=ziZKhxp2teECyoi=fn&dypg=PA4ydq=pantone+de+coloryots=hraMh9AoQLysig=GuCOv2x-iarYxoeRu1vN03X6Ozw#v=onepage&q=pantone%20de%20coloryf=false>

Engell. (1928). *Sensory Evaluations principles*. London.

EPA. (2010). *Almond Processing*. United States Environmental Protection Agency, Food and Agricultural Industry, California. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/final/c9s10-2a.pdf>

FAO. (1998). *POTASSIUM SORBATE*. JECFA, Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives, Rome. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-349.pdf>

FAO. (1999). *XANTHAN GUM*. Joint FAO/ WHO Experts Committee on Food Additives, Rome. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-487.pdf>

- FAO. (2012). *Sistemas de Calidad e Inocuidad de los Alimentos*. Roma, Italia: FAO. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de <http://www.fao.org/3/a-w8088s.pdf>
- FAO. (2013). *Anteproyecto de revisión de la lista de aditivos alimentarios*. Roma. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de [ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/ccnfsdu/ccnfsdu35/nf35\\_08\\_add1s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/ccnfsdu/ccnfsdu35/nf35_08_add1s.pdf)
- FSA. (2015). *Food Additives Legislation Guidance: Regulation 1333/2008*. Food Standards Agency, London. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de <http://www.food.gov.uk/sites/default/files/multimedia/pdfs/guidance/food-additives-legislation-guidance-to-compliance.pdf>
- Gasmalla, M., Yang, R., Musa, A., Xiao, H., y Zhang, W. (2015). *Physico-chemical Assessment and Rebaudioside A. Productively of Natural Sweeteners (Stevia Rebaudiana Bertoni)*. Jiangnan University, School of Food Science and Technology, Wuxi, China. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <http://pubs.sciepub.com/jfnr/2/5/1/>
- GMA. (2010). *Industry handbook for safe processing of nuts*. Washington D.C., USA: The association of Food, Beverage and Consumer Products Companies. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de [http://www.gmaonline.org/downloads/technical-guidance-and-tools/Industry\\_Handbook\\_for\\_Safe\\_Processing\\_of\\_Nuts\\_1st\\_Edition\\_22Feb10.pdf](http://www.gmaonline.org/downloads/technical-guidance-and-tools/Industry_Handbook_for_Safe_Processing_of_Nuts_1st_Edition_22Feb10.pdf)



Golovnja, R., Jakoleva, U., Tesnokova, A., Mantveeva, N., y Borisov, J. (1981). *A method of selecting panel for hedonic asesment of new food product*. Die Nahrung. doi:10.1002/food.19810250108

Gómez, E. (2012). *Wisdom School*. Recuperado el 25 de Junio de 2016, de [http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/Ejercicios/3\\_ESO/Sentidos/olfato.htm](http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/Ejercicios/3_ESO/Sentidos/olfato.htm)

Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Determinación del pH*. Motevideo: Red Mapsa. Recuperado el 11 de Julio de 2016, de [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf)

Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301118/301118%20-%20Evaluacion%20Sensorial/leccin\\_no\\_2\\_\\_historia.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301118/301118%20-%20Evaluacion%20Sensorial/leccin_no_2__historia.html)

Huang, G. (2014). *Acrylamide in Roasted Almonds*. Almonds Board of California, Food Research and Technology, Modesto. Recuperado el 18 de Julio de 2016, de [http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/aq0104\\_acrylamide\\_in\\_roasted\\_almonds.pdf](http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/aq0104_acrylamide_in_roasted_almonds.pdf)

Huang, G. (2014). *Hot Air Roasting of Almonds*. Almond Board of California, Food Research and Technology, Modesto. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de

[http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/2014aq0008\\_hot\\_air\\_roasting\\_of\\_almond.pdf](http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/2014aq0008_hot_air_roasting_of_almond.pdf)

INEN. (2008). *NTE 2304: REFRESCOS. REQUISITOS*. Quito. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2304.2008.pdf>

INEN. (2008). *NTE INEN 2200: AGUA PURIFICADA ENVASADA*. Quito. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2200.2008.pdf>

INEN. (2010). *Azucar. Requisitos*. Quito. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0259.2000.pdf>

INEN. (2012). *Aditivos Alimentarios permitidos para el consumo humano*. Quito. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2074.2012.pdf>

INEN. (2014). *FRUTOS SECOS Y FRUTAS DESECADAS. Definiciones y Nomenclatura*. Quito. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/AOC/nte\\_inen\\_iso\\_4125extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/nte_inen_iso_4125extracto.pdf)

ISO. (2005). *Sensory analysis — Methodology — General guidance*. Geneva, Switzerland: ISO. Recuperado el 26 de Julio de 2016, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:36226:en>

Labavitch, J. (2011). *Almond*. University of California, Department of Plant Sciences, Davis. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/almond.pdf>

Lawless, H., y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food* (2 ed.). New York, NY, USA: Springer. Recuperado el 5 de Junio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=yrLfrVgU6CsCyoifndypg=PR6ydq=sensory+evaluation&yots=hsNJFmmdX6&sig=39LL514j11Qt7JZ02BiJaazcFHY#v=onepage&q=sensory%20evaluation&f=true>

MAGRAMA. (2014). *Frutos Secos: Almendra*. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, Madrid. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de [http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/almendra\\_tcm7-315319.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/almendra_tcm7-315319.pdf)

Matsunobu, A., Horishita, S., y Yamada, T. (1987). *Estados Unidos Patente nº 4639374 A*. Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de <https://www.google.com/patents/US4639374>

Meilgaard, M., Vance, G., y Carr, T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, FL, United States of America: CRC Press. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=F\\_A-YtWXF3gCyoifndypg=PA1ydq=sensory+evaluation&yots=GLIPo8pqvz&sig=6fHt\\_MnKd\\_ial0KDz8eYASzq2MI#v=onepage&q=sensory%20evaluation&f=true](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=F_A-YtWXF3gCyoifndypg=PA1ydq=sensory+evaluation&yots=GLIPo8pqvz&sig=6fHt_MnKd_ial0KDz8eYASzq2MI#v=onepage&q=sensory%20evaluation&f=true)

- MSPS. (2013). *Salud Pública: Calidad e Inocuidad de los Alimentos*. Bogotá: Ministerio de Salud Pública y Protección Social. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS%20Y%20SU%20IMP%20ORTANCIA%20EN%20LA%20CADENA%20AGROALIMENTARIA.pdf>
- Newton, I. (1704). *Opticks*. Londres, Inglaterra: Royal Society of England. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de [http://brizhell.org/Newton\\_Speckles/Opticks%20-%20scan%20from%20original%20manuscript%20-%20I.%20Newton.pdf](http://brizhell.org/Newton_Speckles/Opticks%20-%20scan%20from%20original%20manuscript%20-%20I.%20Newton.pdf)
- Olivas, R., Nevárez, V., y Gastélum, M. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de alimentos. *Tecnociencia*, 4-5. Recuperado el 29 de Junio de 2016, de <http://tecnociencia.uach.mx/numeros/numeros/v3n1/data/AnalisisSensorialdeAlimentos.pdf>
- Pacorbo, A., García, R., y Zarrouk, W. (2012). *Calidad sensorial del aceite de oliva*. Madrid. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de <http://www.economiaandaluza.es/sites/default/files/capitulo%208.pdf>
- Pantone. (12 de Julio de 2016). *Pantone: Who we are?* Obtenido de <http://www.pantone.com/about-us?from=topNav>
- Perren, R., y Escher, F. (2013). *Improving the Safety and Quality of Nuts*. Cambridge: L. Harris. Recuperado el 16 de Julio de 2016, de <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780857092663>

Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*.

Cali, Colombia: Universidad del Valle. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=4\\_TNm-72U7MCyoi=fndyPg=PA85ydq=análisis+sensorial+alimentos+yots=la6SSOHJvvysig=O5J0AQ83faJX3xNx\\_mb4eHq6tB4#v=onepage&yq=análisis%20sensorial%20alimentos&yf=true](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=yid=4_TNm-72U7MCyoi=fndyPg=PA85ydq=análisis+sensorial+alimentos+yots=la6SSOHJvvysig=O5J0AQ83faJX3xNx_mb4eHq6tB4#v=onepage&yq=análisis%20sensorial%20alimentos&yf=true)

Sancho, J., Botta, E., y de Castro, J. (2002). *Introducción al análisis sensorial*

*de alimentos* (Segunda ed.). Barcelona, Barcelona, España: Edicions Universitat de Barcelona. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?id=-cw1\\_dn02l8Cyprintsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_rycad=0#v=onepage&yqf=false](https://books.google.com.ec/books?id=-cw1_dn02l8Cyprintsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_rycad=0#v=onepage&yqf=false)

Serna, L., y López, S. (2010). *Actualización del manual del laboratorio de*

*análisis de alimentos del programa de tecnología química de la universidad tecnológica de Pereira*. Pereira. Recuperado el Julio 12 de 2016, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1824/66407S486.pdf;jsessionid=A0DFF926A3F31AFC30D403A56EB11FC0?sequence=1>

Stone, H., y Sidel, J. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. San Diego,

California, USA: Academic Press. Recuperado el Junio 2 de 2016, de [http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Learn%20Food%20Science/Food%20Science%20Activity%20Guide/activity\\_isseeingbelieving.pdf](http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Learn%20Food%20Science/Food%20Science%20Activity%20Guide/activity_isseeingbelieving.pdf)

UNAD. (2010). *Métodos de análisis sensorial*. Bogotá. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401552/Capitulo\\_8/824perfil\\_sensorial.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401552/Capitulo_8/824perfil_sensorial.html)

UNAM. (2008). Espectro visible. México D.F. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de [http://blogs.fad.unam.mx/asignatura/elva\\_hernandez/wp-content/uploads/2013/08/teoria-de-los-colores-luz-y-tipos-de-luz-e.pdf](http://blogs.fad.unam.mx/asignatura/elva_hernandez/wp-content/uploads/2013/08/teoria-de-los-colores-luz-y-tipos-de-luz-e.pdf)

USDA. (Mayo de 2016). *National Nutrient Database for Standard Reference Release 28*. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3635?fgcd=yman=yifacet=ycount=yymax=35ysort=yqllookup=12061yoffset=yformat=Fullynew=ymeasureby=>

Vilanova, M. (2008). *Análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) aplicado al estudio del aroma de los vinos gallegos*. Galicia, España. Recuperado el 22 de Julio de 2016, de [http://www.percepnet.com/cien06\\_08.htm](http://www.percepnet.com/cien06_08.htm)

Wald, A. (1973). *Sequential Analysis*. Mineola, New York, USA: Dover Publications Inc. Recuperado el 18 de Julio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=zXqPAQAAQBAJyoi=fndypg=PP1ydq=Sequential+Analysisyots=IXOf-G9tCKysig=gg3V3kHqHmTvbNq399jrCDE1xhM#v=onepageyq=Sequential%20Analysisyf=false>

Wittes, E., y Turk, A. (1968). *The selection of judges for odor discrimination panels*. ASTM. doi:10.1520/STP34105S

Wittig, E. (2001). *Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Recuperado el 30 de Junio de 2016, de [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/wittinge01/index.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html)

Yetunde, A., y Udofia, S. (2015). *Nutritional and Sensory Properties of Almond (Prunus amygdalu Var. Dulcis) Seed Milk*. University of Uyo, Department of Human Ecology, Nutrition and Dietetics. Akwa Ibom State, Nigeria: World Journal of Dairy y Food Sciences. doi: 10.5829/idosi.wjdfs.2015.10.2.9622

Zamora, E. (2009). *Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de alimentos Procesados*. La Habana: Editorial Universitaria. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301118/DISENO\\_AVA/Evaluacion\\_Objativa\\_de\\_la\\_Calidad\\_sensorial\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301118/DISENO_AVA/Evaluacion_Objativa_de_la_Calidad_sensorial_de_los_alimentos.pdf)

Zook, K., y Wessman, C. (2004). *The selection and use of judges for descriptive panels*. Trumbull, Connecticut, USA: Food y Nutrition Press, Inc. doi:10.1002/9780470385036.ch1d

# ANEXOS



**Gráfico 15. Cocido de las almendras para ablandar la piel.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 16. Tostado de las almendras.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 17. Pasta de las almendras.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 18. Licuado de la pasta con ingredientes**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 19. Bebida de almendras lista para pasteurizarse.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 20. Producto Terminado.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 21. Evaluación sensorial descriptiva.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 21. Panel de análisis sensorial descriptiva (QDA) evaluando la bebida.**



**Fuente:** El autor



**Gráfico 22. Pesado de muestra para análisis físico químico.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 23. Análisis de pH por método potenciométrico.**



**Fuente:** El autor

**Gráfico 24. Análisis de acidez titulable adición de indicador fenolftaleína.**



**Fuente: El autor**

**Gráfico 25. Análisis de acidez titulable por neutralización adición de NaOH**



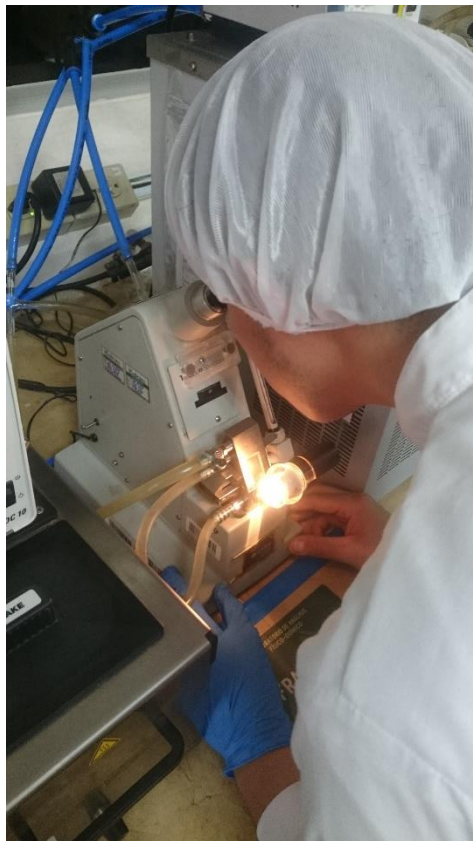
**Fuente: El autor**

**Gráfico 26. Cambio de coloración de la bebida indicando neutralización**



**Fuente: El autor**

**Gráfico 26. Análisis de solidos solubles con refractómetro.**



**Fuente: El autor**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, González Vargas Carlos Alfredo con C.C: # 092695778-8 autor del trabajo de titulación: Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación, previo a la obtención del título **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de septiembre de 2016

---

Nombre: González Vargas Carlos Alfredo

C.C: 092695778-8





**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras ( <i>Prunus amygdalus dulcis</i> ) considerando la incidencia de variaciones en el proceso de fabricación		
<b>AUTOR(ES)</b>	González Vargas Carlos Alfredo		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Víctor Egbert Chero Alvarado		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agroindustrial		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agroindustrial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de septiembre/2016	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	110
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Innovación técnica y tecnológica para la producción agroindustrial.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Análisis sensorial, Almendras, Tostado, Stevia, pH, Acidez titulable, Sólidos solubles.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>El análisis sensorial en los alimentos es un instrumento utilizado para determinar los diferentes atributos perceptibles con los órganos de los sentidos; este proceso permite establecer el perfil sensorial de un producto, en esta investigación se aplicó dicho análisis para establecer el perfil sensorial de una bebida de almendras fabricada bajo dos variantes: tiempo de tostado de las semillas y dosis de edulcorante, estas variaciones permitieron mejorar el perfil en tres atributos específicos: aroma, sabor y sabor residual a almendras, el perfil se determinó como resultado estadístico de varias sesiones en la que panelistas generaron datos sensoriales cuantitativos del producto. Aplicar variaciones en el proceso puede generar cambios tanto en las características sensoriales, como en los parámetros físico-químicos de las bebidas: pH, acidez titulable y sólidos solubles, estas variables se evaluaron y no se encontraron diferencias significativas respecto al testigo. En esta investigación se logró determinar un perfil con atributos de característicos de la almendra más intensos, sin alterar significativamente los lineamientos físico-químicos de calidad mandatorios por la legislación de Ecuador.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0939928517	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:carleto_gonzalez@hotmail.com">carleto_gonzalez@hotmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Donoso Bruque, Manuel Enrique		
	<b>Teléfono:</b> 0991070554		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec">manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			