



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**“EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA
FUNCIONAL A BASE DE BETARRAGA (*BETA VULGARIS*) Y
ARÁNDANOS (*VACCINIUM MYRTILLUS*)”.**

TESIS

PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADA POR:

Bach. Curo Díaz Silvia Patricia

Bach. Montenegro Deza Leslie Yessenia

ASESORADO POR:

M. Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias



**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA
FUNCIONAL A BASE DE BETARRAGA (*BETA VULGARIS*) Y
ARÁNDANOS (*VACCINIUM MYRTILLUS*)”.**

TESIS

PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADA POR:

Bach. Curo Díaz Silvia Patricia

Bach. Montenegro Deza Leslie Yessenia

APROBADA POR:

M. Sc. Juan Carlos Díaz Visitación

Presidente

M. Sc. José Enrique Hernández Oré

Secretario

M. Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez

Vocal

M. Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

Asesor

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, que me ha dado la fortaleza, inteligencia y capacidad para poder realizar esta obra fruto de gran dedicación.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo, por su incondicional apoyo y respaldo en todo este tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Silvia Curo

DEDICATORIA

A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y siendo mi aliento para continuar.

A mis padres, por sus consejos, amor, y apoyo a conseguir mis objetivos depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Leslie Montenegro

AGRADECIMIENTO

Mi mayor gratitud a Dios, por concederme la salud y fortaleza para seguir adelante, por iluminarme el camino y permitirme cumplir con éxito mis metas.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí, gracias por todo su amor, gracias a mi mamá Betty por esforzarse día a día para darme lo mejor; gracias a mi papá Marco por desear siempre lo mejor para mi vida, por cada consejo y cada una de sus palabras.

A mi asesor el Ing. Robles, gracias por sus aportes, conocimientos y orientación en el desarrollo de la tesis.

A todos mis amigos que llenaron de momentos gratos mi trayectoria universitaria, gracias por su apoyo, compañerismo y alegrías brindadas, Sandra, Leslie, Rosmary, Antonio, Evelyn, Karen y todos los que se me escapan por mencionar, les deseo mucho éxito y espero que la amistad perdure en el tiempo.

Silvia Curo

AGRADECIMIENTO

Le agradezco infinitamente a Dios por guiar mi camino siendo mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A mis padres Edilberto y Ana María quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar siendo mi apoyo en todo momento, por darme una excelente educación y la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, es por ellos que soy lo que soy.

Le agradezco al Ing. Robles por su confianza, tiempo brindado y apoyo necesario para la culminación de este trabajo.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

Leslie Montenegro

INDICE

I.	FUNDAMENTO TEÓRICO	1
1.1.	BETARRAGA (<i>Beta vulgaris</i>)	1
1.1.1.	Generalidades	1
1.1.2.	Taxonomía y Morfología	2
1.1.3.	Variedades.....	3
1.1.4.	Valor Nutricional	4
1.1.5.	Propiedades nutraceuticas	5
1.2.	ARÁNDANO (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	8
1.2.1.	Generalidades	8
1.2.2.	Taxonomía y morfología	9
1.2.3.	Variedades.....	10
1.2.4.	Valor Nutricional	13
1.2.5.	Propiedades Nutraceuticas.....	14
1.3.	ALIMENTOS FUNCIONALES	17
1.3.1.	Ingredientes usados en la producción de alimentos funcionales .	19
1.3.2.	Clasificación de alimentos funcionales	23
1.3.3.	Bebidas funcionales.....	25
1.4.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS.....	31
1.4.1.	Atributos sensoriales	32
1.4.2.	Clasificación de la evaluación sensorial	34
II.	MARCO METODOLÓGICO.....	40
2.1.	Área de ejecución.....	40

2.2. Población y Muestra	40
2.3. Materiales, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	40
2.3.1. Materiales	40
2.3.2. Técnicas	43
2.3.3. Metodología experimental.....	45
III. RESULTADOS.....	55
3.1. Caracterización de la materia prima	55
3.1.1. Aspecto físico	55
3.1.2. Aspecto fisicoquímico	56
3.2. Evaluación del Producto Terminado	57
3.2.1. Aspecto fisicoquímico	57
3.2.2. Aspecto microbiológico	61
3.2.3. Aspecto Sensorial.....	62
3.3. Caracterización del Mejor Tratamiento	70
3.3.1. Caracterización fisicoquímica	70
3.3.2. Caracterización microbiológica	70
3.3.3. Caracterización sensorial.....	71
IV. DISCUSIÓN	72
4.1. Caracterización de la materia prima	72
4.1.1. Aspecto físico	72
4.1.2. Aspecto Fisicoquímico	74
4.2. Evaluación del producto terminado	75
4.2.1. Aspecto Fisicoquímico	75

4.2.2. Evaluación Sensorial	76
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES	81
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	83
VIII. ANEXOS	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía y morfología de la betarraga.	2
Tabla 2. Composición Química de la betarraga.	4
Tabla 3. Taxonomía y morfología del arándano.	9
Tabla 4. Composición nutricional del arándano.	13
Tabla 5. Clasificación de alimentos funcionales según su componente nutracéutico.	24
Tabla 6. Clasificación compuestos nutracéuticos sobre funciones fisiológicas.	25
Tabla 7. Clasificación de las pruebas sensoriales.	34
Tabla 8. Escala Hedónica de nueve puntos.	45
Tabla 9. Aspecto físico de la materia prima utilizada.	55
Tabla 10. Dimensión de la materia prima	55
Tabla 11. Composición química proximal de la materia prima utilizada.	56
Tabla 12. Brix° de la pulpa de la materia prima utilizada.	57
Tabla 13. Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 1.	58
Tabla 14. Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 2.	58
Tabla 15. Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 3.	59
Tabla 16. Capacidad antioxidante en las bebidas elaboradas.	60
Tabla 17. Cuantificación de Antocianinas en las bebidas elaboradas	61
Tabla 18. Determinación de microorganismos mesófilos aerobios y de coliformes totales en las muestras de bebida	62
Tabla 19. Determinación mohos y levaduras en las muestras de bebida.	62
Tabla 20. Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo sabor	63

Tabla 21. Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo sabor.....	64
Tabla 22. Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo color.	65
Tabla 23. Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo color.....	65
Tabla 24. Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo olor.	67
Tabla 25. Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo aroma.	67
Tabla 26. Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo Apariencia general.	68
Tabla 27. Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo Apariencia general.	69
Tabla 28. Caracterización fisicoquímica del Mejor tratamiento.....	70
Tabla 29. Caracterización microbiológica del Mejor tratamiento.....	70
Tabla 30. Caracterización sensorial del Mejor Tratamiento.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Betarraga.	2
Figura 2. Arándano azul.	11
Figura 3. Arándano negro.	12
Figura 4. Arándano rojo.....	12
Figura 5. Ingredientes utilizados en la elaboración de bebidas funcionales.	27
Figura 6. Diagrama de Flujo de la Elaboración de Bebida funcional a base de Betarraga y Arándano.	46
Figura 7. Diagrama de Flujo de la Obtención de Pulpa de Betarraga.	47
Figura 8. Diagrama de Flujo de la Obtención de Pulpa de Arándano.	48
Figura 9. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 1	50
Figura 10. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 2	51
Figura 11. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 3.	52
Figura 12. Composición química proximal de la materia prima utilizada: Betarraga	56
Figura 13. Composición química proximal de la materia prima utilizada: Arándano	57
Figura 14. Comparación de la actividad antioxidante de los tratamientos....	60
Figura 15. Media de la Bebida Funcional con respecto a su sabor	64
Figura 16. Media de la Bebida funcional con respecto a su color	66
Figura 17. Media de la Bebida Funcional con respecto a su aroma.	68

Figura 18. Media de la Bebida Funcional con respecto a su apariencia en general.....	69
---	----

ABSTRACT

Functional foods have been considered as auxiliary to promote the health and quality of life of the individuals who consume it. Due to the growing worldwide interest in the development of these foods, foods that help prevent diseases and improve health status, and an initiative to increase consumption and add value to fruits and vegetables little exploited in the industry, it was elaborated a functional drink made from cranberry and beet, both outstanding for their antioxidant properties.

This thesis sought to obtain a drink with excellent antioxidant properties and at the same time develop a product that meets the nutritional and sensory needs of the consumer.

In the first place, the antioxidants present in the fruits to be used were investigated, in order to reduce the causes that alter their nature at the time of processing. Once the treatments with different concentrations of cranberry and beetraga were obtained (60%, 50%, 40%, and 40%, 50%, 60% respectively), their physicochemical and sensorial composition was evaluated; the anthocyanin content present in each treatment was also determined by the differential pH method.

From the analysis of anthocyanin content in the different treatments, values of: 3.76 ± 0.474 mg / L were obtained for treatment 1 (60% A and 40% B), 2.63 ± 0.308 mg / L for treatment 2 (50 % A and 50% B) and 1.84 ± 0.168 mg / L for treatment 3 (40% A and 60% B), indicating the treatment with the highest percentage of cranberry as the highest content of these antioxidants.

Subsequently, the antioxidant activity of the three treatments was evaluated by the ABTS colorimetry method; With the results obtained, it was determined that the most active treatment $49.76 \pm 0.578 \mu\text{M Trolox / ml}$ was the one that contained the highest percentage of cranberry and anthocyanins (treatment 1).

A sensory analysis was also carried out with 26 untrained panelists, in order to analyze the acceptance of each treatment through an ANOVA statistical analysis, identifying treatment 1 (60% A and 40% B) as the one of attributes with greater acceptance.

With these results it was proved that the fruits studied are a promising source of natural antioxidants, being more interesting due to their content of anthocyanins and antioxidant activity.

RESUMEN

Los alimentos funcionales se han considerado como auxiliares para promover la salud y la calidad de vida de los individuos que lo consumen. Debido al creciente interés a nivel mundial en el desarrollo de éstos alimentos, alimentos que ayudan a prevenir enfermedades y a mejorar el estado de salud, y a una iniciativa por aumentar el consumo y darle valor agregado a frutas y hortalizas poco explotadas en la industria, se elaboró una bebida funcional a partir de arándano y betarraga, ambos destacados por sus propiedades antioxidantes.

En esta tesis se buscó obtener una bebida con excelentes propiedades antioxidantes y a la vez desarrollar un producto que satisfaga las necesidades nutricionales y sensoriales del consumidor, motivo por el cual se ensayó la combinación con diferentes concentraciones de la materia prima.

En primer lugar, se investigó sobre los antioxidantes presentes en los frutos a emplear, para de esta manera, al momento de ser procesada reducir las causas que alteren su naturaleza. Ya obtenidos los tratamientos con diferentes concentraciones de arándano y betarraga (60% y 40%, 50% y 50%, 40% y 60% respectivamente), se evaluó su composición fisicoquímica y sensorial; también se determinó el contenido de antocianinas presentes en cada tratamiento por el método de pH diferencial.

De los análisis realizados del contenido de antocianinas en los diferentes tratamientos, se obtuvieron valores de: 3.76 ± 0.474 mg/L para el tratamiento 1 (60%A y 40%B), 2.63 ± 0.308 mg/L para el tratamiento 2 (50%A y 50%B) y

1.84 \pm 0.168 mg/L para el tratamiento 3 (40%A y 60%B), señalando al tratamiento 1 con mayor porcentaje de arándano como el de mayor contenido de estos antioxidantes.

Posteriormente se evaluó la actividad antioxidante de los tres tratamientos por el método colorimetría ABTS; con los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento más activo 49.76 \pm 0.578 μ M Trolox/ml fue el que contenía mayor porcentaje de arándano y de antocianinas (tratamiento 1).

Se llevó a cabo también un análisis sensorial con 26 panelistas no entrenados, para así, evaluar el grado de aceptación de cada tratamiento a través de un análisis estadístico ANOVA, identificándose al tratamiento 1 (60% A y 40%B) como el de atributos con mayor aceptación.

Con estos resultados se comprobó que las frutas estudiadas son una fuente promisorio de antioxidantes naturales, siendo más interesantes debido a su contenido de antocianinas y actividad antioxidante.

INTRODUCCIÓN

Diversas enfermedades han sido la principal causa de muerte a lo largo de la existencia humana; sin embargo, la alteración demográfica y nutricional, y la globalización de procesos económicos produjeron cambios en el perfil de enfermedades.

No es novedad que necesitamos de una gran variedad de nutrientes esenciales diarios para poder no solo subsistir, sino, que nuestro organismo funcione correctamente. La ingesta insuficiente de frutas y verduras, junto con el alto consumo de comidas rápidas, gaseosas y golosinas, se traduce nutricionalmente en un bajo consumo de sustancias biológicamente activas tales como vitaminas, minerales y metabolitos secundarios que cumplen funciones antioxidantes, la deficiencia de éstos últimos tiene varias consecuencias, producto de la tensión oxidativa en el organismo, que conllevan a la aparición de enfermedades degenerativas tales como el cáncer, alzhéimer y párkinson.

Existe evidencia de que algunos tipos de frutas y verduras con excelentes propiedades nutricionales son capaces de prevenir e incluso combatir varios tipos de cáncer y otras enfermedades, pero lamentablemente son poco explotados en la industria.

La propuesta de elaborar una bebida funcional a base de betarraga y arándanos, se debe a la creciente demanda orientada en aquellos productos que aporten un valor agregado a la salud del consumidor, brindándole

beneficios como, mejorar su inmunidad, digestión, asimismo proporcionarle saciedad y energía.

La betarraga rico en antioxidantes entre los que destacan las betalainas con un 75 – 95%, se considera como un buen alimento para prevenir la aparición de varias enfermedades degenerativas; por su parte, el arándano tiene un contenido muy bajo en azúcares y muy elevado en antioxidantes, entre los que destacan la vitamina C y las antocianinas en 13 mg y 25 - 100 mg por 100 g de fruto respectivamente; debido a ello, esta combinación de frutos brindará un aporte nutricional significativo y a su vez ayudará a prevenir e incluso combatir diferentes enfermedades como es el colesterol, artritis, cáncer, problemas cardíacos, respiratorios, entre otros. La investigación tiene como finalidad desarrollar un producto que satisfaga las necesidades nutricionales y sensoriales del consumidor , teniendo como objetivo general evaluar fisicoquímica y sensorialmente una bebida funcional a base de betarraga (*Beta vulgaris*) y arándanos (*Vaccinium myrtillus*), así mismo como objetivos específicos caracterizar fisicoquímicamente la materia prima, evaluar cada tratamiento a partir de la composición fisicoquímica y sensorial, cuantificar las antocianinas presentes en el producto terminado, determinar la actividad antioxidante del producto terminado, caracterizar la mejor bebida fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente.

I. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. BETARRAGA (*Beta vulgaris*)

1.1.1. Generalidades

La betarraga, remolacha o también llamada betabel, es una hortaliza bianual, que inicialmente forma raíz redonda y pivotante en la que almacena las reservas energéticas, esta hortaliza ramifica un par de cotiledones de los que posteriormente se desarrollan hojas verdaderas de forma ovalada a corniforme de color verde oscuro o rojizo pardo, este conjunto de hojas forman en la parte superior de la raíz una roseta, presenta flores agrupadas en espiga y frutos con dos o más semillas. Las hojas de la betarraga son una fuente excelente de vitamina A y las raíces (betarragas) son una buena fuente de vitamina C **(Carbajal, 2016)**.

Existen variedades de betarraga, entre las que destacan la betarraga roja y la betarraga blanca o betarraga alargada. Ambas son muy ricas en azúcar que es mucho más asimilable que el de la caña de azúcar. También son muy ricas en almidón. Ambas poseen raíces comestibles y sus hojas pueden usarse como verdura. Siendo mucho más sabrosa, la betarraga roja es la que se destina generalmente a la alimentación como hortaliza fresca, mientras que la blanca se destina fundamentalmente a la producción de azúcar o a la alimentación animal.

El cultivo de la betarraga se desarrolla en Francia y España durante el siglo XV, se cultivaba por sus hojas, que probablemente equivalían a las espinacas

y acelgas. A partir de entonces la raíz ganó popularidad, especialmente la de la variedad roja conocida como betarraga o remolacha (Infoagro, 2011).



Figura 1. Betarraga.

Fuente: <http://www.onlinepersonaltrainer.es/wp-content/uploads/2015/01/La-remolacha-engorda.jpg> (2015).

1.1.2. Taxonomía y Morfología

Tabla 1

Taxonomía y morfología de la betarraga.

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>B. vulgaris</i>
Nombre binomial	<i>Beta vulgaris</i>

Fuente: <http://www.alimentos.com/que/es/remolacha.html>, (2010).

La betarraga es una planta bianual. Durante el primer año la betarraga desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas, durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula, pudiendo alcanzar ésta hasta un metro de altura (Salunkhe y Kadam, 2004).

- **Flores:** Poco llamativas y hermafroditas. La fecundación es generalmente cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en épocas diferentes.
- **Raíz:** Es pivotante, casi totalmente enterrada, de piel rugosa al tacto, constituyendo la parte más importante del órgano acumulador de reservas.
- **Semillas:** Son adheridas al cáliz y son algo leñosas.

1.1.3. Variedades

1.1.3.1. Betarragas chatas

Se caracterizan por tener una forma redonda y aplastada, con un diámetro ecuatorial mucho mayor que el polar. Durante muchos años dominaron en el mercado cultivares como Chata de Egipto, Crosby-s Egyptian y Early Wonder **(Espinoza, 2013)**.

1.1.3.2. Betarragas redondas

Se caracterizan por una forma globular, con diámetros ecuatoriales y polares parecidos. Paulatinamente han ido desplazando a las variedades chatas en el comercio, siendo los cultivares más conocidos Detroit Dark Red, Red Ace y Ruby Queen **(Espinoza, 2013)**.

1.1.3.3. Betarragas cilíndricas

Se caracterizan por ser alargadas, con un diámetro polar mayor que el ecuatorial, estos cultivares han sido desarrollados básicamente para la obtención de producto de rodajas y su principal utilización es en la

agroindustria. Los cultivares más conocidos son Cylindra, Cylinder Long Red y Formanova (Espinoza, 2013).

1.1.4. Valor Nutricional

Tabla 2

Composición Química de la betarraga.

Composición por cada 100gr.	unidad	Valor
Agua	g	87.1
Nitrógeno total	g	0.27
Proteína	g	1.7
Grasa	g	0.1
Hidratos de carbono	g	7.6
Calorías	Kj	54.0
Almidón	g	0.6
Azúcares totales	g	7.0
Fibra dietética	g	1.9
Sodio	mg	66
Potasio	mg	380
Calcio	mg	20
Magnesio	mg	11
Fósforo	mg	51
Hierro	mg	1.0
Azufre	mg	16
Caroteno	µg	20
Tiamina	mg	0.01
Riboflavina	mg	0.01
Niacina	mg	0.1
Vitamina B6	mg	0.03
Folato	µg	150
Pantotenato	mg	0.12
Vitamina C	mg	4.9

Fuente: Salunkhe y Kadam (2004).

La raíz de la betarraga tiene una armadura celulósica, que constituye del 4-5% de la betarraga. El extracto seco de la raíz representa alrededor del 25% del peso de esta y lo componen la armadura celulósica y otras materias tanto orgánicas como inorgánicas. El agua constituye otro 75%. El azúcar contenido en la betarraga es la sacarosa, un disacárido constituido por dos moléculas de hexosa unidas mediante un puente de oxígeno, siendo su fórmula química: $C_{12}H_{22}O_{11}$. **(Salunkhe y Kadam, 2004).**

1.1.5. Propiedades nutraceuticas

Desde un punto de vista dietético, la betarraga roja es la más interesante por sus propiedades medicinales. Destaca por ser un **potente anticancerígeno**, virtud que deriva de su riqueza en flavonoides, principalmente por el pigmento rojo betanina. Se ha demostrado que la ingestión de esta planta inhibe y previene la aparición o el crecimiento de tumores cancerígenos, tal como constató el doctor húngaro Alexander Frerenegi en sus experimentos llevados a cabo en animales y personas. Aquellos que comían mucha betarraga desarrollaban menos tumores que los que no lo hacían y los enfermos de cáncer mejoraban y resistían durante más tiempo a la enfermedad si comían betarraga cruda o polvos de betarraga. Resulta muy interesante consumir este alimento en combinación con otras plantas que ayudan a depurar el organismo y prevenir esta enfermedad: tomates, cebollas o pepinos, por ejemplo. Por su contenido en folatos resulta ideal para prevenir enfermedades del corazón **(Tojo et al., 2006).**

Este alimento constituye un **muy buen mineralizante** del organismo. Es rico en hierro lo que la hace muy interesante para su consumo en las mujeres, quienes necesitan fundamentalmente este elemento durante el embarazo y durante la menstruación, dos momentos en que se precisa más aporte de este mineral. La ingestión de este mineral, que resulta esencial en la producción de hemoglobina, se hace también necesaria en otros momentos como la presencia de anemias, leucemia o transfusiones muy habituales (**Tojo et al., 2006**).

Es un vegetal con **propiedades rejuvenecedoras**, cuyo consumo puede mantener la juventud durante más tiempo. Esta propiedad viene aportada por la presencia del ácido fólico, del cual esta planta es una de las que posee en más cantidad. Este ácido contribuye a la creación de células nuevas y también, junto con el hierro, en la producción de glóbulos rojos. También interviene en la creación del aminoácido metionina, cuya existencia es necesaria para la buena salud del cabello, las uñas o la piel. Su consumo hace que nuestra piel tenga un aspecto más joven y más sano. También hay que mencionar su participación en la producción de la hormona dopamina, que nos previene del malhumor y de los síntomas depresivos. Otro de los elementos rejuvenecedores es el silicio, muy importante para la buena salud de los huesos, las arterias y la piel (**Tojo et al., 2006**).

Hay que destacar su **riqueza en fibras muy útil para prevenir el estreñimiento**. En general resulta digerible e incluso ayuda a asimilar el resto de alimentos ya que su riqueza en rubidio incrementa los jugos gástricos. (**Tojo et al., 2006**).

Es un alimento muy adecuado para los que sufran **retención de líquidos**, por lo que deberán comerlo habitualmente los obesos o artríticos o quienes pretendan bajar peso. No solamente depura los riñones, sino también la sangre al resultar alcalinizante elimina la acidez corporal y ayuda al hígado en su función depurativo, hecho que lo hace muy interesante para que sea consumido por enfermos de hígado **(Tojo et al., 2006)**.

Estimula el cerebro y elimina las toxinas que en él se puedan acumular ayudando a mantener una buena salud mental. Por su riqueza en hidratos de carbono es un **alimento muy energético**, aunque fácilmente asimilable. Debería consumirse en combinación con otras verduras y no con otros alimentos muy calóricos o ricos en hidratos para evitar una excesiva acumulación de los mismos. Siempre que sea posible debería comerse crudo en ensaladas en combinación con otras verduras u hortalizas. Resulta también ideal tomarlo en forma de zumos, mezclado con el de otras frutas como la manzana u hortalizas como la zanahoria **(Tojo et al., 2006)**.

1.1.5.1. Alto contenido en flavonoides

Es rico en flavonoides, unos antioxidantes que destacan por ser un potente anticancerígeno, por lo que su ingestión regular dentro de una alimentación equilibrada ayuda a prevenir la aparición de cáncer **(Pérez, 2008)**.

Entre sus flavonoides, contiene pigmentos llamados betalaínas, de acción antioxidante y que le dan su color característico. Los antioxidantes bloquean el efecto dañino de los radicales libres. La respiración en presencia de oxígeno es esencial en la vida celular de nuestro organismo, pero como consecuencia

de la misma se producen unas moléculas, los radicales libres, que ocasionan a lo largo de la vida efectos negativos para la salud a través de su capacidad de alterar el ADN (los genes), las proteínas y los lípidos o grasas **(Pérez, 2008)**.

1.1.5.2. Alto contenido en folatos

Aunque originalmente sea poco conocida por este beneficio, la betarraga también es interesante como protector frente a enfermedades cardiovasculares, sobre todo enfermedades del corazón. Este importante beneficio se debe a su contenido en folatos. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico **(Pérez, 2008)**.

1.2. ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*)

1.2.1. Generalidades

El arándano, es un arbusto enano o enredadera leñosa, de tipo perenne, de crecimiento lento y con una altura de 10 a 20 cm. Es nativa del este de Estados Unidos, aunque se han introducido plantas silvestres en la Costa del Pacífico. El 30% de los terrenos destinados a la producción de arándano comercial, son selecciones de la planta silvestre de *V. macrocarpon* **(Strike et al., 2002)**.

Es considerado un fruto falso ya que deriva del ovario inferior, a diferencia de los frutos verdaderos que derivan del ovario superior. El fruto del arándano es una baya casi esférica, que según la especie y cultivar, puede variar en

tamaño, de 0.7 a 1.5 centímetros de diámetro, y en color, desde azul claro hasta negro. La epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva, lo que tiene gran importancia a la hora de su comercialización (Zapata, 2014).

1.2.2. Taxonomía y morfología

Tabla 3

Taxonomía y morfología del arándano.

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Ericales</i>
Familia	<i>Ericaceae</i>
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>Sp.</i>
Nombre binomial	<i>Vaccinium sp.</i>

Fuente: Bañados (2007).

Muñoz et al. (2005), menciona que los arándanos son plantas leñosas, perennes y de larga vida. Dependiendo de la especie, pueden alcanzar alturas que van desde unos pocos centímetros hasta los 7 m. Aquellos que no alcanzan alturas superiores a 1 m, por lo general forman colonias extensas debido a la habilidad de las raíces rizomatosas de emitir brotes vegetativos. Las especies mayores de 1.5 m, por el contrario, no tienen rizomas, pero la raíz tiene la capacidad de emitir brotes adventicios, por lo que generalmente están desprovistos de un tronco único y más bien forman coronas de brotes múltiples.

- **Raíz: Bañados (2007)**, indica que la raíz está desprovista de pelos radicales, de modo que son las raíces jóvenes las que efectúan la labor de absorción.

- **Tallo:** El tallo es de tipo leñoso, de color oscuro, ramificado (**Bañados, 2007**).

- **Flores: Muñoz (2007)** menciona que la floración ocurre sobre yemas que se diferencian al inicio del otoño, generalmente cuando se detiene el crecimiento vegetativo, probablemente en respuesta al fotoperiodo. Normalmente, se forma una inflorescencia por nudo, pero en brotes medianamente gruesos pueden formarse dos. El número de nudos florales en un brote, como el número de flores por inflorescencia, son características de cada variedad.

- **Fruto: Muñoz et al. (2005)**, dice que el fruto corresponde a una baya casi esférica que varía en tamaño desde 0.7 a 1.5 cm de diámetro dependiendo de la variedad; posee secreciones cerosas que le dan una terminación atractiva. El fruto puede poseer hasta 100 semillitas pequeñas ubicadas al interior del endocarpio.

- **Semilla: García et al. (2012)** indica que la semilla, es de color amarillo cremoso, de forma aplanada u ovoide achatado en uno de sus lados y pequeña midiendo entre 2 milímetros a 5 milímetros de largo.

1.2.3. Variedades

1.2.3.1. Arándano Azul (*Vaccinium corimbosum*)

Se caracteriza por sus hojas caducas, que adquieren un tono escarlata, al llegar el otoño, es un arbusto de aspecto vertical, que alcanza 1.8 metros de

altura, con flores rocosas e inflorescencias péndulas de color rosa palo pálido. Destaca por sus frutos de color negro – azulado, bastantes grandes y sabrosos, es la especie más ampliamente cultivada **(Romero, 2016)**.



Figura 2. Arándano azul.

Fuente: <http://static.vix.com/es/sites/default/files/imagenes/otramedicina/1/100034268.jpg>, (2016).

1.2.3.2. Arándano Negro / Arándano Uliginoso (*Vaccinium uliginosum*)

Se trata de un arbusto que difícilmente pasa el medio metro de altura, siendo de 15 a 20 cm su altura habitual, crece en suelos ácidos de la tundra, zonas pantanosas y bosques de coníferas (pinos). Sus frutos son negras con pulpa blanca y sus flores rosa pálido, florece en primavera y fructifica en verano. No se suele cultivar, aunque se recogen los frutos en forma silvestre **(Romero, 2016)**.



Figura 3. Arándano negro.

Fuente: <http://www.enbuenasmanos.com/wp-content/uploads/aronia.jpg>, (2016).

1.2.3.3. Arándano Rojo (*Vaccinium vitis – idaea*)

Normalmente aparece formando un bulto por debajo de los árboles de 10 y 30 cm de altura. Los frutos son redondeados y rojizos y aparecen a finales de otoño, su sabor es muy ácido por lo que se utiliza fundamentalmente en la elaboración de compotas y mermeladas (Romero, 2016).



Figura 4. Arándano rojo.

Fuente: http://www.larutanatural.eu/wp-content/uploads/cranberries-cosmogon_ru.jpg, (2014).

1.2.4. Valor Nutricional

Tabla 4

Composición nutricional del arándano.

Nutriente	Unidades	Valor por 100g
Agua	g	87.13
Energía	Kcal	46
Proteína	g	0.39
Lípidos totales (grasas)	g	0.13
Carbohidratos	g	12.20
Fibra alimentaria total	g	3.6
Azúcares	g	4.4
Aminoácidos		
Leucina	g	0.053
Lisina	g	0.039
Fenilalanina	g	0.036
Tirosina	g	0.032
Valina	g	0.045
Arginina	g	0.056
Alanina	g	0.049
Ácido aspártico	g	0.188
Ácido glutámico	g	0.146
Glicina	g	0.048
Serina	g	0.051
Minerales		
Ca	mg	8
Fe	mg	0.25
Mg	mg	6
P	mg	13
K	mg	85
Na	mg	2
Vitaminas		
Vitamina C	mg	13.3
Tianina	mg	0.12
Riboflavina	mg	0.2
Niacina	mg	0.101
Ácido pantoténico	mg	0.295
Folato total	mg	1
Colina total	mg	5.5
Betaína	mg	0.2
Vitamina A	ug	3
Caroteno, beta	mg	36
Vitamina E	mg	1.20
Vitamina K	mg	5.1
Lípidos		
Ácidos grasos saturados	g	0.011
Ácidos grasos	g	0.018
Ácidos grasos poliinsaturados	g	0.055
Flavonoides		
Antocianidinas		
Cianidina	mg	46.4
Delfidina	mg	7.7
Malvidina	mg	0.4
Peonidina	mg	49.2
Flavonoles		
Kaempferol	mg	0.1
Miricetina	mg	6.6
Quercetina	mg	14.8

Fuente: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, (2016).

La composición nutricional del arándano se puede ver afectada por la variedad, la región donde se cultive y las prácticas culturales. Los arándanos presentan además un amplio espectro de sustancias bioactivas como vitamina C, vitamina A, β - caroteno y compuestos fenólicos. Entre los compuestos fenólicos, los metabolitos que predominan son los flavonoides, y particularmente las antocianinas. Las antocianinas son responsables del intenso color de las bayas pues se encuentran concentrados en la piel de estos frutos, concretamente en la epidermis y subepidermis. El contenido total de antocianinas varía de 25 a 100 mg por 100 g de fruto en función de la variedad, el clima (por ejemplo noches frías tienden a promover más el desarrollo del color), y el tamaño del fruto. **(Hancock *et al.*, 2008).**

1.2.5. Propiedades Nutraceuticas

Las propiedades nutricionales y nutraceuticas del arándano son constantemente investigadas y promovidas. Su consumo ha sido recomendado para todo tipo de personas, destacando su bajo aporte calórico, su contenido de fibra, su elevado aporte de potasio y por ser buena fuente de Vitamina A y C **(Pino, 2007).**

1.2.5.1. Alto contenido de vitamina C y fibra

El arándano y sus sub-productos han sido asociados a una gran variedad de beneficios para la salud humana. Se utilizaba para el tratamiento de inflamación y, en razón de su alto contenido en vitamina C, para la prevención

del escorbuto por lo cual lo llevaban a bordo en los barcos que hacían viajes de larga distancia (**Muñoz, 2007**).

Muñoz et al. (2005), menciona que la vitamina C es la que potencia el sistema inmunológico o de defensas del organismo y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso del cáncer, además **Kaiser (2013)**, indica que tiene la capacidad de favorecer la absorción del hierro de los alimentos, por lo que mejora o previene la anemia ferropénica; por otra parte también indica que la fibra que posee es un componente muy abundante en estas frutas, por lo que su consumo habitual puede resultar beneficioso para tratar el estreñimiento y la atonía intestinal.

1.2.5.2. Alto contenido de Fenoles

Una de las características de los arándanos es la abundancia de pigmentos naturales (antocianos y carotenoides) de acción antioxidante, responsables del intenso color de las bayas pues se encuentran concentrados en la piel de estos frutos, neutralizan la acción de los radicales libres que son nocivos para el organismo. Estos flavonoides presentan propiedades antitumorales, antisépticas, antiulcerosas y antiinflamatorias (**Viskelis et al., 2009**).

Además, también se han descrito compuestos en estos frutos que presentan propiedades antioxidantes, anticancerígenas así como un efecto protector frente a la arterioesclerosis (**Aviram et al., 2000; Adams et al., 2006**).

Los científicos se han interesado en caracterizar los fitoquímicos presentes en esta fruta y en determinar sus posibles efectos sobre la salud. Han mostrado

que el arándano posee una alta concentración de polifenoles (alrededor de 1g/kg), predominantemente como glicósidos y ésteres y, en más baja proporción, como ácidos fenólicos libres (**Vvedenskaya et al., 2004**).

Los contenidos totales de quercetina y miricetina fluctúan entre 73 y 250 y entre 4 y 27 mg/kg de peso fresco, respectivamente. Pequeñas cantidades de kaepferol (0.6 a 2.7 mg/kg de peso fresco) han sido también detectadas en algunas variedades de arándanos. Las antocianinas predominantes en el arándano americano son el 3-0 galactósido y 3-0-arabinosida de cianidina y peonidina mientras que en los arándanos europeos se observan 3-0-glucósido de cianidina y peonidina (**Muñoz, 2007**).

Miyazawa et al. (1999), menciona que el interés por los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo.

Así también, **Tristán et al. (2005)**, realizaron bioensayos que demuestran que los arándanos inhiben las etapas de iniciación, promoción y progresión de la carcinogénesis.

De acuerdo con **Tristan et al. (2005)**, las antocianinas provenientes de cuatro especies de arándanos silvestres: *Amelanchier alnifolia*, *Viburnum trilobum*, *Prunus virginian* y *Shepherdia argétea*, muestran propiedades hipoglucémicas. Tales frutos, con alto contenido de sustancias fitoquímicas,

han sido consumidos tradicionalmente por tribus norteamericanas para la protección de enfermedades crónicas como diabetes.

Referente a la actividad antiinflamatoria, **Wang y Mazza (2002)** encontraron en extractos concentrados de antocianinas efecto inhibitorio de la producción de óxido nítrico en macrófagos activados.

Por otra parte, los taninos presentes en los arándanos inhiben la adhesión a las células del epitelio gástrico de *Helicobacter pylori*, el agente responsable del desarrollo de patologías gástricas como la úlcera o el adenocarcinoma gástrico (**Starr y Leahy, 2001**).

Por lo tanto el arándano constituye un buen candidato para el desarrollo de alimentos funcionales, en razón de sus numerosas propiedades saludables.

1.3. ALIMENTOS FUNCIONALES

La denominación de “alimento funcional” tiene sus orígenes en los años ochenta en Japón cuando el término fue introducido en los reportes del “Systemic Analysis and Development of Food Functions”. Para 1988, los alimentos funcionales se definían como alimentos diseñados y procesados para expresar de manera significativa funciones relacionadas al mecanismo de defensa del cuerpo y la prevención y recuperación de enfermedades, debiendo cumplir con las siguientes condiciones: 1) consistir de ingredientes o componentes convencionales y ser consumidos de forma común o a través de alimentos; 2) consumirse como parte de la dieta común; y 3) estar

etiquetados debidamente especificándose la función del beneficio atribuible **(Kwak y Jukes, 2001)**.

En 1991, se estableció el concepto de “Alimentos para Uso Específico en la Salud” (Foods for Specified Health Use, FOSHU), que es una clasificación japonesa más estricta y controlada para los alimentos funcionales. Para que los alimentos se incluyan dentro de esta categoría, deben ser autorizados por el Ministro de Salud de ese país, tras la comprobación científica que apoye la presunta función atribuible cuando son consumidos de forma ordinaria **(Lahtinen et al., 2009)**.

Según **Howlett (2008)**, un alimento funcional puede ser:

- Un alimento natural o no modificado.
- Un alimento natural en el que uno de sus componentes ha sido mejorado.
- Un alimento al que se ha añadido un componente para que produzca beneficios.
- Un alimento del cual se ha eliminado un componente y producirá menos efectos adversos sobre la salud.
- Un alimento en el que la biodisponibilidad de uno o más componentes ha sido aumentada.
- Combinaciones de las anteriores.

1.3.1. Ingredientes usados en la producción de alimentos funcionales

1.3.1.1. Compuestos antioxidantes

Existe una evidencia que asocia las dietas en frutas y verduras, principalmente ricas en antioxidantes, con menores tasas de mortalidad debidas a enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, hipertensión, etc. La atención se centró en los componentes antioxidantes, que podrían proporcionar protección frente a enfermedades crónicas al disminuir el daño oxidativo en tejidos y moléculas clave mediante la prevención de la formación de radicales libres, su secuestro o su descomposición. La llamada “hipótesis antioxidante” se basa en que el daño oxidativo resulta de la acción de especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno que se forman de modo natural en el organismo **(Ferrari y Torres, 2003)**.

Cuando las defensas antioxidantes son insuficientes tiene lugar la oxidación del DNA, proteínas, lípidos y otras moléculas, lo cual podría disminuirse mediante antioxidantes alimentarios. La posibilidad de que ciertas sustancias antioxidantes abundantes en las plantas como los polifenoles (ejm. Flavonoides) y terpenoides (carotenoides) ejerzan efectos positivos en la salud depende de su biodisponibilidad **(Buttriss et al., 2002)**.

De los compuestos antioxidantes, de los fenólicos son los más comunes, por ejemplo las antocianinas que son las responsables de tonos rojos, azules y violáceos se encuentran en fresas, ciruela, uva, berenjena, lombarda, rábano de tonalidad crema-amarillenta están presentes en las partes externas de frutas y hortalizas, como cebolla, manzana y té **(Espin y Tomás, 2005)**.

1.3.1.1.1. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios producidos por las plantas para su defensa y supervivencia. A los compuestos fenólicos, se les ha atribuido una amplia gama de efectos benéficos a la salud humana, ya que pueden actuar como antialérgicos, antiinflamatorios, antimicrobianos y antioxidantes **(Balasundram et al., 2006)**. Dichos efectos benéficos se han atribuido principalmente a su capacidad antioxidante, y por tal; poseen un rango extenso de aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica **(Gil et al., 2013)**.

Las antocianinas, ácidos fenólicos, flavonoides y estilbenos son compuestos bioactivos pertenecientes al amplio grupo de los compuestos fenólicos utilizados para la formulación de alimentos funcionales. Estos compuestos pueden encontrarse en altas concentraciones en la uva, mango, granada, berries, acai y té verde, y en vegetales como las espinacas, berenjena, brócoli y zanahoria, por mencionar algunos **(Balasundram et al., 2006)**.

1.3.1.1.2. Carotenoides

Los pigmentos carotenoides son un grupo de compuestos bioactivos de interés en la industria de alimentos, en nutrición y la ciencia de alimentos debido a su alto impacto en la salud humana y sus beneficios económicos **(Fernández et al., 2012)**.

Los carotenoides son los responsables del color característico en muchas frutas y vegetales, además; poseen diversas funciones biológicas, como su acción como provitamina A, capacidad antioxidante, mejoramiento del sistema inmune y prevención de la degeneración macular **(Fernández et al., 2012)**. Además, su ingesta se ha relacionado con la disminución del daño oxidativo de lípidos, proteínas y ADN y con la prevención de la aparición de cáncer **(Lu et al., 2011)**.

Debido a estas propiedades, los carotenoides son de gran interés por su posible incorporación en productos de consumo humano tanto alimenticios (salsas, pastas, huevos, etc), como no alimenticios (suplementos, fármacos, etc). El tomate, sandía, guayaba, melón, zanahoria, papaya y pimientos, son algunas de las fuentes más importantes de estos compuestos **(Fernández et al., 2012)**.

1.3.1.2. Fibra y otros carbohidratos

Principalmente compuestos de almacenamiento como el almidón (polímero de glucosa) e inulina (polímero de glucosa y fructosa), oligosacáridos (lactulosa, fructo-oligosacáridos, transgalacto-oligosacáridos) y componentes estructurales como celulosa y pectina, los cuales contienen variedad de monómeros de azúcar **(García et al., 2010)**. Dichos compuestos son un gran aporte a la fracción de fibra dietaria y son muy utilizados en la formulación de productos prebióticos **(Jacob et al., 2012)**.

1.3.1.3. Proteínas

Una de las fuentes más ricas de proteínas son las semillas de los frutos secos, encontrándose alrededor de un 40 % dentro de su composición. Las proteínas de haba de soya han sido muy estudiadas por su propiedades funcionales de gelificación, espumado y emulsificación (**Shao et al., 2009**). Debido a esto, se utilizan en el procesamiento de un gran número de productos funcionales como el tofu y algunos para el control de saciedad (**Jacob et al., 2012**). Aunado a esto, las propiedades benéficas a la salud de algunos péptidos e hidrolizados protéicos han sido de importancia en la formulación de alimentos funcionales, ya que pueden actuar como antioxidantes y compuestos anti-hipertensivos (**Mine et al., 2010**). El amaranto, arroz, frijol, garbanzo, soya, trigo y jatropha, entre otros constituyen algunas de las fuentes utilizadas para la obtención de péptidos e hidrolizados proteicos (**Gallegos et al., 2011**).

1.3.1.4. Lípidos

Algunas plantas, semillas y cereales son ricas en compuestos lipofílicos benéficos a la salud; tal es el caso de alimentos como las almendras, coco, orégano, cilantro, salvado de arroz y semillas de jatropha, uva, granada y soya, por mencionar algunos (**Eikani et al., 2012**). De manera general, las frutas no son una fuente rica de lípidos de reserva, con excepción del aguacate y olivo, cuyo consumo se ha relacionado con efectos benéficos a la salud por su aporte de triacilglicerol a la dieta (**Jacob et al., 2012**). Los componentes principales del aguacate son el ácido oleico (40 - 80%), palmítico (7.2 - 25%), linoleico (6 - 18%) y palmitoleico (0 - 6%) y del olivo

ácido oleico (83%), linoleico (7%), palmítico (6%) y esteárico (4%). El consumo de estos dos frutos se ha relacionado con efectos benéficos a la salud debido a su alta proporción de ácidos grasos insaturados como el ácido oleico y linoleico, los cuales han mostrado disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (**Baum et al., 2012**).

1.3.2. Clasificación de alimentos funcionales

La **ILSI – Europe (2015)**, clasifica a los Alimentos Funcionales según su naturaleza:

- Alimentos o bebidas naturales
- Alimentos o bebidas a los que se le ha añadido algún componente
- Alimentos o bebidas a los que se ha reducido o eliminado un componente
- Alimentos o bebidas en los que se ha variado la naturaleza de uno o más componentes
- Alimentos o bebidas en los que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes
- Alimentos o bebidas que reúnen una o más características anteriormente descritas.

Parr et al. (2000), clasifica a los alimentos funcionales según su componente nutracéutico, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Clasificación de alimentos funcionales según su componente nutracéutico.

Alimento Funcional	Componente	Función demostrada
Frutas color Amarillo intenso	β - Caroteno	Previene el daño oxidativo
Tomate	Licopeno	Reduce riesgos de cáncer de próstata
Leches fermentadas	Lactobacilos	Efectos benéficos sistema intestinal e inmune
Atún, pescado	Ácidos grasos	Reduce riesgo de enfermedades
Soya, semillas	Fitoesteroles	Inhibe absorción de colesterol dietario
Cebolla, ajo	Compuestos "allium"	Anticancerígeno, antioxidante

Fuente: Parr et al (2000).

Los alimentos considerados funcionales han sido presentados como sustancias GRAS (Generalmente Reconocidos como Alimentos Seguros, por sus Siglas en Inglés), se han identificado un gran número de alimentos y cultivos con potencial nutracéutico como son : cereales, especias, verduras, frutas entre otros (**Maiani et al., 2009**).

La existencia de los compuestos nutracéuticos podría considerarse como parámetros de calidad para frutos. Existen numerosos reportes del efecto benéfico de una dieta rica en alimentos de origen vegetal sobre la salud, ya sea como antiviral, antitumoral, anticancerígeno, reduciendo riesgos de enfermedades crónico degenerativas o mejorando la respuesta del sistema inmune (**Kaneno et al., 2004**).

Tabla 6

Clasificación compuestos nutraceuticos sobre funciones fisiológicas.

Función Fisiológica	Compuestos
Antioxidante	Flavonoides, Antocianinas, Carotenoides, Vitamina C.
Antimutagénica	Estilbenos, ácidos fenólicos.
Anticancerígena	Antocianinas, ácidos fenólicos.
Antiinflamatoria	Resveratrol, antocianinas.

Fuente: Parr et al (2000).

Los alimentos de origen vegetal contienen diferentes combinaciones de fitoquímicos. Los fitoquímicos que más se han estudiado son los compuestos fenólicos, que son producto del metabolismo secundario de las plantas, y forman parte esencial del crecimiento y sobrevivencia de las mismas **(Hannum, 2004)**.

1.3.3. Bebidas funcionales

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológico **(Calizaya, 2008)**.

Aranceta et al. (2010), define a la bebida funcional como producto no alcohólico que incluye en su formulación ingredientes como: hierbas, vitaminas, minerales, aminoácidos, con fruta cruda o verduras. Los ingredientes funcionales están orientados a proporcionar un valor agregado a

la salud del consumidor, por lo que hoy en día se han desarrollado una amplia gama de productos aplicados en las bebidas saludables, ya sea agua embotellada, jugos, entre otras, con ingredientes como el té verde, soya, fibras solubles, colágeno, vitaminas, minerales, etc.

Generalmente, las bebidas funcionales son elaboradas a base de frutas, vegetales y hierbas en combinación o no con otros alimentos como productos lácteos (leche, yogur, suero de leche) y/o bebida de soya (**Figura 5**). Así mismo, pueden estar enriquecidas con vitaminas, minerales, fenoles, ácidos grasos, fibra dietética y/o microorganismos probióticos, entre otros. Los diferentes ingredientes utilizados en la elaboración de este tipo de bebidas aportan de manera natural una gran cantidad de compuestos bioactivos que han demostrado ejercer ciertos beneficios en la salud (**Meisel, 2001**).

En este sentido, las frutas y vegetales son las principales fuentes de sustancias bioactivas, como vitaminas carotenoides, compuestos fenólicos y otros componentes minoritarios (ácidos grasos, aminoácidos y minerales), que pueden reforzar las defensas naturales de organismo (**Mullen et al., 2007**). La leche y sus derivados contienen compuestos anticancerígenos como péptidos, lactoferrina, α -lactoglobulina, ácidos grasos, minerales, oligosacáridos, nucleósidos y vitaminas (principalmente A, y D) (**Özer y Kirmaci, 2010**). Mientras que, la bebida de soya es una fuente importante de fenoles e isoflavonas, así como también aminoácidos esenciales y ácidos grasos (**Potter et al., 2007**).

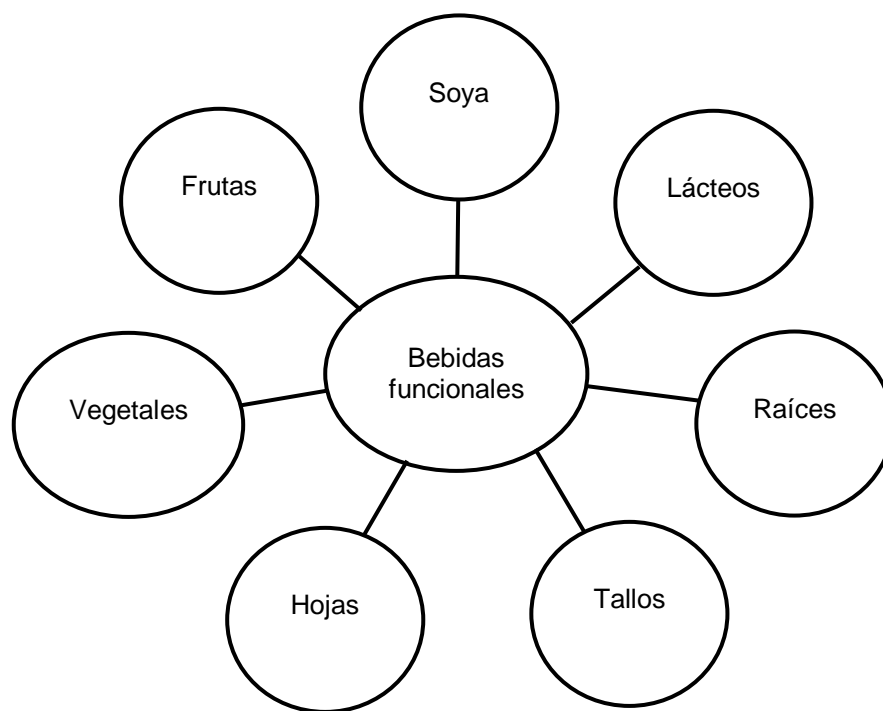


Figura 5. Ingredientes utilizados en la elaboración de bebidas funcionales
Fuente: Ed. Gonzales (2014).

1.3.3.1. Alimentos utilizados en la elaboración de bebidas funcionales

1.3.3.1.1. Frutos Cítricos

Los zumos de frutos cítricos como naranja, mandarina, limón y pomelo se caracterizan por ser una fuente rica en nutrientes y componentes bioactivos con alto potencial antioxidante tales como vitamina C, ácido cítrico, compuestos fenólicos, flavonoides y algunos minerales (**Gonzales et al., 2010**). Por esta razón, el zumo de estos frutos representa una matriz básica para la elaboración de nuevas bebidas funcionales.

La vitamina C es uno de los antioxidantes más importantes en la dieta. Diferentes estudios han asociado su consumo con la disminución de riesgo de

padecer enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y diabetes mellitus tipo II (**Harding et al., 2008**).

Otras investigaciones han demostrado que los compuestos fenólicos y flavonoides de los cítricos tienen un amplio rango de propiedades terapéuticas como actividad antiinflamatoria, diurética, analgésica e hipolipidémica. La naringenina, una de las principales flavanonas de la naranja y el pomelo, provoca un efecto anticancerígeno en células hepáticas (HepG2) y del colon (DLD1) humanas (**Totta et al., 2004**).

1.3.3.1.2. Frutos Rojos

Recientemente, se ha despertado un gran interés por zumos provenientes de frutos rojos como la fresa, granada, arándanos, entre otros, debido a que son fuentes importantes de compuestos fenólicos y proporcionan una disminución del estrés oxidativo, protegiendo al consumidor de diversas enfermedades cardiovasculares. (**Arts y Hollman, 2005**).

De acuerdo con **Ferrara et al. (2009)**, el zumo de arándanos contiene una cantidad significativa de flavonoides y ácidos orgánicos, los cuales ayudan a prevenir infecciones en el tracto urinario; otro estudio ha demostrado que el zumo de arándano azul incrementa el estatus antioxidante del plasma humano debido a su alto contenido en antocianinas, flavonoides y taminos (**Pedersen et al., 2000**).

Por otro lado el zumo de fresas contiene una alta concentración de ácido ascórbico, antocianos y flavonoles (**Cordenussi et al., 2002**). Se ha

demostrado que el consumo de fresas mejora el perfil lipídico y reduce los factores de riesgo cardiovascular (**Basu et al., 2009**).

En el zumo de granada se ha observado que las antocianinas presentes proporcionan efectos preventivos y terapéuticos en enfermedades cardiovasculares, inflamación y diferentes tipos de cáncer (**Aviram et al., 2000**).

1.3.3.1.3. Vegetales

El zumo de tomate es un alimento con alto contenido de carotenoides y vitamina C. De acuerdo con **Giovannucci et al. (2002)**, la ingesta de productos derivados del tomate mostró un efecto protector contra marcadores de peroxidación lipídica y disminuyó el cáncer de próstata *in vivo*. De la misma manera, se ha reportado que el zumo de zanahoria contiene un alta concentración de β - caroteno, fenoles, poliacetilenos, tocoferoles y ácido ascórbico (**Chen et al., 2012**).

Wootton y Ray (2011), indican que el zumo de betarraga, se caracteriza por poseer una alta concentración de fenoles y betalainas. También contiene minerales (potasio, magnesio, hierro, zinc, calcio, fósforo, sodio). Ácido fólico, niacina, biotina, B₆ y fibra soluble). Una investigación reciente llevada a cabo con ratas demostró el efecto anticancerígeno de este zumo (**Krajka et al., 2012**).

1.3.3.1.4. Infusiones de hojas, tallos y raíces

Algunos estudios han demostrado que el consumo de té negro disminuye el daño oxidativo en células y tejidos debido a su alto contenido en compuestos antioxidantes, como los flavonoides. Por otro lado, las propiedades funcionales del té verde atribuyen su alto contenido en flavanoles (epicatequina, galocatequina, epigallocatequina y epigallocatequina galato) **(Bahorun et al., 2004)**. Por otro lado **Heck y Mejía (2007)**, mencionan que la yerba mate es apreciada por su alto contenido en sustancias biológicamente activas como vitaminas (A, C, E, B₁, B₂, B₃ y B₅), minerales (calcio, cromo, magnesio, manganeso, fósforo, hierro, selenio, potasio, y zinc), carotenoides, clorofilas, fenoles y ácidos grasos. Estos componentes hacen que esta infusión posea diversas propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias y antimutagénicas.

1.3.3.1.5. Bebidas Lácteas

Su elevada concentración de calcio, ácido linoleico, proteínas (enzimas, caseína, lactoferrina y péptidos), vitaminas (A, C, y E), lípidos y sales minerales los hacen alimentos sumamente valorados entre los consumidores. Otra de sus ventajas es que constituyen una matriz alimentaria a la que se le pueden incorporar diferentes ingredientes con propiedades funcionales, como zumos de frutas, haciéndolos más atractivos a los consumidores **(Givens y Kliemen, 2009)**.

Las caseínas y proteínas de la leche contienen péptidos bioactivos, que tras el proceso de digestión o por la acción de las bacterias lácticas presentes en

los productos fermentados, suelen hidrolizarse y ejercer efectos antihipertensivo, antimicrobiano, antitrombótico e inmunomodulante (**Honorato, 2007**).

1.3.3.1.6. Bebidas a base de soya

Un estudio llevado a cabo recientemente por **Rodríguez *et al.* (2013)** ha demostrado que los compuestos fenólicos e isoflavonas contenidos en una bebida de soya están disponibles para absorberse y ejercer sus efectos positivos a la salud después de un proceso de digestión *in vitro*.

Las bebidas de soya son consideradas como un alimento de alto valor nutricional para la elaboración de bebidas funcionales debido a los niveles significativos en compuestos fenólicos, proteínas de alta calidad, hierro y niacina que contiene (**Jinapong *et al.*, 2008**).

1.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

La calidad de un alimento está determinada por diferentes aspectos: cantidad y calidad de los nutrientes que lo contienen y la calidad y seguridad sanitaria. Sin embargo lo que determinará la aceptación o rechazo del mismo está relacionado con la percepción subjetiva del consumidor, es decir aspectos ligados a la preferencia del color, sabor, textura, consistencia, presentación, etc. del producto. Por esto es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo, realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento (**Liria, 2007**).

Según **Etaio (2007)**, al consumir un alimento se estimulan diferentes sentidos:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.
- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibroso, grumoso, harinoso, grasoso, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fetídico, ácido.
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante.
- Estímulos gustativos percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, agrio, ácido.

1.4.1. Atributos sensoriales

1.4.1.1. Gusto y sabor

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (**Espinosa, 2007**).

1.4.1.2. Aroma y olor

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden **(Mora, 2010)**.

1.4.1.3. Color y apariencia

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: Longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina **(Mora, 2010)**.

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color. El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad. El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa. Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. **(López, 2002)**.

1.4.2. Clasificación de la evaluación sensorial

Según Liria (2007), existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que se quiere evaluar en el alimento o preparación.

Tabla 7

Clasificación de las pruebas sensoriales.

CLASIFICACIÓN	OBJETIVO	PREGUNTA DE INTERÉS	TIPO DE PRUEBA	CARACTERÍSTICAS DE PANELISTAS
Discriminatoria	Determinar si dos o más productos son percibidos de manera diferente por el consumidor.	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados.
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales.	¿En qué tipo de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, y motivación, entrenados o altamente entrenados.
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto.	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados.

Fuente: Liria, (2007).

1.4.2.1. Prueba discriminatoria

1.4.2.1.1. Características generales de la prueba

Las pruebas discriminativas o de diferencia son métodos analíticos que permiten diferenciar entre dos muestras, y determinar si las muestras son

perceptiblemente diferentes o bien, si son suficientemente similares para ser usadas indistintamente, por ello para poder elegir una prueba se debe saber que pregunta se desea contestar y qué objetivo se persigue. A partir de los resultados de la prueba, se infiere diferencias basadas en las proporciones de las personas que son capaces de elegir un producto de prueba correctamente de entre un conjunto de productos similares o de control (**Lawless y Heymann, 2010**).

1.4.2.1.2. Ventajas y limitaciones del método

Según **Betancur (2013)**:

Ventajas

- Son métodos por excelencia objetivos, y analizables estadísticamente.
- Las pruebas discriminatorias son ampliamente utilizadas en la industria.
- El análisis de sus resultados es muy sencillo.

Desventajas

- Requiere que las muestras sean homogéneas y que las diferencias entre ellas sean pequeñas.
- Ocupan demasiado tiempo y son de mucha precisión.

1.4.2.1.3. Uso de las pruebas discriminatorias

Liria (2007), señala que las pruebas discriminatorias pueden usarse cuando queremos evaluar en el producto:

- El aporte de nuevas tecnologías.

- La sustitución de alguno de sus ingredientes.
- El cambio en los insumos crudos o materia prima.
- El tiempo de vida útil o de conservación.
- El cambio de envase.
- Evaluación del tipo de almacenamiento.
- El cambio en las condiciones de procesamiento.
- Antes de una prueba de consumo más cara.

1.4.2.2. Prueba descriptiva

1.4.2.2.1. Características generales de la prueba

Constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. El análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de personas entrenadas y estandarizadas. Los panelistas deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciba de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo (**Liria, 2007**).

1.4.2.2.2. Ventajas y limitaciones del método

Entre las ventajas más importantes de este tipo de prueba se tiene que a través de ella se puede obtener información muy detallada del producto: qué atributos caracterizan al producto, en qué difieren los productos y cuánto difieren los productos. El hecho de conocer la característica diferencial permite mantenerla o modificarla (**Liria, 2007**).

Las principales limitaciones del método se refieren al alto costo y tiempo empleado, debido a la necesidad de un panel entrenado para su evaluación. Al tratarse de un panel entrenado se puede obtener sobrevalorar analíticamente el producto. Puede no llegar a capturar una impresión integrada entre todos los panelistas (**Liria, 2007**).

1.4.2.2.3. Uso de la prueba descriptiva

Según **Liria (2007)**, las pruebas de análisis descriptivo pueden usarse cuando se:

- Ha sustituido algún ingrediente, insumo, empaque o cambiado algún aspecto del procesamiento.
- Quiere evaluar los cambios del producto en el transcurso del tiempo.
- Requiere evaluar especificaciones en el control de calidad.
- Desea interpretar el rechazo de un producto por parte del consumidor.
- Se varía la alimentación por ejemplo de los pollos y se requiere evaluar el efecto en el sabor de la carne o los huevos, otro uso es en alimentos genéticamente modificados, cuando se cambia la forma de cultivo (hidropónica), entre otros.

1.4.2.3. Prueba afectiva o hedónica

1.4.2.3.1. Características generales de la prueba

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas permiten no sólo

establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto permite mantener o modificar la característica diferencial **(Liria, 2007)**.

1.4.2.3.2. Ventajas y limitaciones del método

Una de las principales ventajas es que provee de información esencial del producto. Asimismo permite identificar el grado de gusto o disgusto de un producto y relaciona el perfil descriptivo y otras variables para poder optimizar o mejorar el producto **(Liria, 2007)**.

Dentro de las limitaciones es que los resultados pueden no ser claros y pueden dar un pobre diagnóstico, debido a que se trata de la apreciación en relación a los gustos y preferencias de los panelistas. Puede resultar difícil obtener un panel representativo de la población objetivo y finalmente los datos o categorías de preferencia pueden ser ambiguos **(Liria, 2007)**.

1.4.2.3.3. Uso de las pruebas afectivas o hedónica

El uso de las pruebas afectivas o hedónicas dependen del tipo de prueba que se realice: pruebas de preferencia o pruebas de aceptabilidad **(Liria, 2007)**.

Las pruebas de preferencia ayudan a:

- Identificar un producto elegido entre dos o más alternativas.
- Decidir cuál sería la mejor opción entre la elaboración de diversos productos en los que se ha utilizado diferentes formulaciones, todas igualmente convenientes.

- Las pruebas de preferencia se utilizan para medir factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Las pruebas de aceptabilidad son usadas para:

- Permite identificar las características de un producto traducidas en un grado de aceptabilidad de diferentes cualidades del mismo, por ejemplo: la aceptabilidad del sabor, color, consistencia, grado de dulzor, etc.
- Las pruebas de aceptabilidad se pueden realizar incluso ante situaciones adversas en el ambiente, es decir se pueden realizar en el hogar, en ambientes no especialmente diseñados para la prueba.

Las pruebas de preferencia y aceptabilidad pueden combinarse con otros análisis sensoriales para determinar el diseño óptimo del producto:

- Se quiere introducir un producto al mercado y se quiere indagar las expectativas del consumidor.
- Cuando se tiene un producto en el mercado y se quiere obtener información sobre las quejas en la formulación del producto o el producto en sí a fin de diseñar uno óptimo.

II. MARCO METODOLÓGICO.

2.1. Área de ejecución

“Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo”-“Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias”- Laboratorio de Química Orgánica y Laboratorio de Físico-Química.

2.2. Población y Muestra

– Población

Betarragas y Arándanos que se comercializan en el Mercado Moshoqueque – José Leonardo Ortiz – Chiclayo, Lambayeque.

– Muestra

La misma que está constituida por 10kg. de Betarraga y 10kg. de Arándano.

2.3. Materiales, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

2.3.1. Materiales

2.3.1.1. Equipos

- Balanza Analítica EXCELL, Capacidad 300g , Sensibilidad 0.01g
- Estufa de vacío MEMMERT, T° max.220°C, Voltaje: 230 , 1100 W
- Mufla THERMO SCIENTIFIC, modelo: F48010-33, Voltaje: 220-240, 1560
- Espectrofotómetro GENESYS 1 O UV, Rango de medición: 450 a 750nm, Sensibilidad: 0.1 de transmitancia

- Refractómetro ATAGO PAL-3, Grados Brix: 0-100, Sensibilidad 0.1
- Desecador de vidrio
- Equipo Soxhlet, Capacidad del balón: 1L.
- pH metro
- Licuadora eléctrica OSTER, Capacidad: 1.25 L, 16 velocidades, Motor de 450 Watt.
- Extractora eléctrica OSTER, Filtro de Acero inoxidable, Motor de 450 Watt.
- Vernier

2.3.1.2. Materiales de laboratorio

- Buretas de 25 y 50 ml. c/u
- Fiolas de 50, 100, 250 Y 500 ml. c/u
- Pipetas de 10 ml. c/u
- Probetas de 10, 100 y 250 ml. c/u
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 500 ml. c/u
- Agitador de vidrio
- Tubos de prueba
- Pinzas
- Placas Petri
- Capsulas de Porcelana
- Cucharas y cuchillos de material inoxidables
- Ollas de material inoxidable
- Jarras de plástico 500, 1000 ml.

- Colador
- Rallador
- Mortero
- Jeringa desechable de plástico
- Papel filtro

2.3.1.3. Instrumentos de recolección de datos

- Libreta de notas
- Formato de anotaciones
- Cámara fotográfica

2.3.1.4. Reactivos y Soluciones

- Éter de Petróleo (Punto de ebullición 40 – 60°)
- Ácido Sulfúrico concentrado
- Ácido Sulfúrico 1.25%
- Ácido Acético o Acetato de Sodio 0.4M
- Ácido Clorhídrico 0.1N
- Ácido Clorhídrico o Cloruro de Potasio 0.025M
- Hidróxido de Sodio 50%
- Hidróxido de Sodio 1.25%
- Solución de Ácido Bórico 4%
- Sulfato de Cobre
- Etanol 95%
- Sulfato de Potasio

- Tiosulfato de Sodio
- Rojo de Metilo o Verde de Bromocresol
- Azul de Metileno
- Fenolftaleína
- Agua destilada

2.3.1.5. Materias Primas

- Betarraga
- Arándano

2.3.1.6. Insumos y aditivos

- Azúcar
- Ácido Cítrico
- CMC
- Sorbato de potasio

2.3.2. Técnicas

2.3.2.1. Caracterización Física y Fisicoquímica de la Materia Prima

Se evaluó:

- Materia prima en buen estado
- Dimensión de la materia prima
- Humedad, método 950.27 A.O.A.C. (2005)
- Grasa, método 948.22 A.O.A.C. (2005)

- Ceniza, método 940.26 A.O.A.C. (2005)
- Proteína, método 920.152 A.O.A.C (2005)
- Carbohidratos, se determinarán por diferencia, respecto a los otros componentes
- Fibra, método 205.003 A.O.A.C. (2005)
- °Brix: refractometría, 931.12 A.O.A.C. (2005)

2.3.2.2. Caracterización fisicoquímica del Producto terminado

Se determinó:

- Proteína, método 2001.11 A.O.A.C (2005)
- °Brix: refractometría, 931.12 A.O.A.C. (2005)
- Determinación de pH
- Determinación de acidez titulable, 942.15 A.O.A.C. (2005)
- Azúcares reductores, Lane y Eynon. 923.09 A.O.A.C. (2005)
- Cuantificación de antocianos, método diferencial de pH
- Determinación de la actividad antioxidante, método ABTS

2.3.2.3. Análisis Microbiológico

Se realizó:

- Recuento de organismos mesófilos aerobias viables Según RM N° 615-2003-SA/DM
- Determinación de coliformes totales Según RM N° 615-2003-SA/DM
- Recuento de mohos y levaduras según RM N° 615-2003-SA/DM

2.3.2.4. Análisis Sensorial

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Color, Aroma, y Apariencia general para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos (me gusta extremadamente – me disgusta extremadamente), los que serán evaluados por panelistas no entrenados.

Tabla 8

Escala Hedónica de nueve puntos.

Descripción	Valor
Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Fuente: Elaboración Propia (2017).

2.3.3. Metodología experimental

2.3.3.1. Evaluación de los tratamientos y Obtención de la bebida funcional

Se experimentó con arándanos y betarragas en diferentes porcentajes; 60% y 40%, 50% y 50%, 40% y 60% respectivamente. Las operaciones seguidas con finalidad de obtener una bebida funcional con características fisicoquímicas y sensoriales apropiadas son las que se describen a continuación,

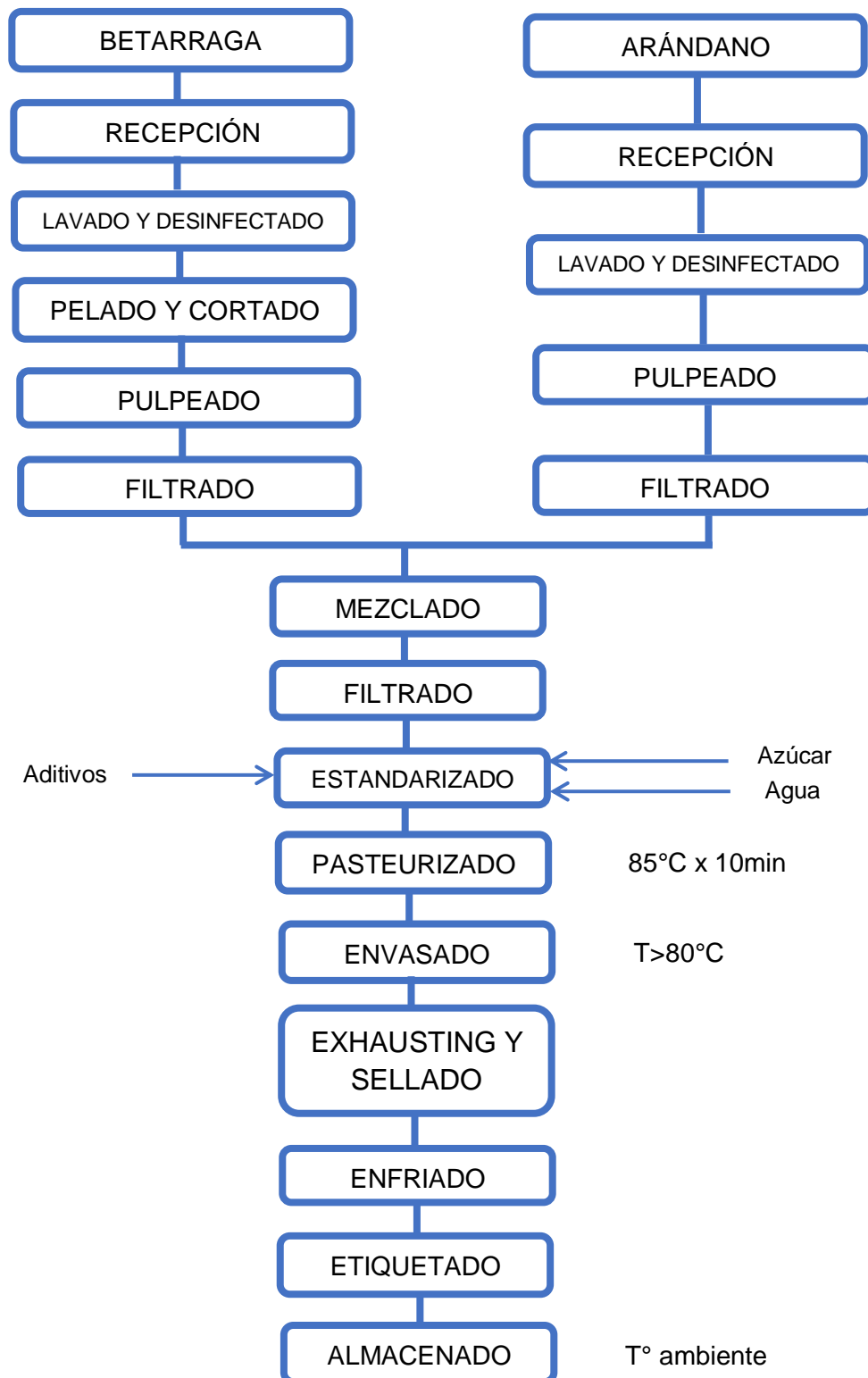
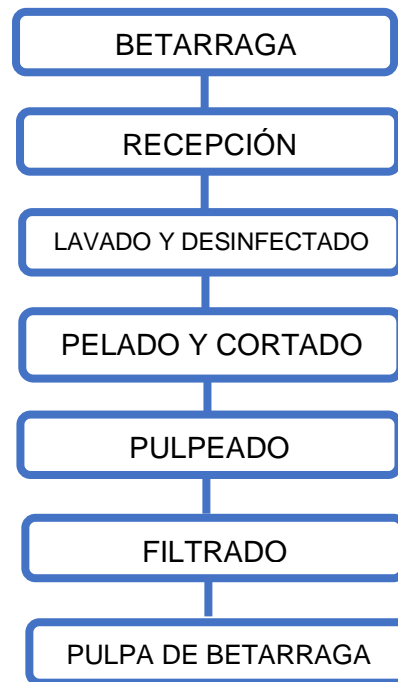


Figura 6. Diagrama de Flujo de la Elaboración de Bebida funcional a base de Betarraga y Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

2.3.3.2. Descripción del proceso

2.3.3.2.1. Acondicionamiento de la betarraga



*Figura 7. Diagrama de Flujo de la Obtención de Pulpa de Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

– **Recepción**

Se procedió a hacer un control de recepción de la materia prima en el que se realizó una inspección visual para verificar que sus características organolépticas lleguen en condiciones pactadas y necesarias.

– **Lavado y desinfectado**

Las betarragas seleccionadas se lavaron con abundante agua para remover todas las impurezas presentes; luego fueron desinfectadas por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio.

- **Pelado y cortado**

Esta operación consistió en acondicionar las betarragas para un mejor pulpeado, en esta etapa se eliminó la cáscara y se cortó la pulpa en rodajas finas.

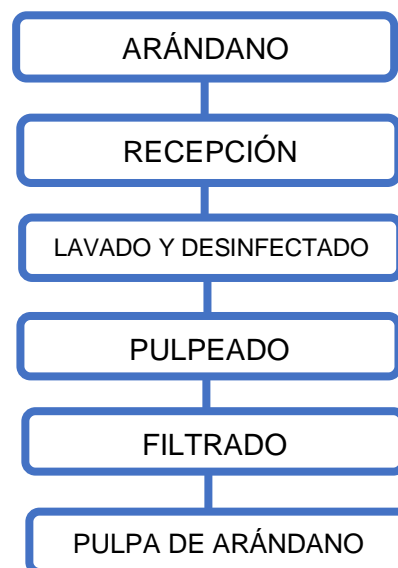
- **Pulpeado**

Esta operación tuvo como objetivo reducir las partículas de la pulpa de la betarraga, con ayuda de una licuadora.

- **Filtrado**

La pulpa obtenida se pasó por un tamiz para reducir la carga de fibra en ella; se utilizó un colador para realizar esta operación.

2.3.3.2.2. Acondicionado del arándano



*Figura 8. Diagrama de Flujo de la Obtención de Pulpa de Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

– **Recepción**

Se llevó a cabo un control de recepción de la materia prima (arándano) mediante una inspección visual para verificar que sus características físicas presenten las condiciones necesarias para ser procesadas.

– **Lavado y desinfectado**

Los arándanos seleccionados se lavaron con abundante agua para remover todas las impurezas presentes; luego fueron desinfectados por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio.

– **Pulpeado**

Esta operación se realizó con ayuda de una licuadora, la que permitió separar la cáscara de la pulpa y al mismo tiempo reducir el tamaño de partículas.

– **Filtrado**

La pulpa obtenida del arándano se pasó por un tamiz para reducir la carga de fibra en ella; se utilizó un colador para realizar esta operación.

2.3.3.2.3. Elaboración de la bebida funcional

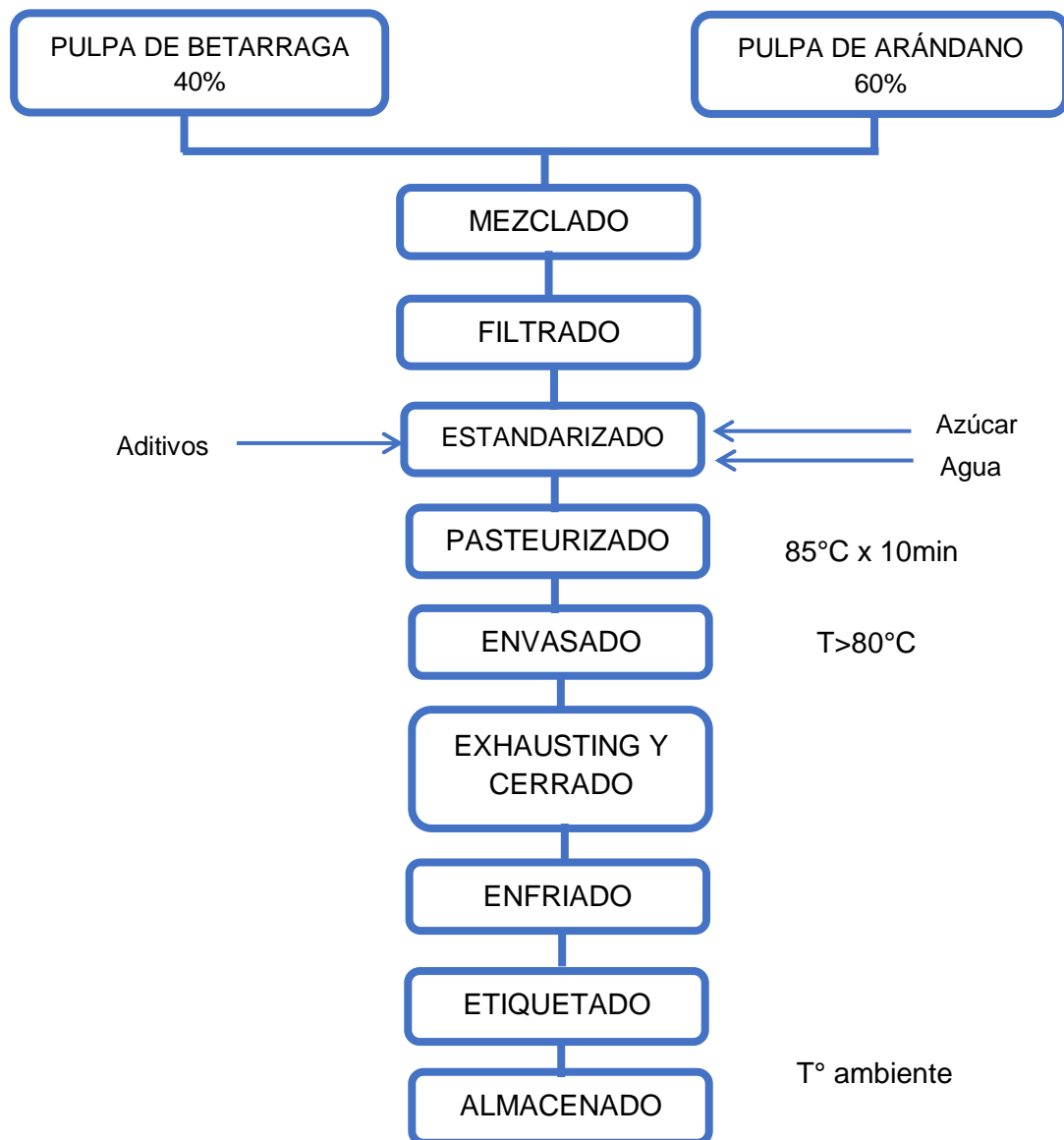


Figura 9. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 1

Fuente: Elaboración Propia (2017).

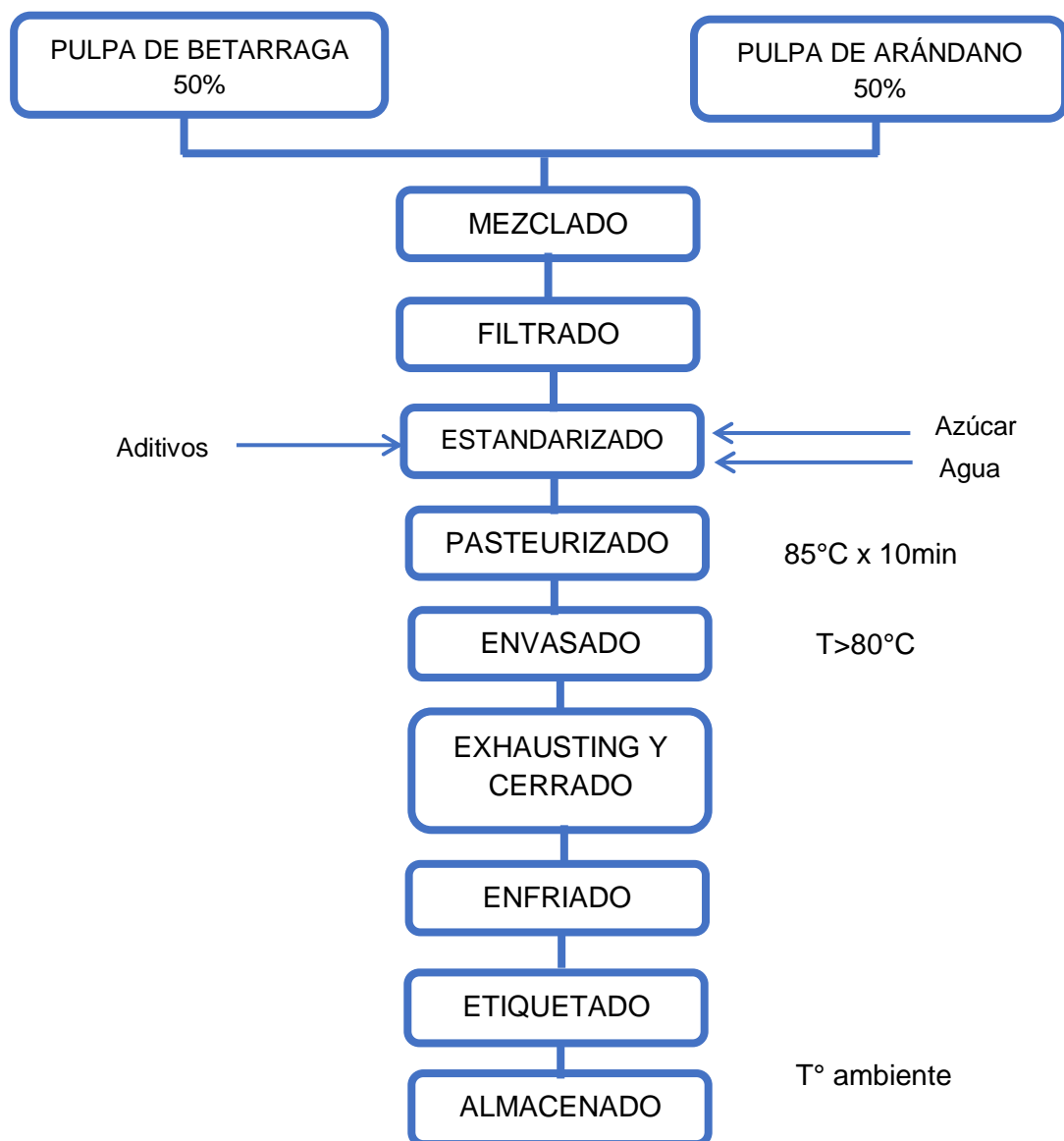


Figura 10. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 2
Fuente: Elaboración Propia (2017).

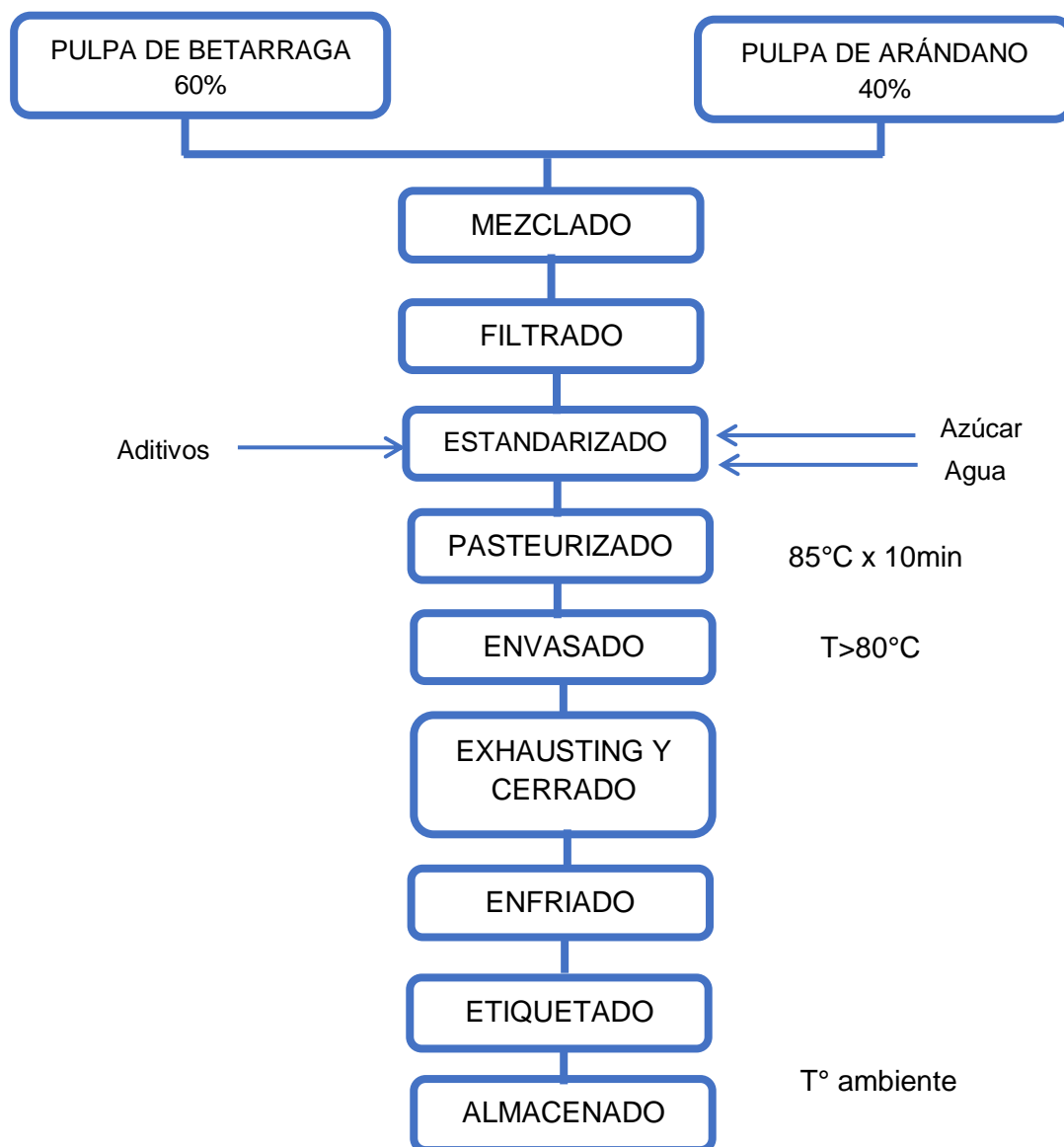


Figura 11. Diagrama de Flujo de la Obtención de la Bebida Funcional a partir de las pulpas de Betarraga y Arándano en el tratamiento 3.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

– Mezclado

En esta operación se mezclaron la pulpa de betarraga y pulpa de arándano de acuerdo a los porcentajes de cada tratamiento propuesto ($T_1 = 40\%B$ y $60\%A$; $T_2 = 50\%B$ y $50\%A$; $T_3 = 60\%B$ y $40\%A$).

– **Filtrado**

Después de la etapa de mezclado se llevó a cabo un segundo filtrado con ayuda de un retazo de tela organza, para de esta manera disminuir las partículas suspendidas en la bebida.

– **Estandarizado**

En esta etapa del proceso se llevó a cabo la dilución 1:2 de la pulpa en agua respectivamente, se adicionaron los aditivos (0.1% Ácido Cítrico, 0.05% CMC, 0.02% sorbato de potasio) según estándares de la norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (máximo permisible: ácido cítrico 5 g/l benzoato 1 g/l) e insumo (4.5% Azúcar) a razón del grado brix de las pulpas y según formula ($^{\circ}\text{Brix} = (X * 100)/V1$; donde: X= Cant. de azúcar que se desea adicionar, $^{\circ}\text{Brix}$ = porcentaje de azúcar disuelta en la solución, V1= Volumen de la solución). Se procedió a uniformizar la mezcla removiendo hasta lograr la completa disolución de todos los insumos y aditivos agregados.

– **Pasteurizado**

Esta operación se realizó con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto a una temperatura de 85°C por 10 minutos.

– **Envasado**

Esta operación se realizó en caliente a una temperatura no menor de 80°C.

- **Exhausting y sellado**

El exhausting se llevó a cabo para originar el vacío en los envases y evitar que el oxígeno provoque el deterioro de la bebida. La etapa del sellado se realizó inmediatamente después del exhausting.

- **Enfriado**

El producto envasado se enfrió rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.

- **Etiquetado**

Se efectuó el etiquetado de los envases con la finalidad de facilitar al consumidor datos sobre el producto. La etiqueta presenta información sobre el mismo, inequívoca y real.

- **Almacenado**

El producto fue almacenado en un lugar limpio, fresco y seco, a temperatura ambiente.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de la materia prima

3.1.1. Aspecto físico

La materia prima no presentó elementos extraños ni daños físicos; se encontró en buen estado y apta para la siguiente etapa del proceso.

Tabla 9

Aspecto físico de la materia prima utilizada.

Aspecto Muestra		Materia prima en buen estado	Elementos extraños	Daño físico
Betarraga	Muestra 1	Si	No	No
	Muestra 2	Si	No	No
	Muestra 3	Si	No	No
Arándano	Muestra 1	Si	No	No
	Muestra 2	Si	No	No
	Muestra 3	Si	No	No

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Se determinó la dimensión de la materia prima utilizada tomando muestras representativas de betarragas y arándanos obteniendo un promedio en peso, diámetro y longitud como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 10

Dimensión de la materia prima

Materia Prima	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Betarraga	138.83	5.55	5.46
Arándano	0.27	0.37	0.75

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

3.1.2. Aspecto fisicoquímico

En la Tabla 11 se muestran los resultados de la composición química proximal realizada a las materias primas utilizadas (Betarraga y Arándano).

Tabla 11

Composición química proximal de la materia prima utilizada.

Materia Prima	Betarraga	Arándano
Análisis		
Humedad	87.61%	86.12%
Grasa	0.40%	0.50%
Ceniza	2%	0.66%
Fibra	3.75%	1.50%
Proteína	1.99%	1.59%
Carbohidratos	8%	11.13%

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

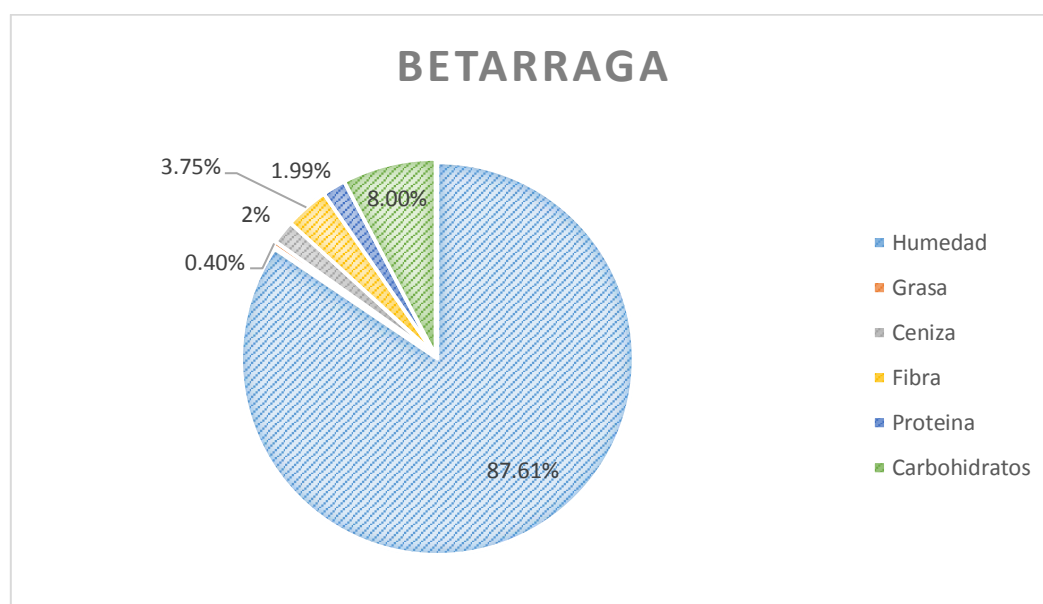


Figura 12. Composición química proximal de la materia prima utilizada: Betarraga
Fuente: Elaboración Propia (2017).

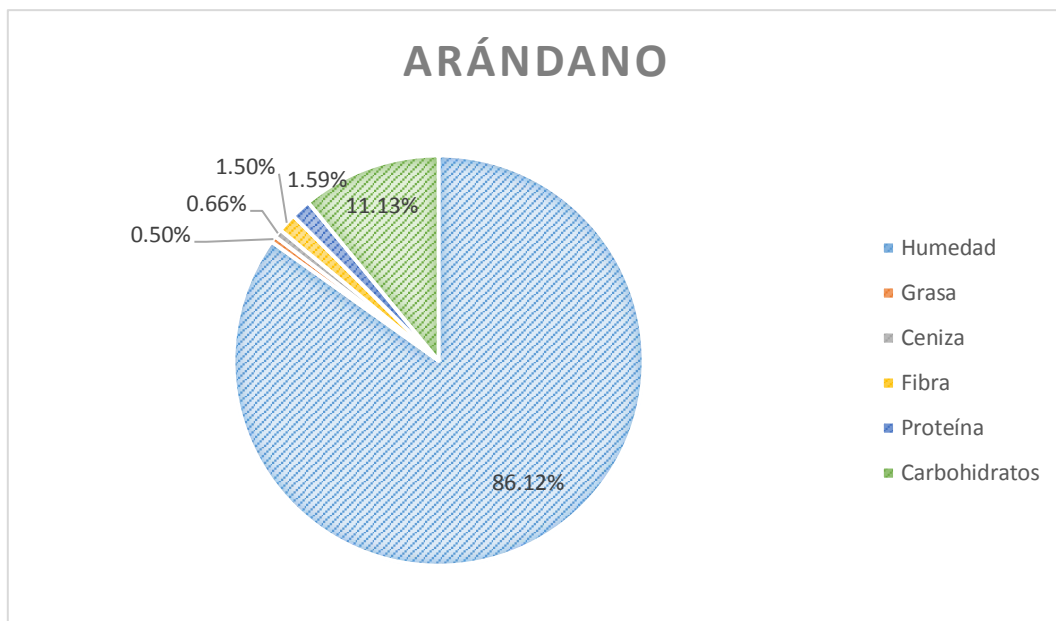


Figura 13. Composición química proximal de la materia prima utilizada: Arándano
Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 12

Brix° de la pulpa de la materia prima utilizada.

Análisis	Materia Prima	Betarraga	Arándano
	Brix°	5.3	11.8

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

3.2. Evaluación del Producto Terminado

3.2.1. Aspecto fisicoquímico

La tabla 13 muestra el promedio de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados por triplicado en la bebida elaborada a base de 40% de pulpa de betarraga y 60% de pulpa de arándano (Tratamiento 1).

Tabla 13*Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 1.*

Análisis	$\bar{X} \pm D.E$
Proteína (%)	1.59 ± 0.001
Azúcares reductores (%)	0.018 ± 0.001
Acidez Titulable (%)	0.245 ± 0.136
pH	3.49 ± 0.011
Brix°	8.2 ± 0.100

*D.E: Desviación estándar**Fuente: Elaboración Propia, (2017).*

El promedio de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados por triplicado en la bebida elaborada a base de 50% de pulpa de betarraga y 50% de pulpa de arándano (Tratamiento 2) se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 14*Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 2.*

Análisis	$\bar{X} \pm D.E$
Proteína (%)	1.59 ± 0.001
Azúcares reductores (%)	0.023 ± 0.004
Acidez Titulable (%)	0.241 ± 0.010
pH	3.60 ± 0.015
Brix°	8.7 ± 0.152

*D.E: Desviación estándar**Fuente: Elaboración Propia, (2017).*

La tabla 15 muestra el promedio de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados por triplicado en la bebida elaborada a base de 60% de pulpa de betarraga y 40% de pulpa de arándano (Tratamiento 3).

Tabla 15

Análisis Fisicoquímicos del Tratamiento 3.

Análisis	$\bar{X} \pm D.E$
Proteína (%)	1.59 \pm 0.001
Azúcares reductores (%)	0.023 \pm 0.002
Acidez Titulable (%)	0.224 \pm 0.006
pH	3.78 \pm 0.020
Brix°	9.1 \pm 0.100

D.E: Desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

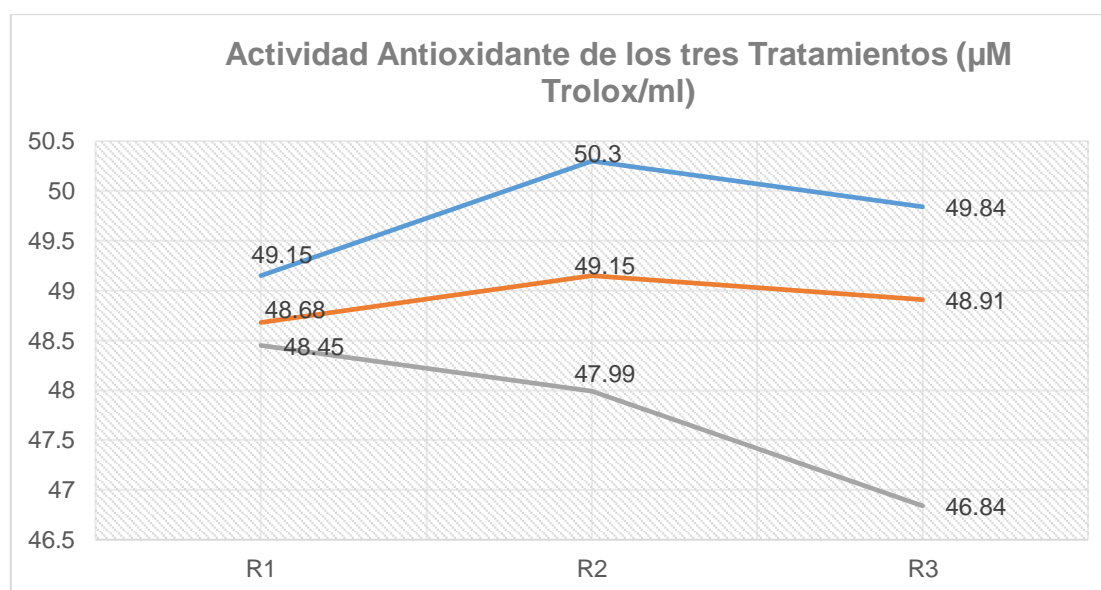
Como se puede apreciar en las Tablas 13, 14 y 15 con respecto al porcentaje de proteínas no existe diferencia significativa entre los tratamientos 1, 2 y 3; mientras que los azúcares reductores en el tratamiento 1 fueron de menor porcentaje. En cuanto al °Brix, el tratamiento 3 presentó un mayor porcentaje de sólidos solubles (9.1 °Brix), mientras que en el tratamiento 1 se obtuvo un 8.2 °Brix, siendo el de menor porcentaje de sólidos solubles.

Tabla 16*Capacidad antioxidante en las bebidas elaboradas.*

	Absorbancias (734 nm)	$\mu\text{M Trolox/ml}$	$\bar{X} \pm \text{D.E}$ ($\mu\text{M Trolox/ml}$)
Tratamiento 1	0.014	49.15	49.76 \pm 0.578
	0.019	50.30	
	0.017	49.84	
Tratamiento 2	0.012	48.68	48.91 \pm 0.235
	0.014	49.15	
	0.013	48.91	
Tratamiento 3	0.011	48.45	47.76 \pm 0.829
	0.009	47.99	
	0.004	46.84	

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

En la tabla 16 se muestra el promedio de la actividad antioxidante realizado por triplicado en cada tratamiento expresado en $\mu\text{M Trolox/ml}$ de producto, se puede apreciar que la mayor actividad antioxidante fue obtenido en el tratamiento 1 con 49.76 $\mu\text{M Trolox/ml}$.

*Figura 14. Comparación de la actividad antioxidante de los tratamientos**Fuente: Elaboración Propia (2017).*

En la tabla 17 se muestra el promedio de concentración de antocianinas realizado por triplicado en cada tratamiento expresado en mg/L de producto; se puede apreciar que la mayor concentración de antocianinas fue obtenida en el tratamiento 1 con 3.76 mg/L.

Tabla 17

Cuantificación de Antocianinas en las bebidas elaboradas

	Absorbancias	Concentración de Antocianinas (mg/L)	$\bar{X} \pm D.E$ (mg/L)
Tratamiento 1	0.113	4.15	3.76 \pm 0.474
	0.088	3.23	
	0.106	3.89	
Tratamiento 2	0.065	2.39	2.63 \pm 0.308
	0.069	2.53	
	0.081	2.98	
Tratamiento 3	0.046	1.69	1.84 \pm 0.168
	0.049	1.80	
	0.055	2.02	

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

3.2.2. Aspecto microbiológico

El análisis microbiológico realizado a la bebida funcional a los tres tratamientos; arrojó como resultados un máximo de 2UFC/mL de microorganismos mesófilos aerobios y <1,8 Microorganismos coliformes totales por mL (Tabla 18). Situándose dentro del límite de lo establecido y cumpliendo de esta forma con la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano RM N° 615-2003-SA/DM para bebidas no carbonatadas.

Tabla 18

Determinación de microorganismos mesófilos aerobios y de coliformes totales en las muestras de bebida

Microorganismo	Límite máximo permisible	Resultados obtenidos en el producto terminado		
		T ₁	T ₂	T ₃
Mesófilos aerobios UFC/mL	10 ²	2	1	2
Coliformes Totales NMP/mL	<3	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100MI

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Así mismo, la Tabla 19 muestra el conteo de mohos y levaduras realizado a la bebida funcional a los tres tratamientos, mostrando ausencia de estos microorganismos y encontrándose dentro del límite permisible establecidos según RM N° 615-2003-SA/DM para bebidas no carbonatadas.

Tabla 19

Determinación mohos y levaduras en las muestras de bebida.

Microorganismo	Límite máximo permisible	Resultados obtenidos en el producto terminado		
		T ₁	T ₂	T ₃
Mohos	10	0	0	0
Levaduras	10	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

3.2.3. Aspecto Sensorial

La bebida fue evaluada por un grupo de 26 panelistas no entrenados. Se evaluó 4 atributos (sabor, color, aroma, apariencia general) con muestras de bebidas codificadas (T₁, T₂, T₃) dispuestas ordenadamente.

A cada panelista se les entregó un vaso con agua purificada para limpiar el paladar antes y después de la toma de las muestras, las tres muestras de bebida en vasos y una hoja para evaluar los atributos antes mencionados.

Los ensayos se realizaron durante la mañana (10:00 am a 12:00m), las muestras fueron evaluadas a temperatura de ambiente. Las evaluaciones sensoriales se efectuaron en la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias en el laboratorio de alimentos de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

3.2.3.1. Sabor

Tabla 20

Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo sabor

	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Máximo	Mínimo
				Límite inferior	Límite superior		
Tratamiento 1	26	6.35	1.164	5.88	6.82	9	4
Tratamiento 2	26	6.31	1.289	5.79	6.83	9	3
Tratamiento 3	26	5.88	2.123	5.03	6.74	9	2
Total	78	6.18	1.577	5.82	6.54	9	2

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

En el ANOVA se compararon las tres muestras diferentes de bebida funcional, como se puede apreciar en la siguiente tabla con respecto al análisis

estadístico del atributo sabor no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 21

Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo sabor.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.410	2	1.705	0.680	0.510
Dentro de grupos	188.077	75	2.508		
Total	191.487	77			

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Las medias son representadas en la siguiente figura,

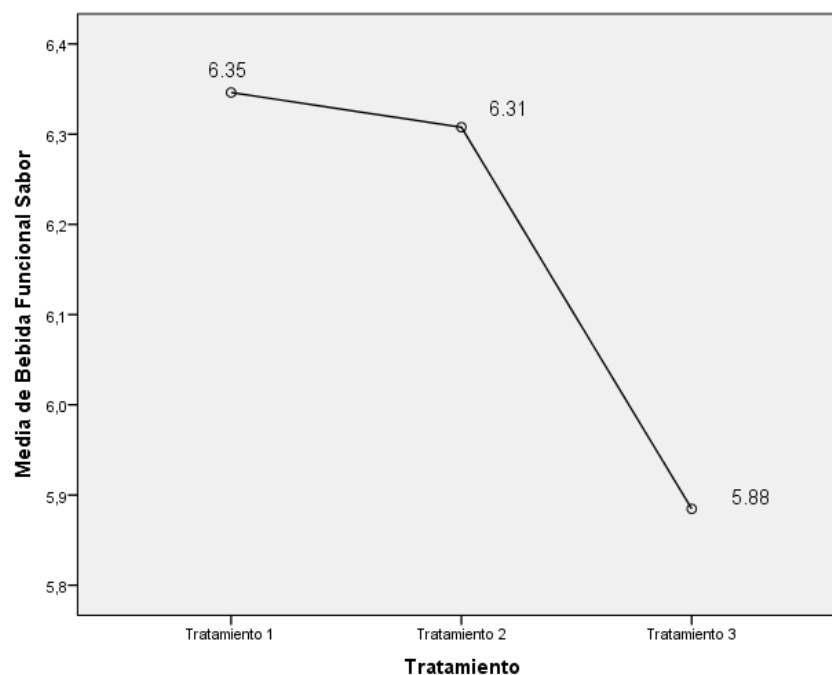


Figura 15. Media de la Bebida Funcional con respecto a su sabor
Fuente: Elaboración Propia (2017).

La figura 15 nos muestra la comparación de medias de los tres tratamientos con respecto al atributo sabor, obteniendo el tratamiento 1 un mayor puntaje con 6.35.

3.2.3.2. Color

Tabla 22

Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo color.

	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Máximo	Mínimo
				Límite inferior	Límite superior		
Tratamiento 1	26	6.46	0.905	6.10	6.83	8	4
Tratamiento 2	26	6.58	0.902	6.21	6.94	8	5
Tratamiento 3	26	6.81	1.132	6.35	7.26	9	5
Total	78	6.62	0.983	6.39	6.84	9	4

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Tabla 23

Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo color.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.615	2	0.808	0.832	0.439
Dentro de grupos	72.846	75	0.971		
Total	74.462	77			

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Como se puede apreciar en la Tabla 23 con respecto al análisis estadístico del atributo color, no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Las medias pueden apreciarse en la siguiente gráfica,

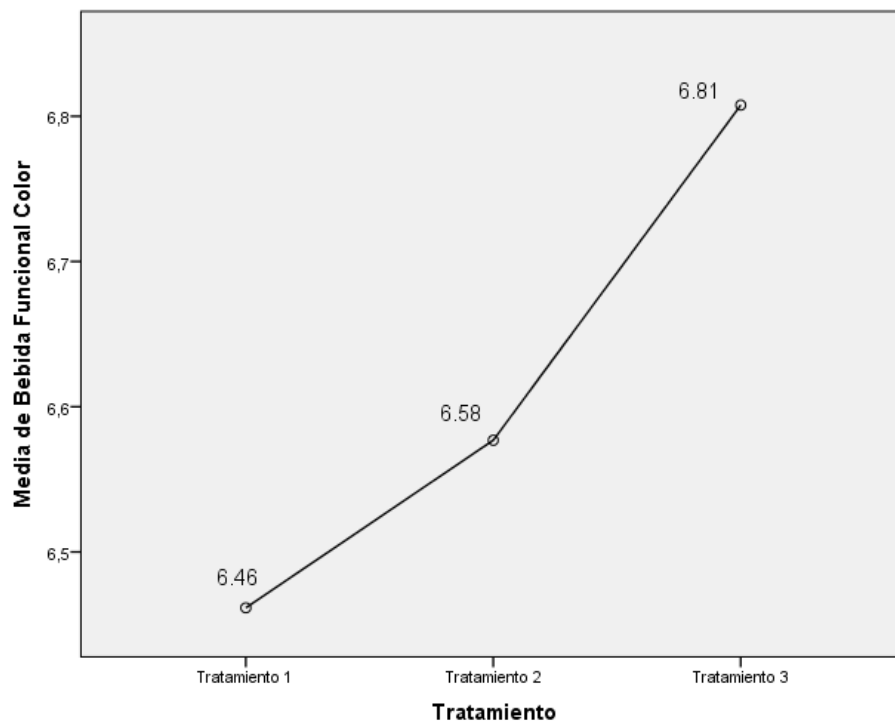


Figura 16. Media de la Bebida funcional con respecto a su color
Fuente: Elaboración Propia (2017).

La figura 16 muestra la comparación de medias de los tres tratamientos con respecto al atributo color, obteniendo el tratamiento 3 un mayor puntaje con 6.81.

3.2.3.3. Aroma

Tabla 24

Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo aroma.

	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Máximo	Mínimo
				Límite inferior	Límite superior		
Tratamiento 1	26	6.31	1.050	5.88	6.73	9	5
Tratamiento 2	26	6.23	1.070	5.80	6.66	8	3
Tratamiento 3	26	5.77	1.751	5.06	6.48	8	2
Total	78	6.10	1.335	5.80	6.40	9	2

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Tabla 25

Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo aroma.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4.410	2	2.205	1.246	0.294
Dentro de grupos	132.769	75	1.770		
Total	137.179	77			

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

La Tabla 25 muestra un nivel de significancia de 0.294 por consiguiente no existe diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al análisis estadístico del atributo aroma.

En la siguiente figura se puede apreciar mejor la comparación de medias entre los tres tratamientos,

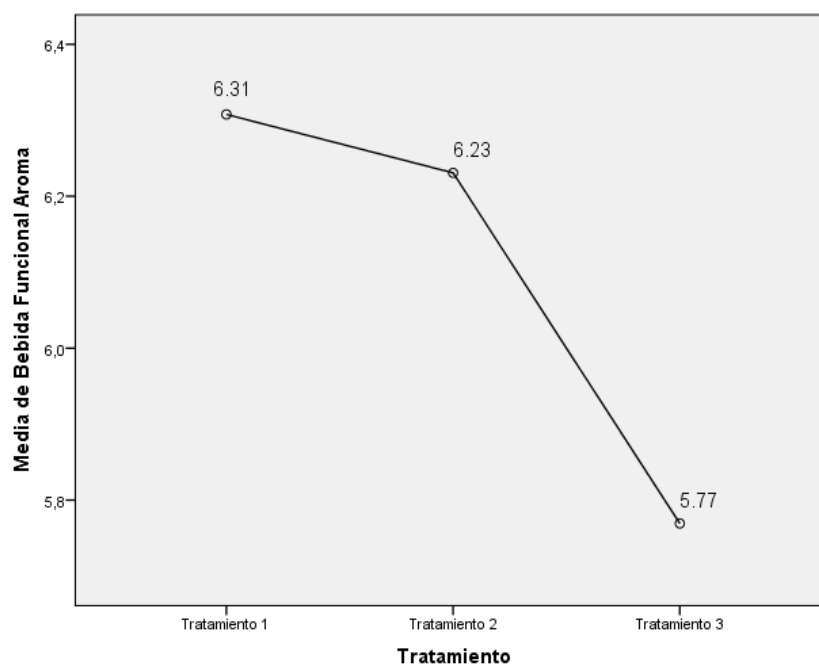


Figura 17. Media de la Bebida Funcional con respecto a su aroma.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

La media del tratamiento 1 obtuvo un mayor puntaje con 6.31

3.2.3.4. Apariencia General

Tabla 26

Resultados estadísticos de los tres tratamientos según el atributo Apariencia general.

	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Máximo	Mínimo
				Límite inferior	Límite superior		
Tratamiento 1	26	6.38	1.098	5.94	6.83	8	4
Tratamiento 2	26	6.69	0.970	6.30	7.08	8	5
Tratamiento 3	26	6.81	1.201	6.32	7.29	8	5
Total	78	6.63	1.094	6.38	6.87	8	4

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

La siguiente tabla representa el nivel de significancia entre los tres tratamientos con respecto al atributo apariencia en general.

Tabla 27

Resultados de la técnica de ANOVA para el atributo Apariencia general.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.487	2	1.244	1.039	0.359
Dentro de grupos	89.731	75	1.196		
Total	92.218	77			

Fuente: Elaboración Propia, (2017).

Como se visualiza en la tabla 27 se obtuvo una significación de 0.359, esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

A continuación se muestra a través de la figura 18 que el mayor puntaje de la comparación de medias entre los tres tratamientos, lo obtuvo el tratamiento 3 con 6.81.

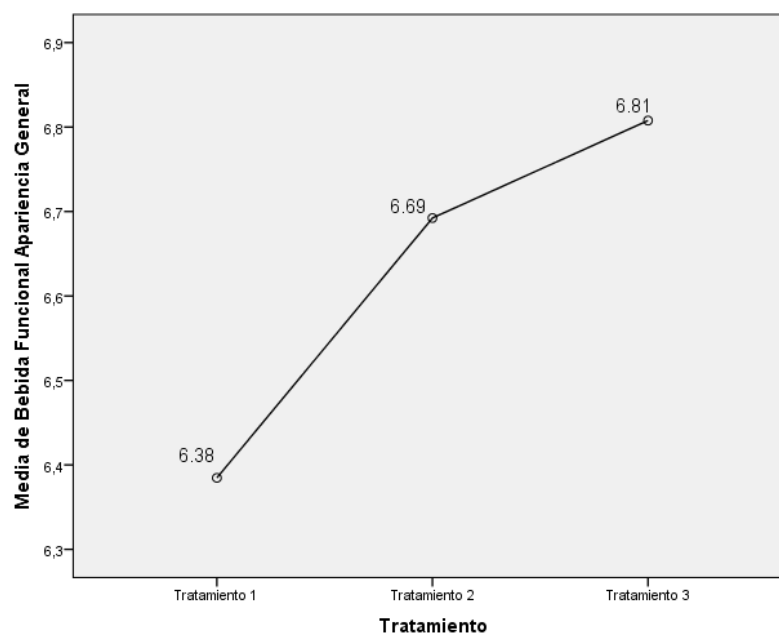


Figura 18. Media de la Bebida Funcional con respecto a su apariencia en general.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

3.3. Caracterización del Mejor Tratamiento

3.3.1. Caracterización fisicoquímica

Tabla 28

Caracterización fisicoquímica del Mejor tratamiento (Tratamiento 1).

Análisis	$\bar{X} \pm D.E$
Proteína (%)	1.59 \pm 0.001
Azúcares reductores (%)	0.018 \pm 0.001
Acidez Titulable (%)	0.245 \pm 0.136
pH	3.49 \pm 0.011
Brix°	8.2 \pm 0.100
Act. Antioxidante (μ M Trolox/ml)	49.76 \pm 0.578
Antocianinas (mg/L)	3.76 \pm 0.474

Fuente: Elaboración Propia, (2018).

3.3.2. Caracterización microbiológica

Tabla 29

Caracterización microbiológica del Mejor tratamiento (Tratamiento 1).

Microorganismo	Límite máximo permisible	Resultados obtenidos en el producto terminado
Mesófilos aerobios UFC/mL	10 ²	2
Coliformes Totales NMP/mL	<3	< 1.8 NMP/100mL
Mohos	10	0
Levaduras	10	0

Fuente: Elaboración Propia, (2018).

3.3.3. Caracterización sensorial

Tabla 30

Caracterización sensorial del Mejor Tratamiento.

Característica	\bar{X} Tratamiento 1
Sabor	6.35
Color	6.46
Olor	6.31
Apariencia general	6.38

Fuente: Elaboración Propia, (2018).

IV. DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Aspecto físico

Según la **Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (Codex Stan 247-2005)** define al zumo (jugo) de fruta como el líquido sin fermentar, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Así mismo el **Codex Alimentarius (2007)** indica los requisitos mínimos que cada fruta y verdura deben reunir:

- Estar enteras.
- Estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo.
- Estar exentas de cualquier materia extraña visible.
- Estar prácticamente exentas de daños causados por plagas.
- Estar exentas de humedad externa anormal.
- Estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños.
- Ser de consistencia firme.
- Tener un aspecto fresco.
- Satisfactorio según la naturaleza del producto.

Como se observa en la tabla 9, la materia prima utilizada presentó características físicas aceptables, cumpliendo así el requisito para poder ser procesada.

Eck (1989), menciona que dependiendo de la especie y cultivar, el arándano puede variar en tamaño de 0.7 - 1.8 cm de diámetro y posee un color azul metálico.

Muñoz et al. (2005), dice que el fruto corresponde a una baya casi esférica que varía en tamaño desde 0.7 a 1.5 cm de diámetro dependiendo de la variedad.

En la tabla 10 se muestra un promedio del diámetro del arándano de 0.37 cm, estableciéndose por debajo a lo anteriormente citado por **Eck (1989)** y **Muñoz et al. (2005)**; esto es debido a que la ejecución del proyecto se realizó entre los meses de mayo y julio, meses en que la producción disminuye, pues según **MINAGRI (2016)**, en el Perú la producción anual de arándanos se centra entre los meses de setiembre a noviembre.

En cuanto a la betarraga, **Usca (2011)** manifiesta que el tamaño de esta raíz oscila entre 5 a 10 cm de diámetro y posee un peso entre 80 a 200 gramos. Según los resultados acopiados en la tabla 10, se obtuvo un promedio de 5.55 cm de diámetro y 138.83 gramos en peso; dichos resultados coinciden con lo antes mencionado por el autor citado.

4.1.2. Aspecto Fisicoquímico

Flores y Nuñez (2014), señalan que la betarraga roja es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, lo que hace que esta sea una de las hortalizas más rica en azúcares.

Según lo reportado por **Salunkhe y Kadam (2004)**, la betarraga posee 87.1% de agua, carbohidratos 7.6%, fibra 1.9%, proteína 1.7%, grasa 0.1%; como se puede observar, los resultados obtenidos de la evaluación química proximal de la raíz de betarraga (plasmados en la tabla 11 y representados en la figura 12), concuerdan con lo mencionado en la investigación de **Flores y Nuñez (2014)**, y a su vez se encuentran aproximados a los valores reportados por **Salunkhe y Kadam (2004)**.

Con respecto al arándano, los resultados obtenidos del análisis químico proximal realizado a la materia prima, arrojaron valores de 86.12% para humedad, 11.13% en carbohidratos, proteína 1.59%, fibra 1.50% y grasa 0.50%.

USDA (2016), reporta los valores estandarizados para arándanos frescos, dando como referencia: Humedad 87.13%, carbohidratos 12.20%, proteína 0.39%, fibra 3.6% y grasa 0.13%; dicha composición nutricional se puede ver afectada por la variedad, la región donde se cultive y las prácticas culturales (**Hancock et al., 2008**).

4.2. Evaluación del producto terminado

4.2.1. Aspecto Fisicoquímico

Zapata *et al.* (2016), realizó un estudio sobre el contenido de antocianinas en jugo concentrado de arándanos pasteurizado y sin pasteurizar, obteniendo 575.24 mg/L y 804.82 mg/L respectivamente, determinando que la pasteurización provocó una disminución de 28.5% en la concentración de antocianinas.

Según Badui (2006), los tratamientos térmicos influyen significativamente en la destrucción de las antocianinas. Por otra parte, un estudio sobre la cinética de degradación de antocianinas durante el tratamiento térmico de jugo de arándanos, entre las temperaturas de 40 y 80°C, señaló que ésta fue de primer orden y que la degradación fue mayor a valores más altos de temperatura **(Pereira *et al.*, 2010)**.

Los datos expuestos en la tabla 17, muestran resultados inferiores en comparación a lo obtenido por **Zapata *et al.* (2016)**, esto es debido a que la bebida elaborada no es exclusivamente arándano pues también cuenta con una fracción de betarraga y agua.

En concordancia con **Pereira *et al.* (2010)**, el contenido de antocianinas pudo haber disminuido después del tratamiento térmico realizado a la bebida, ya que **Hancock *et al.* (2008)** en sus aportes menciona que el arándano posee entre 25 - 100 mg de antocianinas por 100 g de fruto; por otro lado las pérdidas de antocianinas, dependen también de una combinación de varios factores: el

tipo de fruta, la variedad, factores medioambientales y/o diferencias en las técnicas de procesado del zumo (**Capanoglu et al., 2013**).

Además, **Mattivi et al. (2002)**, señala que las antocianinas suelen estar localizadas sólo en la piel de los arándanos; de la misma manera **Capanoglu et al. (2013)**, señala que las pérdidas de antocianinas se deben a la deficiente trituración de la fruta, lo que impide la liberación de flavonoides en la fracción soluble.

4.2.2. Evaluación Sensorial

Arrabal y Ciappini (2000) señalan que estas pruebas deben realizarse exclusivamente con consumidores y no con evaluadores entrenados. **Drake (2007)**, especifica que la escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos, siendo la prueba recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor. Es por ello que se decidió realizar esta prueba según lo mencionan estos autores.

Clark et al. (2009), menciona que en este tipo de pruebas el catador evalúa simplemente el grado de aceptabilidad del producto y su preferencia.

A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Cabe resaltar que la escala puede ser presentada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente y se utiliza para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos. Teniendo de

referencia lo expresado por **Clark et al. (2009)**, se trabajó con una escala numérica y se obtuvo a través de la prueba de ANOVA que entre los tratamiento 1, 2 y 3, de los atributos sabor, color, aroma y apariencia en general no existía diferencia significativa; pero obteniendo mayores valores de media el tratamiento 1 con respecto al atributo sabor y aroma, y el tratamiento 3 con respecto a los atributos color y apariencia en general.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó fisicoquímica y sensorialmente una bebida funcional a base de betarraga (*Beta vulgaris*) y arándanos (*Vaccinium myrtillus*), elaborada con diferentes concentraciones de estos frutos, para así encontrar la mejor combinación; logrando obtener una bebida con bondades antioxidantes y rica en nutrientes.
2. Se caracterizó fisicoquímicamente la materia prima obteniéndose los siguientes valores de: 87.61% y 86.12% de humedad, 0.40% y 0.50% de grasa, 2.0% y 0.66% de ceniza, 3.75% y 1.50% de fibra, 1.99% y 1.59% de proteína, 8.0% y 11.13% de carbohidratos en betarraga y arándano respectivamente. Estos datos son semejantes a lo antes mencionado en la literatura.
3. Se evaluó fisicoquímica y sensorialmente cada tratamiento; con respecto al porcentaje de proteínas, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos 1, 2 y 3; mientras que los azúcares reductores en el tratamiento 2 y 3 fueron de 0.023%, en el tratamiento 1 se obtuvo un menor porcentaje con 0.018%. En cuanto al °Brix, el tratamiento 1 presentó un menor porcentaje de sólidos solubles (8.2 °Brix), mientras que en el tratamiento 3 se obtuvo un 9.1 °Brix, siendo el de mayor porcentaje de sólidos solubles.

En cuanto a la evaluación sensorial, con respecto al análisis estadístico de los atributos sabor, color, aroma y apariencia en general, no existió

diferencia significativa entre los tratamientos; mientras que la comparación de medias de los tres tratamientos con respecto al atributo color y apariencia en general, el tratamiento 3 presentó un mayor puntaje con 6.81 en cada uno, sin embargo el tratamiento 1 presentó un mayor puntaje en los atributos sabor y aroma, teniendo 6.35 y 6.31 respectivamente.

De acuerdo con la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, la cuenta total de microorganismos mesófilos aerobios permitida no debe ser mayor a 10^2 UFC/mL, el NMP (número más probable) de coliformes totales por mL no debe ser superior a 3, el contenido de mohos y levaduras no debe superar los 10UFC/mL; por lo tanto, los resultados de la prueba se situaron dentro de los límites establecidos (2UFC/100mL de microorganismos mesofilicos aerobios y <1.8 microorganismos coliformes totales por 100mL).

4. Se cuantificó las antocianinas presentes en cada tratamiento, arrojando como resultados una concentración de 3.76 mg/L en el tratamiento 1 (siendo este el de mayor contenido de estos antioxidantes), 2.63 mg/L en el tratamiento 2 y 1.84mg/L en el tratamiento 3. Estos resultados son inferiores a lo consultado en la bibliografía, dado que después del tratamiento térmico, las antocianinas disminuyeron considerablemente.
5. Se evaluó también la actividad antioxidante de cada uno de los tratamientos, determinándose que el tratamiento 1 con 49.76 μ M Trolox/ml.

presentó superior actividad en comparación a los otros tratamientos (48.91 μM Trolox/ml en el tratamiento 2 y 47.76 μM Trolox/ml en el tratamiento 3); puesto que en el arándano se concentra mayor contenido de fenoles totales.

6. Se caracterizó la mejor bebida fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente (tratamiento 1), presentando en la caracterización fisicoquímica un porcentaje de proteína de 1.59, azúcares reductores 0.018, acidez titulable 0.245, pH 3.49, Brix° 8.2, actividad antioxidante 49.76 μM Trolox/ml y antocianinas 3.76 mg/L. Así mismo, en la caracterización microbiológica se obtuvo 2UFC/mL de mesófilos aerobios, coliformes totales < 1.8 NMP/100mL , no encontrándose presencia de mohos y levaduras.

VI. RECOMENDACIONES

1. En la operación de pulpeado, para el caso del arándano, se recomienda la suficiente reducción y trituración para evitar que las antocianinas se pierdan junto a los sólidos decantados, puesto que éstos antioxidantes se encuentran sólo en la piel del arándano.
2. La luz es un factor determinante en la estabilidad de las antocianinas, para el envasado de una bebida rica en tales antioxidantes, se recomienda usar envases oscuros.
3. La SCS (Setting the standard for sustainability) ha examinado las publicaciones médicas y tradicionales de las últimas décadas, y se han identificado los siguientes niveles publicados de ingesta diaria (PDI) para flavonoides, licopenos y luteínas, siendo de 500 mg/día en flavonoides, 10 mg/día de luteína y 30 mg/día de licopeno; se recomienda el consumo de esta bebida (tratamiento 1) para contribuir en la ingesta diaria de flavonoides proporcionando 3.76 mg/L de bebida, siendo compensado con el consumo de frutas y verduras.
4. Ya que la evaluación sensorial, no existió diferencia significativa entre los tratamientos, se recomienda la ejecución del tratamiento 3 en cuanto a proyectos de inversión siendo este más factible económicamente al minimizar costos.

5. Realizar las prácticas respetando las normativas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
6. Realizar el análisis sensorial correspondiente con la finalidad de evitar rechazo en el consumidor del producto terminado.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

1. ADAMS, L.; SEERAM, N.; AGGARWAL, B.; TAKADA, Y.; SAND, D. y HEBER, D. (2006). Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. *J. Agric. Food Chem.* 54, 980-955.
2. ALTAMIRANO S. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (Justicia spicigera)* (Tesis de pregrado), Universidad Veracruzana, México.
3. ANTHONY, J., ANTHONY, T., KIMBALL, S. Y JEFFERSON, L. (2001). Signaling pathways involved in traslational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Journal of Nutrition.* 131. 856S-860S.
4. ARANCETA, J. Y OTROS. (2010). *Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil.*, Madrid, España: Médica Panamericana.
5. ARTS I. Y HOLLMAN P. (2005). Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *America Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 317-S-325S.
6. ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES ADEX (2009). *Ficha de Requisitos Técnicos de Acceso al Mercado de EEUU. Requisitos No Arancelarios para Arándano Fresco "Vaccinium corymbosum"*.

7. AVIRAM M., DORNFELD L., ROSENBLAT M., VOLKOVA N., KAPLAN M., COLEMAN R., HAYEK T. Y FUHTMAN B. (2000). Pomegrate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications and LDL platelet aggregation: Studies in humans and atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1062-1076.
8. BAHORUN T., LUXIMON-RAMMA A., CROZIER A. Y ARUOMA O. (2004). Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(12), 1553-1561.
9. BALASUNDRAM N., SUNDRAM K. Y SAMMAN S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 191-203.
10. BAÑADOS, P. (2007). *Perspectivas en el mercado de los arándanos*. Produciendo arándanos. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad de Talca, Tucumán, Argentina.
11. BAUM S., KRIS-ETHERTON P., WILLETT W., LICHTENSTEIN A., RUDEL L. Y MAKI K. (2012). Fatty acids in cardiovascular health and disease: A comprehensive update. *Journal of Clinical Lipidology*, 6(3), 216-234.

12. BASU A., WILKINSON M., PENUGONDA K., SIMMONS B., BETTS N. Y LYONS T. (2009). Freeze-dried strawberry powder improves lipid profile and lipid peroxidation in women with metabolic syndrome: Baseline and post intervention effects. *Nutrition Journal*, 8, 43.
13. BETANCUR, C. (2013). *Prueba Sensorial: Pruebas Discriminativas: apareada, dúo-trío y triangular*. Recuperado de: <https://prezi.com/1ldgaw6zoza4/prueba-sensorial/>. Visitado el 11-04-2017.
14. BULLIYYA, G. (2002) Influence of fish consumption on the distribution of serum cholesterol in lipoprotein fractions: comparative study among fish-consuming and no-fish consuming populations. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 11. 104-111.
15. BUSTAMANTE S. (2015). *Desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de Equisetum arvense "cola de caballo" edulcorado con Stevia rebaudiana bertonii "stevia"*, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
16. BUTTRISS, J., HUGHES, J., KELLY, C. Y STANNER, S. (2002). Antioxidants in food: a summary of the review conducted for the Food Standards Agency. *Nutr. Bull.* 27, 227-236.

17. CALIZAYA, A. (2008). *Evaluación de la elaboración de un néctar nutracéutico a base de Mashua y Maracuyá*. Perú: Aracely Aguilar Calizaya.
18. CARBAJAL C. (2016). *Determinación del contenido de fibra, grasa y proteína de un alimento nutricional con semillas (lupinus mutabilis, y chenopodium quinoa), en mezcla de (beta vulgaris y cucurbita máxima) y edulcorantes*. (Tesis), Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1517/1/T-UTEQ-0059.pdf>. Visitado el 04-03-2017.
19. CHEN C., ZHAO W., YANG R. Y ZHANG S. (2012). Effects of pulsed electric field on colloidal properties and storage stability of carrot juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(10), 2079-2085.
20. CLARKSON, T. (2002). Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *Journal of Nutrition*. 132, 566S-569S.
21. CORDENUSI B., NASCIMENTO J., GENOVESE M. Y LAJOLO F. (2002). Influence of culture quality parameters and chemicals composition of strawberry fruits Brown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9), 2581-2586.

22. EIKANI M., GOLMOHAMMAD F. Y HOMAMI S. (2012). Extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using superheated hexane. *Food and Bioproducts Processing*, 90(1), 32-36.
23. ESPIN J. Y TOMÁS-BARBERÁN F. (2005). Constituyentes bioactivos no-nutricionales de alimentos de origen vegetal y su aplicación en alimentos funcionales. En: *Alimentos Funcionales*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Madrid, España: RUMAGRAF, S.A.
24. ESPINOZA, D. (2013). *Aclimatación de 14 cultivares de remolacha en la ESPOCH, Macají, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo*. (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba. Ecuador.
25. ESPINOSA J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria. Cuba. Recuperado de: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjCMg8HUAhWBaiYKHc90ARIQFggzMAM&url=https%3A%2F%2Fs47003acac0f1f7a3.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1463707242%2Fmodule%2F8586131883%2Fname%2FLIBRO%2520ANALISIS%2520SENSORIAL-1%2520MANFUGAS.pdf&usq=AFQjCNElSCVgFFJi4BJR77MPJCm0KJhdbw>. Visitado el 11-04-2017.

- 26.**ETAIO I., PÉREZ F., ALBISU M., SALMERÓN J., OJEDA M. Y GASTÓN E. (2007). Guía para la evaluación sensorial de la calidad de los vinos tintos de Rioja Alavesa. Vinos jóvenes y vinos con crianza en bodega. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorial-de-alimentos>. Visitado el 12-04-2017.
- 27.**FERNÁNDEZ-GARCÍA E., CARVAJAL-LÉRIDA I., JARÉN-GALÁN M., GARRIDO-FERNÁNDEZ J., PÉREZ-GÁLVEZ A. Y HORNERO-MÉNDEZ D. (2012). Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Research International*, 46(2), 438-450.
- 28.**FERRARA P., ROMANIELO L., VITELLI O., GATTO A., SERVA M. Y CATALDI L. (2009). Cranberry juice for the prevention of recurrent urinary tract infections: A randomized controlled trial in children. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*, 43(5), 369-372.
- 29.**FERRARI, C. Y TORRES, E. (2003), Biochemical pharmacology of functional foods and prevention of chronic diseases of aging. *Biomed. Pharmacother.* 57, 251-260.
- 30.**GALLEGOS-TINTORÉ S., TORRES-FUENTES C., MARTÍNEZ-AYALA A., SOLORZA-FERIA J., ALAIZ M., GIRÓN-CALLE J. (2011). Antioxidant and chelating activity of *Jatropha curcas* L. protein hydrolysates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1618-1624.

- 31.** GARCÍA H., SÁNCHEZ-MATA M. Y CÁMARA M. (2010). Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. *Innovative Food Science y Emerging Technologies*, 11(4), 707-711.
- 32.** GARCÍA J.; GARCÍA, G. (2012). *El cultivo del arándano*. Servicio regional de Investigación y Desarrollo. Agroalimentariowww.serida.org. pp. 23-120.
- 33.** GIL G., VILLA J., AYALA-ZAVALA J., BASILIO-HEREDIA J., SEPULVEDA D., YAHIA E. Y GONZÁLEZ-AGUILAR G. (2013). Technologies for extraction and production of bioactive compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients: an overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 5-23.
- 34.** GIOVANNUCCI E., RIMM E., LIU Y., STAMPFER M. Y WILLETT W. (2002). A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 94(5), 391-398.
- 35.** GIVENS D. Y KLIEM K. (2009). Improving the nutritional quality of milk. In Paquin, P. (Ed) *Functional and Speciality Beverage Technology* (pp. 135-169). CRC Press: Boca Raton, FL.
- 36.** GONZÁLES A., GONZÁLES C., VALLEJO C., ÁLVAREZ P. Y GARCÍA G. (2014). *Los Alimentos Funcionales: Un Nuevo reto para la industria de alimentos*. AGT Editor, S.A. Primera edición. México.

- 37.**GONZÁLEZ-MOLINA E., DOMÍNGUEZ-PERLES, R., MORENO D. Y GARCÍA-VIGUERA C. (2010). Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51(2), 327-345.
- 38.**HANCOCK, J., LYRENE, P., FINN, C., VORSA, N. Y LOBOS, G. (2008). *Blueberries and cranberries. In: Temperate fruit crop breeding*. Springer, Netherlands.
- 39.**HANNUM M. (2004). Potential impact of strawberries on human health: A review of the science. *Crit Review Food Sci. Nutri.* 44(1), 1-17.
- 40.**HARDING A., WAREHAM N., BINGHAM S., KHAW K., LUBEN R., WELCH A. Y FOROUHI N. (2008). Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer-Norfolk prospective study Archives of Internal Medicine, 168(14), 1493-1499.
- 41.**HECK C. Y MEJIA E. (2007). Yerba Mate Tea: A comprehensive on chemistry, health implications, and technological considerations. *Journal of Food Science*, 72(9), R138-R151.
- 42.**HONORATO J. (2007). Péptidos lácteos activos e hipertensión arterial. *ANS, Alimentación, Nutrición y Salud*, 14(3), 69-75

43. HOWLETT J. (2008). ILSI Europe Concise Monograph Series. Functional Foods. From Science to Health and Claim International Life Sciences Institute. Bruselas, Bélgica.
44. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (2011). *Alimentos funcionales- Requisitos*. Recuperado de: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2587.pdf>. Visitado el 02-04-2017.
45. ILSI. International Life Sciences Institute - Europe. [Online].; 2008 [cited 2015 Octubre 5. Available from: http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2008Func_FoodEng.pdf.
46. Infoagro (2011). El Cultivo de la Remolacha Azucarera (1ª parte). Recuperado de: http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucarera.htm
47. JACOB J., TIWARI K., CORREA-BETANZO J., MISRAN A., CHANDRASEKARAN R. Y PALIYATH G. (2012). Biochemical basis for functional ingredient design from fruits. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 79-104.
48. JINAPONG N., SUPHIANTHARIKA M. Y JAMNONG P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 194-205.

- 49.** KAISER, H. (2013). *Alimentación sana. El arándano, la súper fruta del siglo*
21. Recuperado de: www.alimentacion-sana.org. Visitado el 16-04-2017.
- 50.** KANENO R., FONTANARI L., SANTOS S., DI STASI L., RODRIGUES E. Y EIRA A. (2004). Effects of extracts from Brazilian sun-mushroom (*Agaricus blazei*) on the NK activity and lymphoproliferative responsiveness of Ehrlich tumor-bearing mice. *Food Chem. Toxicol.* 42(1), 909-916.
- 51.** KRAJKA V., SZAEFER H., IGNATOWICZ E., ADAMSKA T. Y BAER-DUBOWSKA W. (2012). Beetroot juice protects against N-nitrosodiethylamine-induced liver injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 50(6), 2027-2033.
- 52.** KWAK N. Y JUKES D. (2001). Functional Foods. Part 1: the development of a regulatory concept. *Food Control*. 12(2), 99-107.
- 53.** LAHTINEN S., RAUTONEN N., OUWEHAND A., HONRIKSON A. Y STEELE P. (2009). Developing effective probiotic products: bioavailability and other factors. En McClements D. J. y Decker E. A. *Designing Functional Foods-Measuring and controlling food structure breakdown and nutrient absorption*. EUA; Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- 54.** LAWLESS H. Y HEYMANN H. (2010). *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices*. (Second Edition) Springer. London.

55. LIRIA M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*.

Recuperado de: <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorial-de-alimentos>. Visitado el 13-04-2017.

56. LÓPEZ D. (2015). *Diseño y evaluación preliminar de una mezcla óptima a base de extractos de maracuyá (passiflora edulis) con moringa (moringa oleífera) para la obtención de una bebida funcional*. (Tesis) Ecuador.

Recuperado de:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2874/1/CD000011-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>. Visitado el 12-04-2017.

57. LÓPEZ L. (2002). *Cultivos industriales*. Recuperado de:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1165/1/56T00265.pdf>.

Visitado el 16-04-2017.

58. LU R., DAN H., WU R., MENG W., LIU N. Y JIN X. (2011). Lycopene: features and potential significance in the oral cancer and precancerous lesions. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 40(5), 361-368.

59. MAIANI, G., CASTÓN, P., CATASTA, G., TOTI, E., CAMBRODÓN, G., BRYSTED, A., LORENCIO, G., ALONSO, O., KNUTHSEN, A., VATOTI, M., BÖHM, V., MIEBACH, M., BENSNILIAN, D. Y SCHLEMMER, U. (2009). Carotenoids: Actual knowledge on food sources intakes, stability and

bioavailability and their proactive role in humans . *Mol.Nutr. Food Res.* 53(1), 1- 25.

60.MAIER, S., REICH, E., MARTIN, R., BACHEM, M., ALTUG, V., HAUTMAN, R. Y GSCHWEND, J. (2000). Tributyrin induces differentiation, growth arrest and apoptosis in androgen-sensitive and androgen-resistant human prostate cancer cell lines. *Int. Journal Cancer* 88, 245-251.

61.MEISEL H. (2001). Bioactive peptides from milk proteins: a perspective for consumers and producers. *Australian Journal of Dairy Technology*, 56(2), 83-91.

62.MINE Y., LI-CHAN E. Y JIANG B. (2010). Bioactive proteins and peptides as functional foods and nutraceuticals. Ames, Iowa, E.U.A: Wiley-Blackwell.

63.MORA, O., (2010). *Diseño, Construcción y Pruebas de un Sistema Prototipo para la Producción de Etanol a Partir de Papa, Zanahoria, Remolacha y Lacto Suero.* Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1165/1/56T00265.pdf>. Visitado el 02-05-2017.

64.MULLEN W., MARKS S. Y CROZIER A. (2007). Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8), 3148-3187.

- 65.**MUÑOZ, L. (2007). *Diseño y evaluación de una bebida funcional en base a cranberry prebiótico y probiótico* (Tesis) Facultad de Ciencias químicas y farmacéuticas. Universidad de Chile. Chile
- 66.**MUÑOZ, L.; MAYHUA, R.; PERALTA, F. (2005). *Análisis de antocianina en arándanos del Noa. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial.* (Tesis) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
- 67.**OOMEN, C., FESKENS, E., RASANEN, L., FIDENZA, F., NISSINEN, A., MENOTTI, A., KOK, F. Y KROMHOLT, D. (2000). Fish consumption and coronary heart disease mortality in Finland, Italy and the Netherlands. *Am. J. Epidemiol.* 151, 999-1006.
- 68.**OZER B. Y KIRMACI H. (2010). Functional milks and dairy beverages. *International Journal of Dairy Technology*, 63(1), 1-15.
- 69.**PARR A. Y BOLWELL G. (2000). Review. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J.Sci.Food Agric.* 80(1), 985-1021.
- 70.**PEDERSEN C., KYLE J., JENKINSON A., GARDNER P., MCPHAIL D. Y DUTHIE G. (2000). Effects of blueberry and cranberry juice consumption

on the plasma antioxidant capacity of healthy female volunteers. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(5), 405-408.

71. PÉREZ C. (2008). *Remolacha: propiedades y beneficios*. Recuperado de: <https://www.natursan.net/remolacha-roja-propiedades-y-beneficios/>.

Visitado el 09-04-2017.

72. PINO, C. (2007). *Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (Vaccinium corymbosum L.)*. (Tesis), Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

73. POTTER R., DOUGHERTY M., HALTEMAN W. Y CAMIRE M. (2007). Characteristics of wild blueberry-soy beverages. *LWT – Food Science and Technology*, 40(5), 807-814.

74. RODRÍGUEZ-ROQUE M., ROJAS-GRAU M., ELEZ-MARTÍNEZ P. Y MARTÍN-BELLOSO O. (2013). Changes in vitamin C, phenolic, and carotenoid profiles throughout in vitro gastrointestinal digestion at a blended fruit juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(8), 1859-1867.

75. ROMERO, C. (2016). *EL ARANDANO en el Perú y el mundo Producción, Comercio y Perspectivas*, Lima, Primera edición, Ministerio de Agricultura y Riego.

- 76.**ROSS S. (2000). Functional foods. The food and drug administration perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 71(1), 173S-178S.
- 77.**SALUNKHE, K.; KADAM, S. (2004). *Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas*. España, Primera edición, Editorial ACRIBIA S.A.
- 78.**SANDOVAL R. (2015). *Cinética de la degradación técnica de antocianinas en zumos pasteurizados de Granada (Punica granatum) y Arándano (Vaccinium myrtillus)* (Tesis), Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú.
- 79.**SHAO S., DUNCAN A., YANG R., MARCONE M., RAJCAN I. Y TSAO R. (2009). Tracking isoflavones: From soybean to soy flour, soy protein isolates to functional soy bread. *Journal of Functional Foods*, 1(1), 119-127.
- 80.**STRIKE B. C.; BRISTOW P.; BROADBUSH A.; DAVENPORT J.; DE FRANCESCO J. T.; ENGLISH M. Y VORSA N. (2002). *Cranberry production in the Pacific Northwest*. Cooperative Extension of Washington State University, Oregon State University, University of Idaho and US Dept. of Agriculture.

- 81.** STARR M. Y LEAHY M., (2001). *The health benefits of cranberries and related fruits*. Boca Raton, Florida: CRC Presss
- 82.** TOJO R. Y LEIS R. (2006). *Alimentos Funcionales: Su Papel en la Nutrición Preventiva y Curativa*. Asturias, España.
- 83.** TRISTAN F., KRAFT B., SCHMIDT B. M., YOUSEF G. G., KNIGH C. T. G. Y CUENDET M. (2005). Chemopreventive potential of wild lowbush blueberry fruits in multiple stages of carcinogenesis. *Journal of Food Science*, 70(3), 159-166.
- 84.** TOTTA P., ACCONCIA F., LEONE S., CARDILLO I. Y MARINO M. (2004). Mechanims of naringenin-induced apoptotic cascade in cancer cells: Involvement of estrogen receptor alpha and beta signaling. *IUBMB Life*, 56(8), 491-499.
- 85.** VISKELIS, P., RUBINSKIENĖ, M., JASUTIENĖ, I., ŠARKINAS, A., DAUBARAS, R. Y ČESONIENĖ, L. (2009). Anthocyanins, antioxidative, and antimicrobial properties of American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their press cakes. *Journal of food science*, 74(2), 157-161.
- 86.** VVEDENSKAYA, I., ROSEN, R., GUIDO, J., RUSELL, D., MILLS, K. Y VORSA, N. (2004). Characterization of flavonols in cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) powder. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(2),

188-95. Recuperado de: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf034970s>.

Visitado el 15-06-2017.

- 87.** WOLTER, F. Y STEIN, J. (2002). Resveratrol enhances the differentiation induced by butyrate in Caco-2 colon cancer cells. *Journal of Nutrition*. 132, 2028-2086.
- 88.** WOOTTON-BEARD P., MORAN A. Y RYAN L. (2011). Stability of the antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion as measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin Ciocalteu methods. *Food Research International*, 44(1), 217-224.
- 89.** ZAPATA, L. (2014). *Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria*. Universidad Politécnica de Valencia, España.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1



*Figura 17. Muestra de Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 2



*Figura 18. Muestra de Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 3



*Figura 19. Análisis de dimensión de la materia prima : Peso – Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 4



*Figura 20. Análisis de dimensión de la materia prima : Peso- Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 5



*Figura 21. Análisis de dimensión de la materia prima : Diámetro.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 6



*Figura 22. Análisis físico químico de la materia prima : Determinación de Humedad.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 7



*Figura 23. Determinación de Humedad : Pesado de la muestra de Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 8



*Figura 24. Determinación de Humedad : Pesado de la muestra de Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 9



Figura 25. Determinación de Humedad: Secado en estufa.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 10



Figura 26. Determinación de Humedad: Peso final.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 11



Figura 27. Determinación de Ceniza: Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 12



Figura 28. Determinación de Ceniza: Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 13

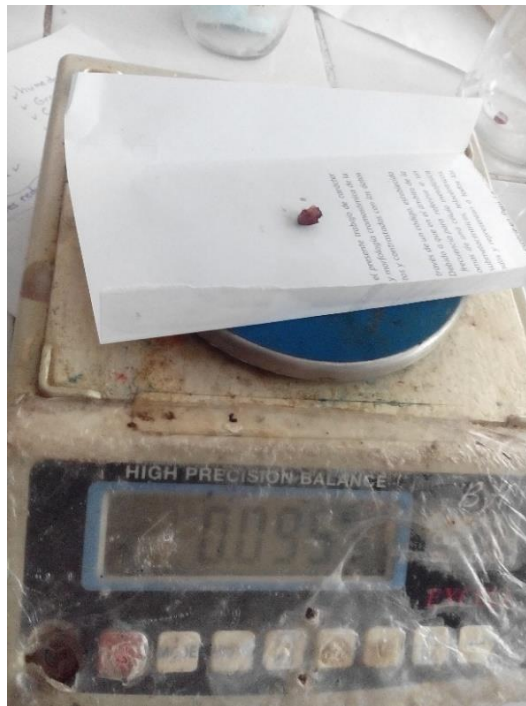


Figura 29. Determinación de Proteína: Pesado de la muestra de Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 14



Figura 30. Determinación de Proteína: Pesado del sulfato de cobre.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 15



Figura 31. Determinación de Proteína: Digestión de las muestras.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 16



Figura 32. Determinación de Proteína: Destilación de las muestras.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 17



Figura 33. Determinación de Proteína: Titulación de las muestras.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 18



Figura 34. Determinación de Proteína: Viraje.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 19



*Figura 35. Lavado y desinfectado de la Materia Prima: Arándano.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 20



*Figura 36. Lavado y desinfectado de la Materia Prima: Betarraga.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 21



Figura 37. Pulpeado.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 22



Figura 38. Pesado.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 23



*Figura 39. Esterilización de las Botellas.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 24



*Figura 40. Mezclado.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 25



Figura 41. Filtrado.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 26



Figura 42. Pesado de aditivos.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 27



Figura 43. Estandarizado.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 28



Figura 44. Pasteurizado.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 29



Figura 45. Envasado.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 30



Figura 46. Exhausting y Sellado.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 31



Figura 47. Enfriado.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 32



Figura 48. Producto Final.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 33



Figura 49. Análisis fisicoquímico del producto terminado: Brix .
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 34



Figura 50. Análisis fisicoquímico del producto terminado: pH.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 35



Figura 51. Análisis fisicoquímico del producto terminado: Acidez titulable.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 36

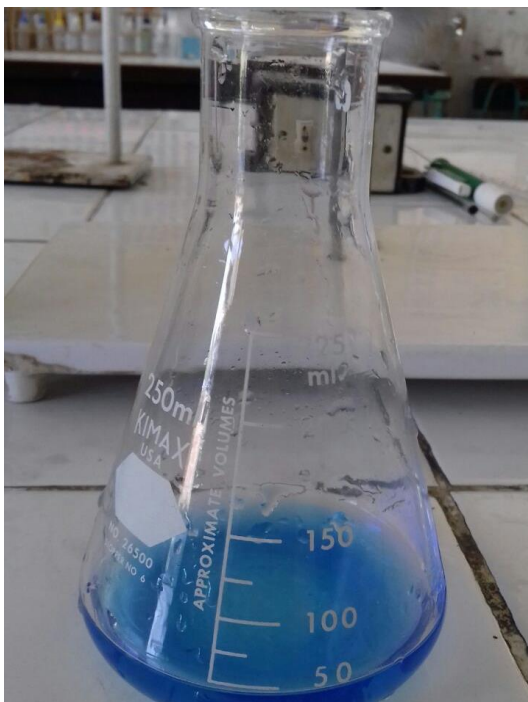


Figura 52. Análisis fisicoquímico del producto terminado: Azúcares reductores, mezclado de Feling A y B.
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 37



*Figura 53. Análisis fisicoquímico del producto terminado: Azúcares reductores.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 38



*Figura 54. Análisis fisicoquímico del producto terminado: Análisis de Proteínas.
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 39



Figura 55. Actividad antioxidante de la Bebida: centrifugación de las muestras
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 40

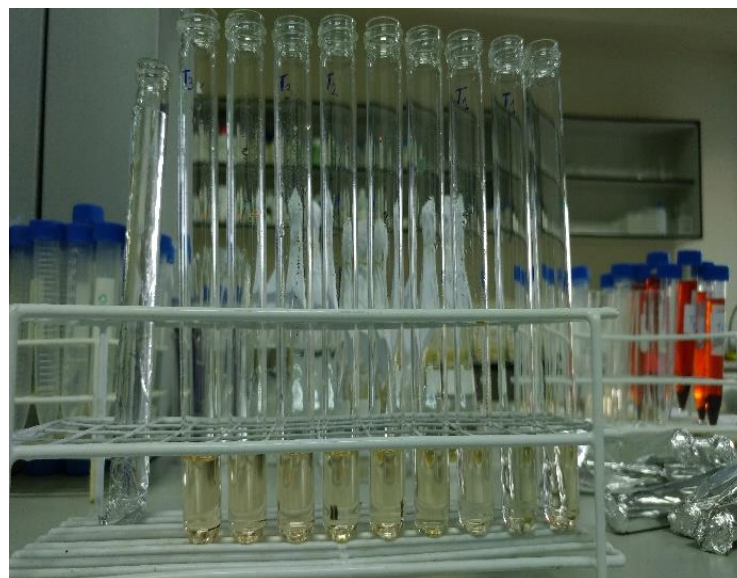


Figura 56. Actividad antioxidante de la Bebida: muestras con ABTS
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 41



Figura 57. Actividad antioxidante de la Bebida: Medición de absorbancias
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 42



Figura 58. Cuantificación de Antocianinas de la Bebida: Filtrado de las muestras
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 43



Figura 59. Cuantificación de Antocianinas de la Bebida: muestras con Cloruro de Potasio
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 44



Figura 60. Cuantificación de Antocianinas de la Bebida: Medición de Absorbancias
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 45



Figura 61. Análisis Sensorial
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 46

Determinación de Azúcares reductores

1. Medir con la pipeta 5 ml de Solución de Fehling B y colocarlo en un matraz
2. Medir con la pipeta 5 ml de solución de Fehling A y colocarlo en el mismo matraz
3. A la mezcla adicionar 20 ml de agua destilada.
4. En la bureta llenar con la muestra a analizar.
5. Adicionar de 2.0 a 2.5 ml de la muestra en la mezcla y dejar hervir por 2 minutos exactos (mover constantemente)
6. Agregar 3 - 5 gotas de indicador de azul de metilo, mezclar, inmediatamente titular en 1 minuto exacto hasta la aparición de color rojo ladrillo.

ANEXO 47

Resultados Fisicoquímicos de los Tratamientos

Tabla 31

Resultados por triplicado del pH en cada tratamiento.

	pH			Promedio
	R1	R2	R3	
Tratamiento 1	3.50	3.48	3.50	3.49
Tratamiento 2	3.58	3.60	3.61	3.60
Tratamiento 3	3.8	3.79	3.76	3.78

Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 32

Resultados por triplicado del °Brix en cada tratamiento.

	°Brix			Promedio
	R1	R2	R3	
Tratamiento 1	9.2	9.1	9.0	8.2
Tratamiento 2	8.8	8.7	8.5	8.7
Tratamiento 3	8.3	8.2	8.1	9.1

Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 33

Resultados por triplicado de los azúcares reductores en cada tratamiento.

		Gasto	Az. Reductor	Promedio
Tratamiento 1	R1	1.4	0.018%	0.018%
	R2	1.5	0.017%	
	R3	1.3	0.019%	
Tratamiento 2	R1	1.4	0.018%	0.023%
	R2	1.0	0.025%	
	R3	1.0	0.025%	
Tratamiento 3	R1	1.1	0.023%	0.023%
	R2	1.0	0.025%	
	R3	1.2	0.021%	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 34

Resultados por triplicado de la acidez titulable en cada tratamiento.

		Gasto	Ac. Titulable	Promedio
Tratamiento 1	R1	3.9	0.250%	0.245%
	R2	4.0	0.256%	
	R3	3.6	0.230%	
Tratamiento 2	R1	3.8	0.243%	0.241%
	R2	3.9	0.250%	
	R3	3.6	0.230%	
Tratamiento 3	R1	3.6	0.230%	0.224%
	R2	3.4	0.218%	
	R3	3.5	0.224%	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 48

Cuantificación de antocianinas

La cuantificación de antocianinas se realizó por el método de pH diferencial.

1. Preparar diluciones del extracto metanólico con solución buffer pH 1.0 de cloruro de potasio y con solución buffer pH 4.5 de acetato de sodio.
2. Diluir las muestras a fin que estén claras sin turbidez ni sedimentos (si está libre de turbidez la abs a 700 nm debería ser 0).
3. Medir la absorbancia de cada muestra (pH 4,5 y pH 1,0) a la longitud de onda de máxima absorbancia ($\lambda_{max}=520$ nm) y a 700 nm.
4. De la ecuación de Lambert-Beer se obtiene

$$C=A/\epsilon L$$

Donde:

C es la concentración molar,

A es la absorbancia,

ε corresponde a la absorbancia molar o coeficiente de extinción molar

L es la longitud de recorrido en cm. (1cm)

5. La concentración en mg/L puede ser determinada multiplicando por el peso molecular (PM) del pigmento y por el factor de dilución (FD). Para el cálculo del contenido de antocianinas se utiliza el peso molecular y la absorbancia molar del pigmento antociano presente en mayor proporción, en este caso es la cianidina (PM 449.2 y ϵ 26900). Por lo anterior la concentración de antocianinas monoméricas se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianinas monoméricas (mg/L)} = (A)(PM)(FD)(1000)/\epsilon$$

6. La absorbancia (A) se calculó de la forma siguiente:

$$A = (A_{\lambda_{\max}} - A_{700})_{\text{pH}=1.0} - (A_{\lambda_{\max}} - A_{700})_{\text{pH}=4.5}$$

7. La concentración de antocianinas totales se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianinas totales (mg/L)} = A'(PM)(FD)(1000)/\epsilon$$

8. La absorbancia (A') se calculó como se indica a continuación:

$$A' = (A_{\lambda_{\max}} - A_{700})_{\text{pH}=1.0}$$

ANEXO 49

Concentración de Antocianinas del Producto Terminado

Tabla 35

Concentración de Antocianinas del Tratamiento 1

	520		700		ABS mm	C	PROM.
	pH 1.0	pH 4.5	pH 1.0	pH 4.5			
R1	0.744	0.784	0.162	0.315	0.113	4.15	3.76
R2	0.714	0.728	0.173	0.275	0.088	3.23	
R3	0.676	0.691	0.163	0.284	0.106	3.89	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 36

Concentración de Antocianinas del Tratamiento 2

	520		700		ABS mm	C	PROM.
	PH 1.0	PH 4.5	PH 1.0	PH 4.5			
R1	0.896	0.872	0.212	0.253	0.065	2.39	2.63
R2	0.897	0.862	0.213	0.247	0.069	2.53	
R3	0.886	0.867	0.217	0.279	0.081	2.98	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

Tabla 37

Concentración de Antocianinas del Tratamiento 3

	520		700		ABS mm	C	PROM.
	PH 1.0	PH 4.5	PH 1.0	PH 4.5			
R1	0.712	0.695	0.029	0.058	0.046	1.69	1.84
R2	0.671	0.624	0.042	0.044	0.049	1.80	
R3	0.689	0.674	0.019	0.059	0.055	2.02	

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 50

Determinación de Capacidad Antioxidante por el método Colorimetría

ABTS

1. **Stock Trolox 4 mM (1mg/mL) 100 mL** : Pesar 100 mg de Trolox y aforar a 100 mL con metanol
2. **Buffer PBS 0.01M (pH 7.4) 500 mL** : Pesar 4 g de NaCl, 0.10 g de KCl, 0.72 g de Na₂HPO₄ y 0.12 de KH₂PO₄. Disolver en 400 mL de agua, Ajustar el pH a 7.4 , según sea necesario. Aforar a 500 mL con agua des ionizada.
3. Diluir el radical coloreado ABTS en buffer PBS, agregar 2 mL de ABTS concentrado a 200 mL de buffer PBS. La solución se tronara verde-azul.
4. Medir la absorbancia de ABTS diluido en buffer PBS a 734 nm. Esta debe ser de 0.7000 +/- 0.02.

Tabla 38

Determinación de Capacidad Antioxidante por el método Colorimetría ABTS

N° de Tubo	Concentración de Trolox μ M	Solución madre Trolox (μ L)	Metanol 80% (μ L)	Tomar (μ L)	Solución de ABTS (μ L)	Agitar y dejar reposar	Leer en espectro
1	300	37.5	462.5	100			
2	240	30	470	100			
3	180	22.5	477.5	100	1900	7 min	734 nm
4	120	15	485	100			
5	60	7.5	492.5	100			

Curva patrón de ABTS

1. Preparar soluciones del antioxidante Trolox a distintas concentraciones
a partir de las lecturas de cada punto de la curva se realizaran por triplicado y por cada uno se realizara un blanco, el cual solo contendrá metanol al 80%.
2. Las muestras se someterán al mismo proceso que la curva, esto a partir de los extractos obtenidos.

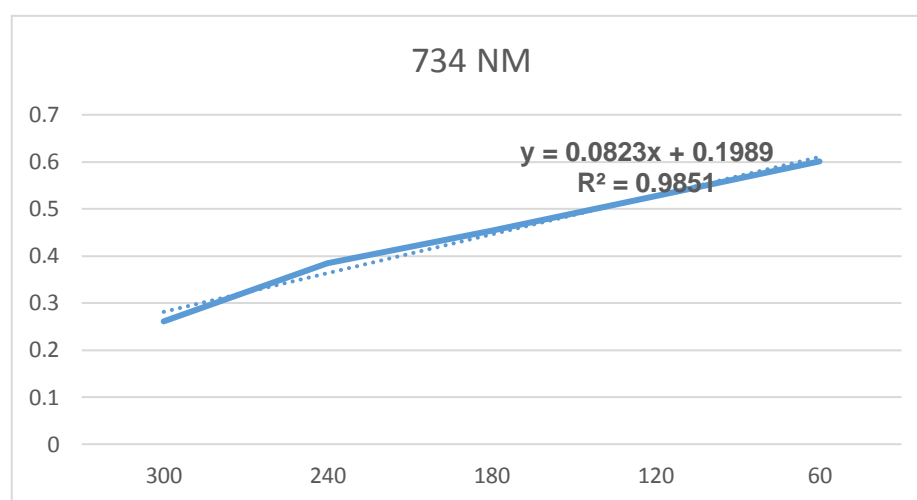


Figura 62. Ficha de Evaluación Sensorial
Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 51

FICHA PARA EVALUADORES

Nombre:

Edad:

Fecha:

Prueba: Aceptación

Nombre del alimento o preparación: Bebida Funcional de Arándano y Betarraga

Pruebe por favor las muestras e indique su nivel de agrado en base a la siguiente escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos.

Me gusta extremadamente : 9
Me gusta mucho : 8
Me gusta moderadamente : 7
Me gusta ligeramente : 6
Ni me gusta ni me disgusta : 5
Me disgusta ligeramente : 4
Me disgusta moderadamente : 3
Me disgusta mucho : 2
Me disgusta extremadamente : 1

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	MUESTRAS		
	A	B	C
AROMA			
COLOR			
SABOR			
APARIENCIA GENERAL			

OBSERVACIONES:

GRACIAS

*Figura 63. Ficha de Evaluación Sensorial
Fuente: Elaboración Propia (2017).*

ANEXO 51

Tabla 39

Resumen de la evaluación sensorial respecto al atributo aroma

PANELISTAS	T1	T2	T3
1	6	5	6
2	6	7	2
3	6	6	5
4	6	7	8
5	5	6	2
6	7	6	6
7	6	7	4
8	6	7	5
9	6	3	3
10	5	6	6
11	8	8	8
12	7	7	7
13	8	6	5
14	6	6	5
15	9	6	7
16	6	7	8
17	5	5	6
18	5	6	6
19	8	6	8
20	6	8	8
21	6	6	6
22	7	5	5
23	6	6	6
24	7	6	5
25	5	6	5
26	6	8	8
Promedio	6.31	6.23	5.77

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 53

Tabla 40

Resumen de la evaluación sensorial respecto al atributo color

PANELISTAS	T1	T2	T3
1	6	6	7
2	6	6	6
3	7	6	6
4	4	7	8
5	8	7	5
6	7	6	6
7	6	5	5
8	5	6	5
9	7	7	6
10	6	6	7
11	7	8	7
12	6	7	7
13	7	8	6
14	7	7	7
15	8	7	6
16	7	6	8
17	6	6	6
18	6	6	6
19	6	8	9
20	6	8	8
21	6	6	8
22	6	6	8
23	8	8	8
24	6	7	6
25	7	5	8
26	7	6	8
Promedio	6.46	6.58	6.81

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 54

Tabla 41

Resumen de la evaluación sensorial respecto al atributo sabor

PANELISTAS	T1	T2	T3
1	7	3	5
2	6	5	2
3	7	6	5
4	7	7	8
5	7	7	2
6	8	6	6
7	5	6	4
8	5	5	4
9	7	6	2
10	5	6	5
11	7	7	8
12	7	6	7
13	8	7	6
14	4	6	8
15	7	7	9
16	6	5	8
17	5	7	5
18	7	7	8
19	5	6	7
20	6	8	6
21	7	6	7
22	5	4	4
23	6	6	8
24	6	8	4
25	9	9	6
26	6	8	9
Promedio	6.35	6.31	5.89

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANEXO 55

Tabla 42

Resumen de la evaluación sensorial respecto al atributo apariencia en general

PANELISTAS	T1	T2	T3
1	8	7	7
2	5	7	5
3	6	6	6
4	7	7	8
5	6	6	5
6	8	5	6
7	6	7	5
8	5	5	5
9	6	8	6
10	5	6	6
11	7	8	7
12	7	6	8
13	8	7	6
14	7	7	7
15	8	7	8
16	6	5	8
17	6	6	6
18	7	7	8
19	6	8	8
20	6	8	8
21	6	6	8
22	4	7	8
23	5	6	8
24	8	8	5
25	7	8	7
26	6	6	8
Promedio	6.38	6.69	6.81

Fuente: Elaboración Propia (2017).