

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO
DE BEBIDA A BASE DE SANKY (*Corryocactus Brevistylus*) Y
ARÁNDANO” (*Vaccinium Myrtillus*)”**

PRESENTADO POR

Bach. PARIÁ CABALLERO MILAGROS ISABEL

Bach. TERRONES ROSALES RUTH SARA

ASESORA

Dra. AGUIRRE VARGAS ELZA BERTA

NUEVO CHIMBOTE, PERÚ

2021



HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO DE BEBIDA A BASE DE SANKY (Corryocactus Brevistylus) Y ARÁNDANO (Vaccinium Myrtillus)**”, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por los bachilleres: **PARIA CABALLERO MILAGROS ISABEL Y TERRONES ROSALES RUTH SARA**, teniendo como asesora a la Dra. Elza Berta Aguirre Vargas, designada mediante la resolución decanal N° 706-2018-UNS-FI, ha sido revisado y aprobado el día 31 de Agosto del 2021 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N° 255-2021-UNS-CFI

Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar
Presidente

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Secretario

Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 7:30 a.m. del 31 de Agosto del Dos Mil Veintiuno se instaló mediante la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante Resolución N° 255-2021-UNS-CFI, integrado por los docentes:

- **Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar** (Presidente)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Secretario)
- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de tesis, titulada:

“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO DE BEBIDA A BASE DE SANKY (Corryocactus Brevistylus) Y ARÁNDANO” (Vaccinium Myrtillus), elaborada por los bachilleres en ingeniería agroindustrial.

- Paria Caballero Milagros Isabel
- Terrones Rosales Ruth Sara

Así mismo tienen como asesora al docente Dra. Elza Berta Aguirre

Finalizada la Sustentación, el (os) tesisistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el público presente.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACION
Paria Caballero Milagros Isabel	18	MUY BUENO

Siendo las 10:00 del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar
 Presidente

Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
 Integrante

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
 Secretario



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 7:30 a.m. del 31 de Agosto del Dos Mil Veintiuno se instaló mediante la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante Resolución N° 255-2021-UNS-CFI, integrado por los docentes:

- **Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar** (Presidente)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Secretario)
- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de tesis, titulada:

“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO DE BEBIDA A BASE DE SANKY (Corryocactus Brevistylus) Y ARÁNDANO” (Vaccinium Myrtillus)”, elaborada por los bachilleres en ingeniería agroindustrial.

- Paria Caballero Milagros Isabel
- Terrones Rosales Ruth Sara

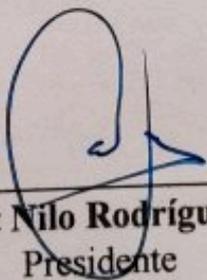
Así mismo tienen como asesora al docente Dra. Elza Berta Aguirre

Finalizada la Sustentación, el (os) tesisistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el público presente.

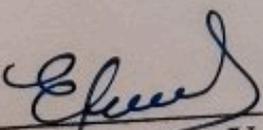
El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACION
Terrones Rosales Ruth Sara	18	MUY BUENO

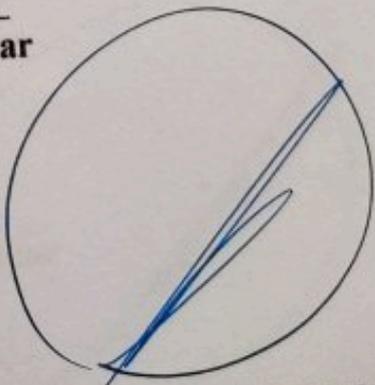
Siendo las 10:00 del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.



Dr. Gilbert Nilo Rodríguez Paucar
 Presidente



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
 Secretario



Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
 Integrante

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre, JOHNI CABALLERO SANCHEZ, mi confidente, por estar ahí para mí en todo momento, por sus consejos y su apoyo en cada uno de los retos que me propongo y en especial por su amor infinito.

A mi padre, ISAAC PARIA DURAN, mi mejor amigo, por su amor incondicional y por el ejemplo de perseverancia, constancia y los valores que me inculca para ser mejor día a día.

A mis hermanos: Maricarmen, Isaac y José, por estar siempre conmigo dando ánimos en mis días malos y celebrando mis logros, pero sobre todo por hacerme ver cuando estoy equivocada. A mi pequeña Isabella.

Milagros Isabel Paria Caballero

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y la fortaleza necesaria para cumplir cada meta y objetivo trazado.

A mis padres Graciela y Orlando por ser mi motor y motivo que me impulsa a ser mejor persona cada día, y porque a ellos le debo quien soy, por comprenderme y apoyarme siempre. Los amo infinitamente.

A mis hermanas: Heydi, María y Mayra, por ser mis cómplices y amigas, las cuales me han enseñado a sobrellevar las dificultades con valentía y positivismo. A mis ocho sobrinos por alegrar mis días siempre.

A mis grandes y mejores amigos: Sheyla, Milagros, Bryan, Gary, Almendra, Yomira y Alexander, por haber hecho de los cinco años de carrera una etapa maravillosa y haber contribuido con ello a mi aprendizaje.

A José Manuel, por el apoyo durante toda la etapa universitaria y alentarme a ser mejor siempre.

A mi mejor amiga Karem, por brindarme el aprendizaje que necesito para seguir creciendo personal y profesionalmente.

A mi entrañable amigo de siempre Edwin (†), por enseñarme a ser tan humanitaria como profesional.

Ruth Sara Terrones Rosales

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos llegar hasta este momento tan importante en nuestras vidas y mantener a nuestros seres queridos.

A nuestros padres que son nuestros pilares y que gracias a su apoyo hoy podemos concluir la etapa universitaria, por sus consejos que nos han dado las fuerzas para seguir adelante.

A nuestra asesora, la Dra. Elza Aguirre Vargas, por su tiempo y dedicación brindado lo cual nos ha permitido terminar con éxito la presente investigación.

A cada uno de nuestros maestros que aportaron con sus enseñanzas a nuestro enriquecimiento y crecimiento profesional.

Los autores

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1.	Sanky	14
2.1.1.	Generalidades del sanky	14
2.1.2.	Composición química y nutricional del Sanky	15
2.1.3.	Producción de sanky	16
2.2.	Arándano	18
2.1.1.	Generalidades del arándano	18
2.1.2.	Taxonomía	18
2.1.3.	Composición química y nutricional	19
2.1.4.	Producción Nacional de Arándanos	20
2.3.	Néctar	23
2.4.	Pasteurización	26
2.5.	Compuestos fenólicos en alimentos	27
2.6.	Actividad antioxidante	33
2.7.	Métodos de Folin Ciocalteu	34
2.8.	Método DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)	36
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1.	Materia Prima	38
3.2.	Insumos	38
3.3.	Materiales, Equipos y Reactivos	38
3.3.1.	Materiales de laboratorio	38

3.3.2. Equipos	39
3.3.3. Reactivos	40
3.4. Análisis	41
3.4.1. Análisis químico proximal	41
3.4.2. Determinación del contenido de polifenoles	42
3.4.3. Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)	43
3.4.4. Análisis sensorial	44
3.4.5. Análisis microbiológico	44
3.5. Metodología	45
3.5.1. Diagrama de Flujo	45
3.5.2. Descripción de la elaboración del néctar de sanky y arándano	46
3.5.3. Análisis estadístico	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
4.1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de sanky y arándano	50
4.2. Caracterización fisicoquímica del néctar de sanky-arándano	52
4.3. Determinación del contenido de polifenoles en néctar de sanky-arándano	54
4.4. Determinación de la actividad antioxidante en néctar de sanky-arándano	59
4.5. Análisis sensorial del néctar de sanky-arándano	62
4.6. Análisis microbiológico	63
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. BIBLIOGRAFÍA	68
VIII. ANEXOS	78

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación taxonómica del sanky.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Composición química de la pulpa Sanky.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3. Clasificación taxonómica del arándano</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4. Composición química del arándano</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5. Proporciones de la curva patrón para determinación de polifenoles</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 6. Características fisicoquímicas de la pulpa de sanky y arándano</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 7. Características fisicoquímicas del néctar de sanky y arándano</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 8. Contenido de polifenoles en néctar de sanky y arándano</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 9. Análisis de varianza del contenido de polifenoles</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 10. Comparaciones por parejas de Tukey</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 11. Actividad antioxidante del néctar de sanky y arándano</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 12. Análisis de varianza de la actividad antioxidante</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 13. Comparaciones por parejas de Tukey</i>	<i>60</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena productiva del sanky	17
Figura 2. Producción de arándanos (toneladas) y total de áreas sembradas (hectáreas) en el Perú.	22
Figura 3. Flujograma de elaboración de néctar	25
Figura 4. Vías biosintéticas de las principales clases de compuestos fenólicos en las plantas	29
Figura 5. Estructuras básicas de las principales clases de compuestos fenólicos	29
Figura 6. Estructuras de algunos polifenoles complejos	32
Figura 7. Mecanismo de acción del reactivo de Folin-Ciocalteu (a), estándar de ácido gálico (b)	35
Figura 8. Principio del ensayo de capacidad antioxidante con DPPH	36
Figura 9. Preparación y siembra para el recuento de mohos y levaduras	44
Figura 10. Diagrama de flujo para la elaboración de néctar de sanky y arándano	45
Figura 11. Análisis sensorial de néctar de sanky- arándano	62
Figura 12. Recuento de levaduras y mohos para néctar de sanky – arándano	63

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo N° 1: Diagrama de flujo de los análisis</i>	78
<i>Anexo N° 2: Formulación del néctar de sanky y arándano</i>	82
<i>Anexo N° 3: Ficha de evaluación sensorial para elegir la formulación</i>	84
<i>Anexo N° 4: Análisis estadístico de la evaluación sensorial de la formulación</i>	85
<i>Anexo N° 5: Ficha de evaluación sensorial final del néctar arándano-sanky</i>	87
<i>Anexo N° 6: Análisis estadístico de la evaluación final del néctar arándano-sanky</i>	88
<i>Anexo N° 7: Datos para el análisis fisicoquímico del sanky</i>	90
<i>Anexo N° 8: Datos para el análisis fisicoquímico del arándano</i>	91
<i>Anexo N° 9: Curva de calibrado de la vitamina C</i>	92
<i>Anexo N° 10: Curva de calibrado del contenido de Polifenoles (folin-ciocalteu)</i>	92
<i>Anexo N° 11: Curva de calibrado de la Actividad Antioxidante (DPPH)</i>	93
<i>Anexo N°12: Análisis fisicoquímicos del Sanky</i>	94
<i>Anexo N° 13: Análisis fisicoquímico del arándano</i>	95
<i>Anexo N° 14: Determinación de vitamina C del Sanky y Arándano</i>	96
<i>Anexo N° 15: Pulpeado del Sanky</i>	97
<i>Anexo N° 16: Producto final y diseño tentativo de etiqueta del néctar</i>	99

RESUMEN

El consumo de productos alimentarios con elevado contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante son importantes para la salud humana. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la influencia de la temperatura (85, 90 y 95°C) y tiempos de pasteurización (45, 60 y 120 segundos) sobre la actividad antioxidante de una bebida (néctar) formulada con frutos de sanky y arándano en una proporción de 20/80 (peso/peso). La composición nutricional del néctar fue de 15.06 ± 0.28 °Brix, pH igual a 4.45 ± 0.12 , porcentaje de acidez $0.4 \pm 0.21\%$ y contenido de vitamina C de 30.49 ± 0.62 mg/100 mL. El efecto de los tratamientos sobre el néctar no generó diferencias significativas ($p < 0.05$) sobre el contenido de compuestos fenólicos (391.404 – 510.848 mgEAG/100ml muestra), sin embargo la capacidad antioxidante ubicada en el rango de 1185.971 – 896.913 $\mu\text{mol Trolox equivalente}/100$ ml muestra, se vio afectada significativamente por el incremento de la temperatura y tiempos de reacción ($p < 0.05$). Se ha determinado que las características sensoriales obtuvieron puntajes elevados con respecto a sabor, color, olor y aceptabilidad general. También se ha realizado el estudio microbiológico de mohos y levaduras en almacenamiento refrigerado ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) durante 5 semanas para los tratamientos térmicos de 85, 90 y 95°C con un tiempo de pasteurización de 45 segundos, obteniéndose valores inferiores al límite permisible de 10 UFC/mL. Finalmente, los frutos de sanky y arándano se presentan como una alternativa para el desarrollo de bebidas funcionales.

PALABRAS CLAVES: Arándano, sanky, pasteurización, contenido fenólico, actividad antioxidante.

ABSTRACT

The consumption of food products with a high content of phenolic compounds and antioxidant capacity are important for human consumption. The main objective of this research was to evaluate the influence of temperature (85, 90 and 95 °C) and pasteurization times (45, 60 and 120 seconds) on the antioxidant activity of a drink (nectar) formulated with sanky fruits and blueberry in a 20/80 ratio (weight / weight). The nutritional composition of the nectar was 15.06 ± 0.28 ° Brix, pH equal to 4.45 ± 0.12 , acidity percentage $0.40 \pm 0.21\%$ and vitamin C content of 30.49 ± 0.62 mg / 100 mL. The effect of the treatments on the nectar did not generate significant differences ($p < 0.05$) on the content of phenolic compounds ($391.404 - 510.848$ mgEAG/100ml muestra), however the antioxidant capacity located in the range of $1185.971 - 896.913$ μ mol Trolox equivalente/100 ml muestra, was significantly affected by the increase temperature and reaction times ($p < 0.05$). Sensory characteristics have been found to score highly with respect to taste, color, odor, and general acceptability. The microbiological study of molds and yeasts has also been carried out in refrigerated storage (4 ± 1 ° C) for 5 weeks for heat treatments of 85, 90 and 95 ° C with a pasteurization time of 45 seconds, obtaining values below the allowable limit 10 CFU/mL. Finally, the fruits of sanky and blueberry are presented as an alternative for the development of nutritious drinks.

KEY WORDS: Blueberry, sanky, pasteurization, phenolic content, antioxidant activity.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en el Perú se ha existido un incremento en hectáreas de cultivo y producción de arándanos, por lo cual este estudio es necesario para buscar nuevas industrializaciones al creciente volumen de descarte de exportación y que se adapten a las nuevas tendencias en los hábitos de consumo, orientando básicamente hacia una comida atractiva que aporte nutriente y otorguen un beneficio a la salud humana, como es el caso del arándano, el cual es rico en antioxidantes.

Por otro lado, el sanky es un fruto cuyo ácido agradable de consumo es ancestral y que crece de forma natural en el Perú, sus diversos usos son del tipo medicinal, alimentario, entre otros. Las características en la pulpa de la fruta presentan importantes contenidos de vitamina C, minerales y capacidad antioxidante. Su consumo en combinación con otras frutas exóticas genera productos con buenas características organolépticas y de importancia para la industria alimentaria. Ensayos fisicoquímicos en pulpa de la fruta fresca han demostrado la presencia de minerales, vitamina C y capacidad antioxidante. Por lo que se hace importante el desarrollo de trabajos de investigación acerca de este fruto.

El consumo de productos con elevado contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante juegan un papel fundamental en la nutrición humana, contrarrestando procesos inflamatorios en la estructura celular, como la protección de enfermedades cardiovasculares, coronarias, cáncer, diabetes. Durante la inflamación, los sistemas antioxidantes celulares responden a la sobreproducción de especies oxidantes neutralizándolas e induciendo la activación de genes que reparan el ADN. Sin embargo, cuando la respuesta inflamatoria se prolonga en el tiempo, se agotan estos sistemas antioxidantes y la balanza se inclina hacia el aumento de las especies reactivas que

causan daño celular. Como consecuencia, la inflamación crónica predispone a las células a la transformación y malignización.

En los últimos años, se ha incrementado el interés en la búsqueda de antioxidantes naturales presentes en muchas plantas medicinales y en muchos alimentos de origen vegetal. Muchos estudios confirman que la acción antioxidante de los productos vegetales se debe a su contenido en compuestos fenólicos como flavonoides y ácidos fenólicos. En realidad, la ingesta de antioxidantes es 10 veces superior a la de la vitamina C y 100 veces superior a la de la vitamina E o los carotenoides.

La producción de néctares a partir de frutos presenta una gran demanda, se han realizado estudios a partir de arándano con un importante contenido de compuestos fenólicos, antocianinas y pigmentos. Tecnológicamente el uso del tratamiento térmico es usado para prologar la vida útil de los néctares y reducir la actividad enzimática (Colima, 2010).

El objetivo general de esta investigación fue evaluar la influencia del pasteurizado sobre la actividad antioxidante en una bebida a base de sanky y arándano.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar las características fisicoquímicas: brix, pH, acidez, humedad, cenizas, vitamina C del sanky y arándano como materia prima.
- Formular y evaluar la composición nutricional de la bebida a base de arándano y sanky.
- Determinar el efecto del tiempo y temperatura de pasteurizado sobre el contenido fenólico y actividad antioxidante en el néctar de sanky y arándano.
- Realizar un análisis sensorial mediante color, olor, sabor y aceptabilidad general de la bebida resultante con panelistas semi-entrenados.

- Realizar el análisis microbiológico de mohos y levaduras en de la bebida de sanky y arándano durante el almacenamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sanky

2.1.1. Generalidades del sanky

El sanky (*Corryocactus Brevistylus*) es un fruto que pertenece a la familia de las tunas es un antioxidante poderoso tiene gran cantidad de minerales como fósforo y calcio, tiene un bajo contenido en azúcar, es ideal para prevenir enfermedades respiratorias y supera al plátano en el aporte de potasio. Crece en laderas de cerros, lugares pedregosos, arenosos y rocosos, con poca agua o humedad; y su área de mayor concentración de plantas está entre los 2.500 a 3.300 msnm. Son muchas las propiedades beneficiosas que puede aportar el sanky a nuestro organismo, el fruto procede de un cactus denominado Sanky y crece en zonas como el norte de Chile o el sur de Perú. Tolera temperaturas mínimas de no más de 10 °C. (Mostacero, 2015).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del sanky.

División	Magnoliophyta = Angiospermae
Clase	Magnoliopsida = Dicotyledoneae
Subclase	Cariophyllydae
Orden	Cariophyllales
Familia	Cactaceae
Genero	Corryocactus
Especie	Corryocactus Brevistylus
Sub especie	Corryocactus Brevistylus ssp.

Fuente: (Málaga & Rodríguez, 2014)

2.1.2. Composición química y nutricional del Sanky.

La composición de la pulpa del fruto del Sanky, se presenta en la Tabla 2. La cáscara del sanky también ha sido analizado por Nolzco *et al.* (2009) quienes determinaron una humedad 91.6 %; cenizas 1.4 %; proteínas 1.4 %; grasa no detectada; carbohidratos 5.6 %; fibra 1.7 %; energía total (kcal/ 100 g) 28; vitamina c (mg/100g) 2,5; acidez en ácido cítrico (mg/100 g) 0.54; calcio (ppm) 752; potasio (ppm) 1743.9; fosforo (ppm).

Tabla 2. Composición química de la pulpa Sanky.

Composición	Cantidad % (en 100 g de sanky)
Calorías (Kcal)	17.6
Humedad (g)	95.2
Carbohidratos (g)	3.1
Cenizas (g)	0.4
Fibras (g)	0.9
Proteínas (g)	1.3
Calcio (mg)	104.5
Potasio (mg)	5 566.4
Fosforo (mg)	12.8
Vitamina C (mg)	57.1

Fuente: Quiñonez (2017).

El sanky presenta un bajo contenido de azúcar y acidez agradable. Los compuestos fenólicos en su estructura tienen poder protector contra enfermedades cardiovasculares, cánceres, estimula las defensas del cuerpo y es un inhibidor tumoral (Matos *et al.*, 2010). El contenido de vitamina C es aproximadamente igual a 57.10 mg/100g, por ello es un poderoso protector frente al escorbuto (enfermedad causada por la ausencia de vitamina C en el cuerpo humano). El fruto también presenta poder reductor del tejido adiposo, triacilglicéridos y colesterol, reduciendo por problemas coronarios y cardíacos. Su poder

antioxidante elimina en el cuerpo los famosos radicales libres que son iniciadores de reacciones de oxidación y envejecimiento celular (Matos *et al.*, 2010; Quiñones, 2017). Una de las aplicaciones más importantes del sanky la producción de pulpa, sin embargo, debido a su elevado contenido de vitamina C el sanky es utilizado como aditivo de ácido cítrico en la fabricación de mermeladas, jugos, néctares, jaleas, caramelos, cocteles y bebidas. Se le han inferido propiedades curativas por el elevado poder desintoxicante, limpia los riñones, disminuye al cansancio psicológico, re fortalece el hígado y reconstituye el cuerpo humano (Ticona, 2019).

2.1.3. Producción de sanky

La propagación del sanky produce por las semillas de los frutos maduros y también por propagación vegetativa y por cladodios. (Oztolasa, 2008). El sanky es una especie de forma columnar distribuido en las laderas de los cerros, diversos suelos (arenosos y pedregosos) (Nolazco *et al.*, 2008). Debido a que se trata de una materia prima no comercializada ni industrializada, no existen estadísticas de producción. La materia prima en cuestión no está registrada en los padrones del Ministerio de Agricultura por no ser de consumo directo ni de producción abundante. (Málaga & Rodríguez, 2014).

El área de producción del sanky esta comprendida en la región Andina del Perú desde los 2 400 a 3 300 metros sobre el nivel del mar (Holmgren *et al.*, 2001), pertenece a la familia de las tunas, puede lograr su primera cosecha en menos de dos años desde su plantación, y su rendimiento por hectárea llega a las 20 y 30 toneladas. (Semanaeconomica.com, 2008). También se puede encontrar sanky desde la sierra central de Huancayo en el departamento de Junín hasta la sierra del sur, Chiguata, Yura,

Chuquibamba, Andagua, Chivay, en Arequipa, Candarabe en Tacna, y el norte de Chile, Tarapacá. La planta endémica de sanky está distribuida en las laderas del distrito, cuyas cosechas anuales se dan entre los meses de Marzo a Junio, siempre que se garantice la presencia de lluvias entre los meses de diciembre, enero y febrero. Se ha estimado que la producción de sanky a gran escala necesita aproximadamente unos US\$ 2000 por hectárea cultivada.

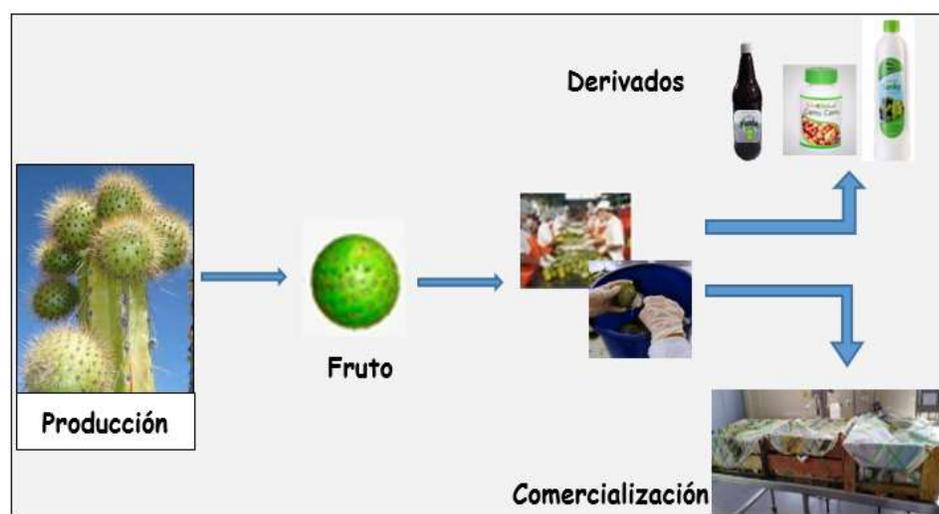


Figura 1. Cadena productiva del sanky.

Fuente: Propia

2.2. Arándano

2.2.1. Generalidades del arándano

El arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) es de origen Norteamericano, su arbusto pertenece a la familia de las Ericáceas. El género *Vaccinium* también presenta especies nativas en los Andes del Perú, tal como la *V. meridionale* Sw., conocido como Gongapa o Agraz. También existen los Géneros *V. corymbosum*, *V. ashei* Reade y *V. angustifolium* (Aiton) Benth (García & García, 2006; Ávila et al, 2007).

2.2.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica del arándano se presenta de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3. *Clasificación taxonómica del arándano*

División	Magnoliophyta = Angiospermae
Clase	Magnoliopsida = Dicotyledoneae
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Sub familia	Vaccinioideae
Genero	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.

Fuente: Hancock & Retamales (2012).

2.2.3. Composición química y nutricional

El arándano ha sido reconocido como uno de los diez productos más sanos para el consumo humano junto con la soya, atún, tomate, zanahoria, palta, espinaca, kiwi, ajo y brócoli. Se le ha denominado como “Super Fruit” tanto por su alto contenido de antioxidantes (antocianina, vitamina C, complejo B, vitamina E, vitamina A), como también de minerales (cobre, selenio, zinc, hierro) y fibra. La tabla 4, presenta la composición química del arándano con la finalidad de crear una visión general de la composición de este fruto (Badui, 2006) citado por (Feliciano et al., 2015).

Tabla 3. Composición química del arándano

Componente	Cantidad %
Agua	83,20
Carbohidratos	15,30
Fibra	1,50
Sacarosa	0,24
Fructuosa	4,04
Glucosa	3,92
Contenido de S.S	10,10-14,20

Fuente: Badui (2006)

Los arándanos, incluidas las variedades highbush y lowbush, se han estudiado bien en la en términos de su capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y beneficios para la salud. Borges *et al.* (2010) informaron 15 antocianinas en los arándanos, muchas de las cuales exhiben una actividad antioxidante sustancial. La mayor actividad antioxidante es atribuida al delphinidin-3-O-galactósido, cianidin-3-ogalactósido, delphinidin-3-O-

arabinósido, petunidin-3-O galactósido, malvidin-3-ogalactósido, malvidin-3-O-arabinósido, Ácido 5-O-feruloilquínico y trazas de una quercetina-O-diglucósido. El bajo contenido de vitamina C de los arándanos no contribuye mucho a su capacidad antioxidante (Borges *et al.*, 2010). La actividad antioxidante total de las bayas medida mediante ensayos de capacidad reductora férrica de plasma (FRAP) es de 30 (μmol de Fe^{+2} /g). Los arándanos están dominados por antocianinas, que son responsables del 84% de la capacidad antioxidante detectado por cromatografía líquida, mientras que los flavonoles suministran el 14%. Estas características tienen propiedades sobre la función cerebral y memoria, neutralización de radicales libres que producen enfermedades como cáncer y envejecimiento celular, reducción de grasas saturadas y menor riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares, prevención/ retardo de enfermedades a la vista, mejoramiento del tracto digestivo y urinario, prevención de osteoporosis, entre otros beneficios (Paita, 2017).

2.2.4. Producción Nacional de Arándanos

El arándano es el frutal más rentable del mundo, los arándanos forman parte de la poderosa categoría de las súper frutas. (MINGRAGRI, 2016). En el Perú el año 2004 bajo un proyecto de cooperación con la Unión Europea (UE Perú/PENXALA/2004/016-913) se realiza un estudio de zonificación agraria de cultivos de arándano, a fin de contar con una herramienta que permita tomar decisiones de orientación sobre la ubicación geográfica de las zonas potenciales para el desarrollo de este cultivo. Este mismo año también ingresan los primeros plantones de arándanos de alta calidad genética del vivero Fall Creek de Oregon-USA. Al 2006 ya se habían establecido los requisitos fitosanitarios para la importación de arándanos procedentes de Argentina y también los protocolos de

importación procedentes de Chile, siendo ésta última la de mayor trascendencia. (Sierra Exportadora, 2012).

La primera plantación a nivel nacional de la que se tiene registro es en la región de Arequipa. Para en el 2008 se inició con 10 hectáreas y 100 000 plantas. A partir del 2008, se empieza a plantar un creciente número de hectáreas de arándanos; en ese sentido, al año 2012 ya se tenían sembradas 400 hectáreas de arándanos y ésta aumenta en 385% respecto al 2014, cuando se estima una extensión plantada de 1 940 hectáreas. Para el 2015 el número de áreas sembradas se calcula en 2 500 hectáreas (+ 29% respecto 2014) y para el 2016 todas las estimaciones apuntan a una cifra récord de 3200 hectáreas sembradas (+ 28% con relación a 2015). Lo cual refleja la enorme expectativa que este cultivo ha generado en el país y que muestra el crecimiento promedio anual de las áreas sembradas en un 68%. (Gamboa & Silva, 2018).

A nivel regional en el Perú, cabe precisar que la mayor parte de ésta se encuentra concentrada en la región La Libertad, que representa aproximadamente un 90% del total producido y exportado por el país, le siguen con volúmenes poco significativos Ancash, Arequipa, Cajamarca, Ica, Lima y Lambayeque (Velásquez, 2014; MINAGRI, 2016). La evolución de la producción nacional durante los años 2012 al 2016, se estima en un 144,5% de crecimiento promedio anual, explicado por las nuevas áreas sembradas y paralelamente por el incremento del rendimiento de las plantas de arándano que van entrando en producción a partir del segundo año, hasta alcanzar su madurez a partir del 8° o 9° año y mantener un rendimiento constante en los siguientes diez años. En ese sentido, en el 2012 el volumen de la producción nacional fue de 560 toneladas, pero al 2013 esta producción casi se triplica con 1 668 toneladas, en el año 2014 se incrementa en casi un 80% respecto

al año anterior, con un volumen de producción de 3 000 toneladas. Para el 2016, Sierra Exportadora estima una producción de 20 000 toneladas, que representa un 94% de aumento con relación al 2015. (Romero, 2016) citado por (Gamboa & Silva, 2018).

Debido a las condiciones climáticas el cultivo de arando se expande con facilidad en territorio peruano. Para el año 2015 el Perú tuvo como principal destino de exportación a Estados Unidos con 54.7 % del total de las exportaciones; seguido de Holanda, con 23.2. Los principales meses de producción de arando peruano se da entre los meses de septiembre (finales) y todo octubre llegando a competir con la producción de Nueva Zelanda. Entre noviembre y diciembre principal competidor es Chile. Dada las condiciones de heladas y lluvias impredecibles en los países mencionados, el Perú puede aprovechar con mejores precios internacionales. Otra ventana comercial se ubica a finales del mes de marzo, donde la única competencia es el mercado de Marruecos (Armando, 2016).

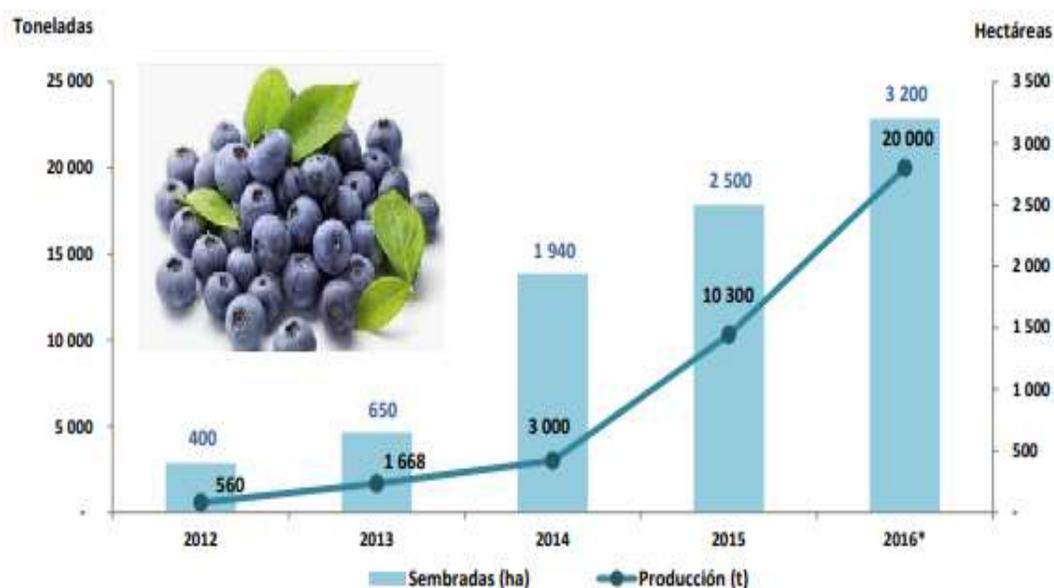


Figura 2. Producción de arándanos (toneladas) y total de áreas sembradas (hectáreas) en el Perú.

Fuente: Armando (2016).

2.3. Néctar

El néctar es un producto hecho con jugo de fruta, pulpa o concentrado sin fermentar pero fermentable, obtenido por la mezcla de toda parte comestible molida y/o tamizada de frutas maduras, con agua, azúcar y/o miel, estabilizador si fuera necesario y conservado por medios físicos exclusivamente que es destinado al consumo humano directo (Lozano *et al.*, 2020, Domínguez, 2004).

Según la norma técnica peruana (NTP) las características que debe presentar son las condiciones sanitarias adecuadas, utilización de frutas maduras, frescas, limpias (libres de restos de sustancias tóxicas). Su preparación puede realizarse con pulpas concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados (Guevara, 2014).

Los requisitos que debe de cumplir la elaboración del néctar según el CODEX (1989) citado por Nolazco (2007) son los siguientes:

- El producto como mínimo deberá tener el 50 % peso/peso de los ingredientes de fruta de concentración natural o equivalente a su derivado de fruta concentrado, a excepción de su elevada acidez, su elevado contenido de pulpa o el sabor fuerte hace necesario un porcentaje menor. En ningún caso el contenido de ingredientes de fruta debe ser menor al 25 % peso/peso.
- La adición de azúcares está reglamentada por el Codex Alimentarius, donde se puede utilizar para endulzar desde sacarosa hasta miel, siempre y cuando se ajusten a los parámetros establecidos por el Codex Alimentarius.

- El contenido de sólidos solubles se encontrará entre 12 °Brix a 20 °Brix de sólidos solubles determinado con refractómetro a una temperatura de 20 °C.
- El producto final deberá tener color, aroma y sabor característico de la materia prima con la que se ha elaborado.

Dentro de las características fisicoquímicas de un néctar según la (FAO, 1998) están: a. Sólidos solubles, deben estar presentes en un mínimo de 12 por ciento a 20 °C. b. Acidez Titulable, expresada en ácido cítrico g/100 ml. El contenido máximo es 0,6 y el mínimo 0,4. c. pH, en un rango entre 3,3 - 4,2. d. Sólidos en suspensión en % (v/v) = 18 10 e. Conservantes, se pueden utilizar el benzoato de sodio y/o de potasio en g/100 ml máximo 0,05. No debe contener antisépticos.

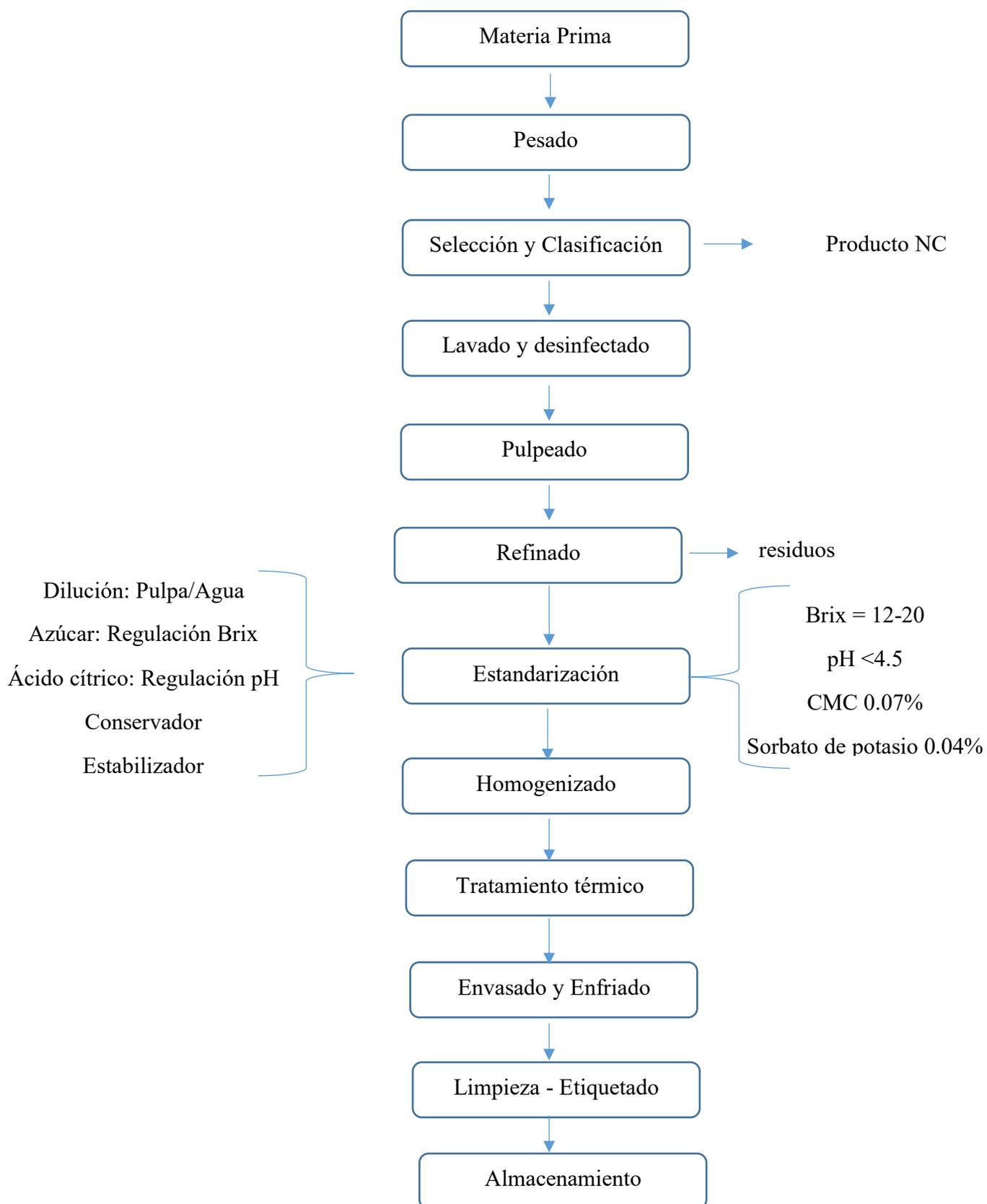


Figura 3: Flujograma de elaboración de néctar.

2.4. Pasteurización

Uno de los pasos para la obtención del néctar es el tratamiento térmico. La pasteurización se define como el “tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una adecuada relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de enzimas de algunos alimentos” (Sanitaria, 2002).

El propósito de pasteurizar se concentra en eliminar al máximo los riesgos de bacterias patógenas que descomponen los alimentos y causan daño a la salud del consumidor. Las condiciones de pasteurización se deben definir para cada producto, según la composición de microflora y las propiedades del medio, considerando: “La temperatura que debe alcanzarse y la duración de la exposición a esta temperatura” (Guevara, 2014)

Otro factor determinante en la pasteurización es la naturaleza química del alimento a conservar:

En alimentos perecederos con un grado de acidez bajo, como la leche; el proceso está orientado a eliminar las bacterias patógenas y la disminución de flora banal. Por otro lado, en “alimentos con un pH ácido, como jugos de frutas cítricos, vinos, cervezas, entre otros, se busca eliminar microorganismos que causan la modificación e inactivación enzimática, lo cual puede ser un riesgo” (Guevara, 2014).

En general, se aplican dos grandes grupos de tecnologías de pasteurización: La pasteurización alta se define como la aplicación de altas temperaturas (75-90°C) y tiempos cortos, entre dos y cinco minutos, afectando a los microorganismos, pero no a los componentes químicos; se aplica a productos como jugos de frutas, vinos, hortalizas

encurtidas, etc. Por otro lado, también se puede lograr la pasteurización bajando la temperatura a 62°C por tiempos más prolongados, por lo menos media hora. Se aplica a los productos y derivados de la leche. La pasteurización prolonga la vida útil del alimento, no obstante, su efectividad no es absoluta, más bien, debe ser entendida como relativa, por ello, generalmente se utilizan métodos complementarios para asegurar la integridad.

La combinación tiempo-temperatura, requerida para volver inactivas las enzimas (polifenoxidasas) y los microorganismos, depende en gran medida del pH del zumo a tratar. (Pérez, 2005).

2.5. Compuestos fenólicos en alimentos

Los compuestos fenólicos son un gran grupo de metabolitos secundarios de plantas que constituyen un grupo heterogéneo de moléculas con una diversidad de estructuras químicas. Están muy extendidos en las plantas superiores, donde desempeñan papeles relevantes, participando en los mecanismos de resistencia natural contra el estrés biótico y abiótico (Santos-Buelga *et al.*, 2019). Contribuyen a la integridad estructural de la planta, la fotoprotección ultravioleta, la reproducción o la regulación interna de la señalización de las células vegetales, y actúan como factores quimiotácticos, como moduladores químicos de la comunicación de la planta con insectos y microbios, y como fitoalexinas contra patógenos y herbívoros (Lattanzio *et al.*, 2008). Estos metabolitos son poco comunes en algas y hongos, y se limitan a unas pocas clases de fenólicos, con flavonoides casi completamente ausentes (Lattanzio *et al.*, 2008). Los compuestos fenólicos también son abundantes en muchos alimentos vegetales y productos derivados, donde contribuyen a las propiedades sensoriales, tecnológicas y de salud. Los fenoles vegetales se derivan de la vía shikimato / fenilpropanoide, la vía acetato / malonato poliquétido o la combinación de

ambos (Figura 4), que se clasifican comúnmente en dos clases principales: flavonoides (flavonoides, flavonas, flavonoles, flavanonas, dihidroflavonoles, antocianinas, isoflavonas y chalcones) y no flavonoides, incluidos los alcoholes fenólicos, fenólicos ácidos y derivados (por ejemplo los ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos y sus ésteres), estilbenos y lignanos (Figura 5). Otros grupos fenólicos, como las quinonas naturales (benzo-, nafto- y antraquinonas), xantonas, auronas, ligninas o florotaninos no se tratarán en este capítulo (Santos-Buelga *et al.* 2019). En sus medios naturales, los compuestos fenólicos pueden presentarse en forma libre, como derivados glicosilados, prenilados o acilados. En los tejidos y alimentos vegetales, los ácidos fenólicos a menudo se encuentran en combinaciones con polioles como la glucosa o el ácido quínico, mientras que la mayoría de los flavonoides (excepto los flavan-3-ols, que se encuentran principalmente como aglicones), lignanos y estilbenos generalmente están presentes como glucósidos. Algunos compuestos fenólicos también se presentan como estructuras polimerizadas, como los llamados taninos, de los cuales se distinguen dos clases: Taninos condensados e hidrolizables. Los taninos hidrolizables están compuestos de polioles unidos a al menos un ácido gálico (gallotaninos) o un ácido hexahidroxidifenico (elagitaninos) (Santos-Buelga *et al.* 2019) (Figura 6).

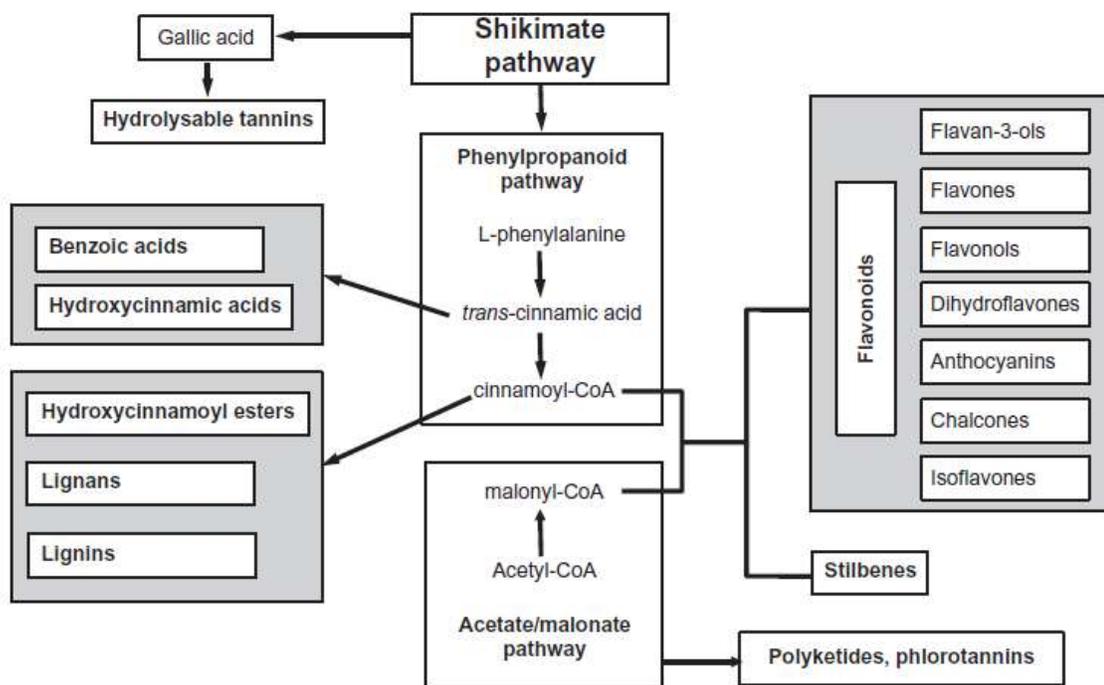


Figura 4. Vías biosintéticas de las principales clases de compuestos fenólicos de plantas.

Fuente: Santos-Buelga *et al.* (2019).

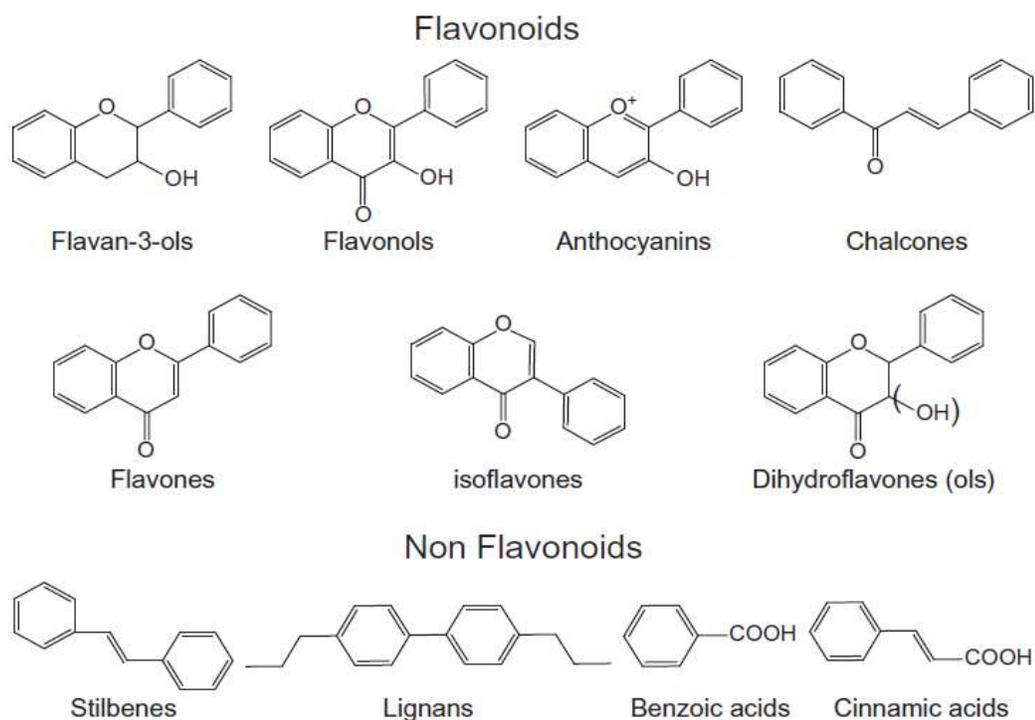


Figura 5. Estructuras básicas de las principales clases de compuestos fenólicos.

Fuente: Santos-Buelga *et al.* (2019).

Los taninos condensados (también conocidos como proantocianidinas) son polímeros de unidades flavan-3-ol unidas a través de enlaces C-C establecidos entre el C4 de una unidad flavan-3-ol y el C8 o C6 de otra unidad (enlace tipo B); ocasionalmente también pueden contener un enlace de éter adicional entre el C2 de la unidad superior y el C7 o C5 que contiene oxígeno de la unidad inferior (enlace de tipo A). Además, algunos productos derivados de fenólicos que se forman durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos y bebidas también pueden agregarse como nuevas clases fenólicas, debido a su relación estructural y contribución a las propiedades sensoriales y funcionales de los compuestos fenólicos en los alimentos. Estos son, por ejemplo, los casos de tearubiginas y teflavinas derivadas de flavanol (Figura 6) presentes en las hojas de té negro (Santos-Buelga & Scalbert, 2000), o los pigmentos derivados de antocianinas, como las piranoantocianinas (Figura 6) y los pigmentos condensados de flavanol-antocianinas formados en derivados de frutas como el vino tinto o las mermeladas (Santos-Buelga & González-Paramás, 2019).

Comúnmente, los compuestos fenólicos vegetales también se denominan "polifenoles", aunque pueden no contener varios hidroxilos fenólicos en su estructura. De acuerdo con Quideau et al. (2011), el término "polifenoles" debe reservarse para designar "metabolitos secundarios de plantas derivados del fenilpropanoide derivado de shikimate y / o las vías del policétido, que presentan más de un anillo fenólico y estar desprovisto de cualquier grupo funcional basado en nitrógeno en su expresión estructural más básica". Aún más restrictivo fue Edwin Haslam, quien definió los polifenoles vegetales como sustancias solubles en agua capaces de precipitar proteínas que tienen masas moleculares

entre 500 y 3000 y poseen 12-16 grupos hidroxilo fenólicos y 5-7 anillos aromáticos por 1000 Daltons de masa molecular relativa (Haslam, 1998).

Cualquiera de esas definiciones excluiría una gran cantidad de compuestos fenólicos relacionados química y biosintéticamente, como los polímeros de lignina o compuestos que consisten en un solo anillo aromático, cualquiera que sea el número de grupos hidroxilo sustituyentes que puedan tener (por ejemplo, muchos ácidos fenólicos y derivados) Sin embargo, debido a su empleo habitual entre los científicos y el público, en este capítulo, el término "polifenoles" se utilizará como sinónimo de "compuestos fenólicos", incluso cuando no podamos referirnos a "polifenoles verdaderos" según las definiciones de Quideau *et al.* (2011) o Haslam (1998).

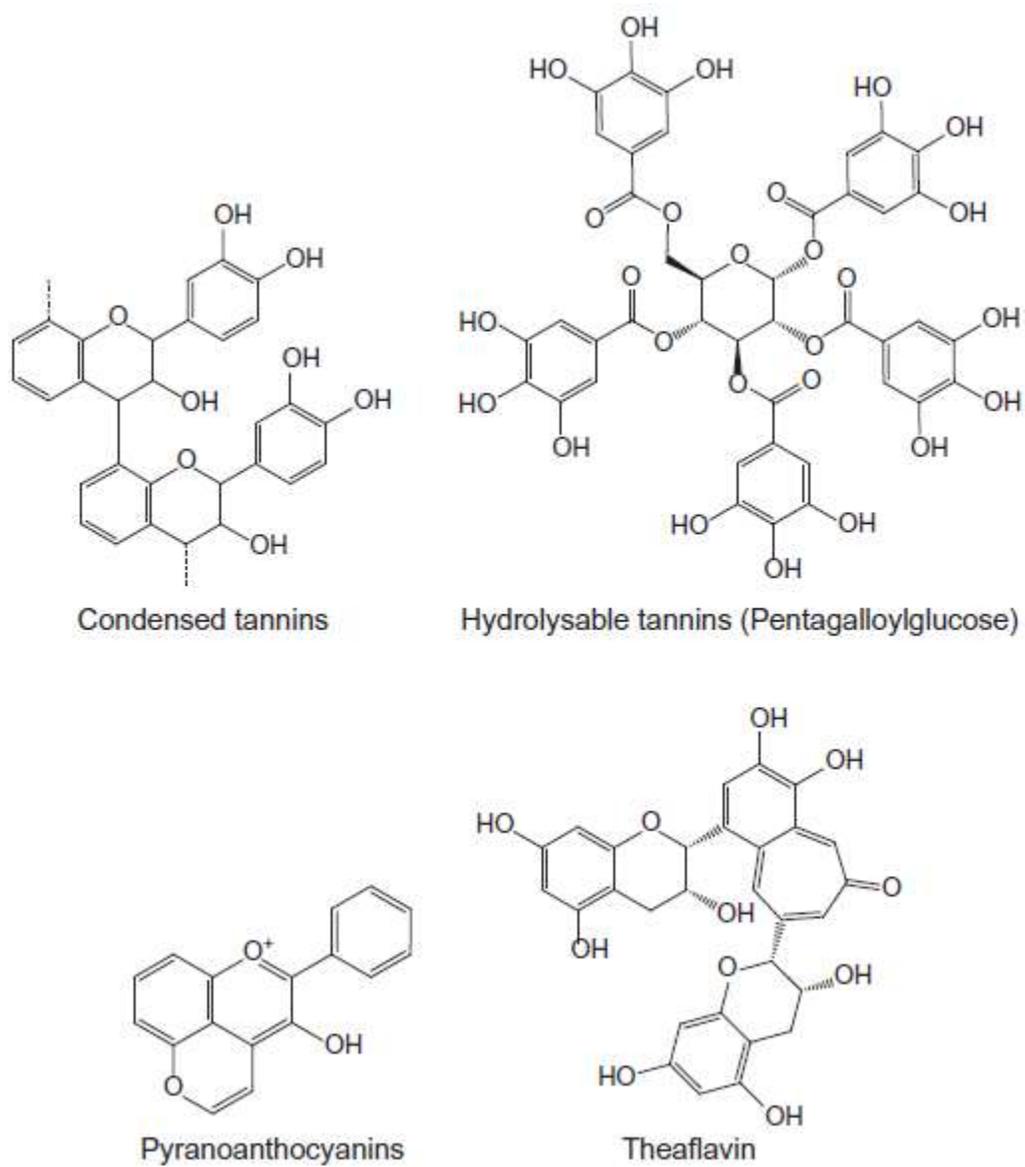


Figura 6. Estructuras de algunos polifenoles complejos.

Fuente: Santos-Buelga *et al.* (2019).

2.6. Actividad antioxidante.

Durante años, la mayoría de los efectos beneficiosos para la salud de los polifenoles se han asociado a su capacidad de actuar como carroñeros eficaces de la mayoría de los tipos de especies oxidantes, como las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (RONS), a través de mecanismos que implican la transferencia de un átomo de hidrógeno (H) o de un solo electrón al radical que lo estabiliza (Prochazkova *et al.*, 2011). En el caso de los flavonoides, la presencia de un grupo catecol en el anillo B es el determinante más importante para la eliminación de RONS, debido a su capacidad para donar hidrógeno. Otros criterios estructurales para una actividad de eliminación óptima son la presencia de un enlace doble 2,3 conjugado con una función 4-oxo en el anillo C y un grupo hidroxilo 3- (y 5-), ya que proporcionan una extensa deslocalización de electrones sobre el sistema de tres anillos y confieren una mayor estabilidad al radical aroxilo derivado (Bors *et al.*, 1990). Sin embargo, algunos autores han cuestionado la estabilidad de los radicales aroxilo flavonoides formados y han descrito su conversión en radicales secundarios más reactivos, como quinonas o semiquinonas, que pueden dar lugar a efectos prooxidantes o potencialmente citotóxicos (Metodiewa *et al.*, 1999).

La capacidad de los polifenoles para prevenir la toxicidad de los iones metálicos activos redox, como el hierro o el cobre, se ha considerado menos que su capacidad de eliminación. Se cree que estos cationes catalizan la producción de especies oxidantes que conducen a la oxidación a diferentes niveles celulares (lípidos, ADN o proteínas). En presencia de peróxido de hidrógeno, Fe (II) cataliza la formación de radicales hidroxilo (OH*) por la reacción de Fenton, mientras que la reacción de Cu (II) con H₂O₂ conduce a la formación de OH* y superóxido (O₂*⁻) radicales. Los polifenoles y, en particular, los flavonoides

pueden formar complejos metálicos estables a través de sus múltiples grupos OH y el resto carbonilo, siempre que estén presentes, eliminando un factor causal para el desarrollo de radicales libres (Leopoldini *et al.*, 2011). Los polifenoles también pueden regular el estado oxidativo de la célula al inhibir las enzimas oxidativas responsables de la producción de superóxido, como la xantina oxidasa y la proteína quinasa C (Ferriola *et al.*, 1989). La interferencia con la actividad del óxido nítrico-sintasa (NOS) es otro mecanismo potencial para disminuir el daño oxidativo en la célula. El NO, producido por la oxidación de L-arginina catalizada por las NO sintasas (NOS), interactúa con los radicales libres, especialmente $O_2^{\bullet -}$, produciendo peroxinitritas. Aunque no se entiende claramente cómo los polifenoles inhiben la inducción de la producción de NOS y NO, tendrían la capacidad de eliminar directamente las moléculas de NO y peroxinitrito una vez producidas (Choi *et al.*, 2002). A pesar de la abundante literatura sobre la capacidad antioxidante de los polifenoles, es necesario tener en cuenta que estos compuestos son poco biodisponibles y en gran medida biotransformados en el organismo, por lo que sus niveles como tales en fluidos corporales, tejidos y células son generalmente muy bajos. En comparación de otros antioxidantes fisiológicos, como el urato, el α -tocoferol, el ascorbato o el glutatión (Hollman, 2014).

2.7. Método de Folin Ciocalteu

La identificación y cuantificación de compuestos fenólicos totales se realiza mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, el cual se fundamenta en la propiedad de la reacción de los fenoles frente a agentes oxidantes. El reactivo de Folin Ciocalteu

contiene molibdato y tungstato sódico que en presencia de los compuestos fenólicos presentes en la matriz a estudiar, reaccionan formando los complejos fosfomolibdico – fosfotúngstico en un medio de pH básico (Figura 7–a). Posteriormente estos complejos (color amarillo) sufren la transferencia de electrones reduciéndose a óxidos de tungsteno (W_8O_{23}) y óxido de molibdeno (Mo_8O_{23}), estos cromógenos son de color azul intenso, por lo que mediante el método espectrofotométrico a una longitud de onda de 725 nm se relacionan proporcionalmente a la cantidad de grupos fenólicos presentes en el analito de interés con la intensidad del color producido. La curva patrón o de calibración generalmente se realiza con ácido gálico (Figura 7–b) (Kuskoski et al., 2005).

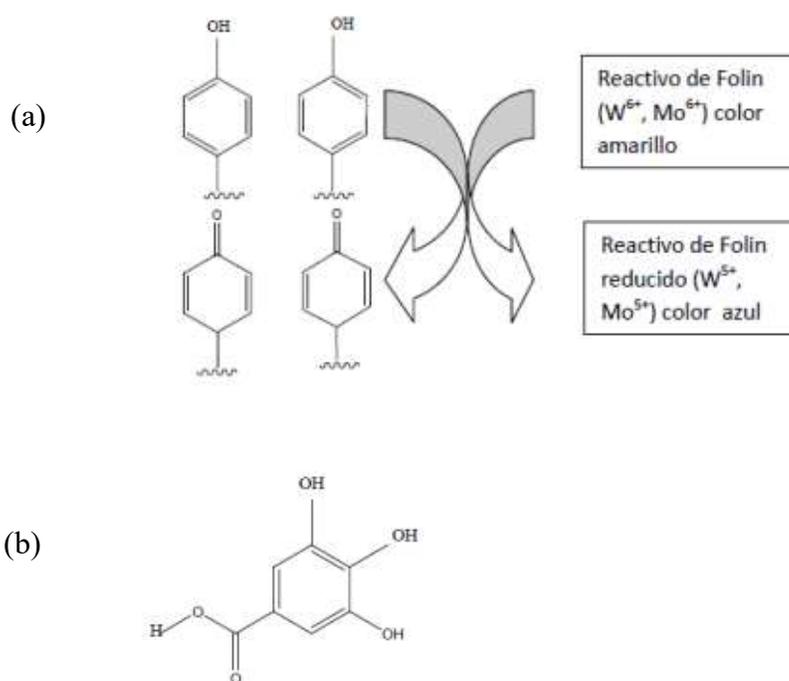


Figura 7. Mecanismo de acción del reactivo de Folin-Ciocalteu (a), estándar de ácido gálico.

Fuente: Kuskoski *et al.* (2005)

2.8. Método DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

El método desarrollado por Brand-Williams et al (1995) plantea que el radical 1,1-difenil-1-picrilhidrazilo estable en medio metanólico y de coloración purpura en presencia de un compuesto antioxidante que dona un electrón genera la desaparición de la decoloración del medio.

La reacción entre el DPPH y un antioxidante [AOH], se puede representar como $[DPPH^*] + [AOH] \rightarrow [DPPH-H] + [AO^*]$ (Figura 8):

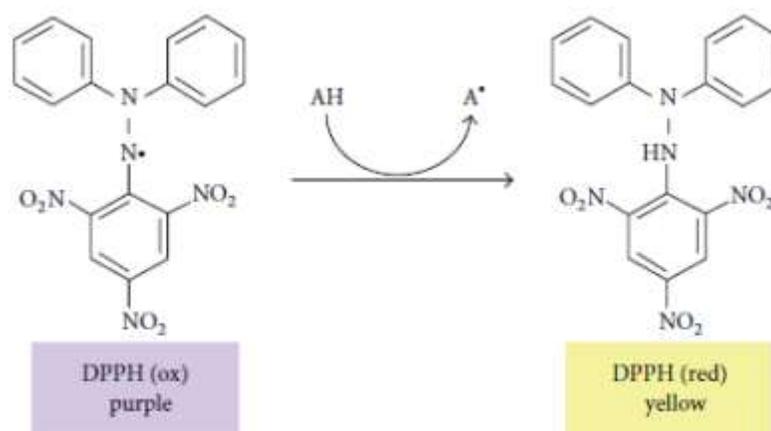


Figura 8. Principio del ensayo de capacidad antioxidante con DPPH

Fuente: Teixeira *et al.* (2013)

Experimentalmente se deja reaccionar a los componentes a temperatura ambiente durante un tiempo aproximado de 30 minutos en la oscuridad, mediante métodos espectrofotométricos la absorbancia es leída a una longitud de 517 nm. Generalmente a las muestras estudiadas se calcula el porcentaje de inhibición del radical cuyos resultados son expresados como TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) con la construcción de una curva de calibración preparando diferentes concentraciones del reactivo TROLOX®.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa localizada en avenida Universitaria S/N- Bellamar, en el distrito de Nuevo Chimbote-Ancash en los laboratorios del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial: Laboratorio de Post-cosecha, Laboratorio de Control de Calidad, Laboratorio de Operaciones Unitarias; los laboratorios de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales, Análisis y Composición de Productos Agroindustriales, los laboratorios de Facultad de Ciencias: Laboratorio de biología general.

3.1. Materia Prima

Las materias primas que se utilizaron fueron el sanky (*Corryocactus Brevistylus*), y el arándano (*Vaccinium Myrtillus*) variedad Biloxi, adquiridos en el centro de abasto de la ciudad, denominado La Perla. El sanky fue procedente de Huancavelica y el arándano de Virú en la Libertad.

3.2. Insumos

- Azúcar blanca
- CMC (carboximetilcelosa)
- Agua potable

3.3. Materiales, Equipos y Reactivos

3.3.1. Materiales de laboratorio

- Balones volumétricos

- Pipetas 1, 2, 5, 10 ml
- Micropipetas (0.5-10 ul); (100-1000 ul)
- Vasos precipitados de 50, 100, 250 y 500 ml
- Crisoles
- Placas Petri
- Espátulas
- Bandejas plásticas y de aluminio
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- Tanque, Marca Electronica Veneta S.p.A, Modelo: T80/EV.
- Botellas de 300 ml
- Tapas herméticas
- Probetas graduadas de 50 y 100 ml
- Cucharas y cucharones
- Embudos de vidrio
- Baguetas
- Pilón y Mortero
- Papel aluminio
- Fiolas (10,50,100, 250ml)

3.3.2. Equipos

- Equipo: Autoclave de Esterilización, Marca Electronica Veneta S.p.A, Modelo: AVS/EV, Serie: 15.01.02170, VA: 5000, V: 3X220, Hz: 60
- Equipo: Planta Piloto Polivalente de Refinamiento Marca Electronica Veneta S.p.A, Modelo: PAS/EV, Serie: 15.01.02181, VA: 3100, V: 3X220, Hz: 60.
- Equipo: Balanza Analítica, Marca: Precisa, Modelo: 220 A, Serie: 321LX, Rango MÁX. 220 gr. MIN. 0,01 gr.e = 0,001 gr.
- Espectrofotómetro UV-Visible, Marca Evolution 300 UV.
- Centrífuga, Marca Gretmed, Modelo GT 119-100T
- Balanza Analítica, Marca: Precisa, Modelo: 220 A, Serie: 321LX, Rango MÁX. 220 gr. MIN. 0,01 gr.e = 0,001 gr.
- pH-metro, Marca Crison, Modelo P4-506
- Refractómetro, Marca Rudolph, Modelo A24051-CC J-157
- Estufa, Marca Memmert – 1200

3.3.3. Reactivos

- Folin Ciocalteu, Sigma Aldrich
- Ácido gálico, Sigma Aldrich, pureza ≥ 98.0 %.
- Carbonato de sodio, Na₂CO₃, E. Merck

- Radical 2, 2-difenil-1-picrylhydrazyl (DPPH).
- 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox).
- Metanol grado HPLC.
- 2,6 Dicloroindofenol (E. Merck).
- Ácido Oxálico 0.4%
- Fenofaleína
- Hidróxido de Sodio (NaOH)
- Agua de peptona estéril (E. Merck).
- Agar papa dextrosa (PDA; Difco BD)

3.4. Análisis

3.4.1. Análisis químico proximal

➤ Determinación de la humedad

La determinación del contenido de humedad fue determinada por efecto de la gravimetría en estufa a temperatura de 55°C, según el método AOAC (1980).

➤ Determinación de Cenizas

La determinación del contenido de cenizas se determinó utilizando la incineración en mufla, por el método AOAC 7009.14 (1984).

➤ **Determinación de la acidez**

La acidez total fue determinada según el método AOAC (1984). Sus resultados serán expresados en porcentaje de ácido cítrico.

➤ **Determinación de pH**

El potenciómetro fue calibrado inicialmente a través de soluciones tampón padrones de pH 4.01 a 7.00 en un pH-metro digital, según el método AOAC (1980).

➤ **Determinación del contenido de sólidos solubles**

El porcentaje de sólidos solubles se determinó directamente por lectura en el refractómetro digital.

➤ **Determinación del contenido de vitamina C**

La determinación de Vitamina C se determinó en pulpa basado en la reducción del colorante 2,6 diclorofenol indofenol (Methods of Vitamin Assay ,1974).

3.4.2. Determinación del contenido de polifenoles.

Se utilizó el método desarrollado por Folin- Ciocalteu. Singleton y Rossi (1995) con las modificaciones de Cárdenas (2016).

Preparación de reactivos: Se preparó una solución de folin-ciucalteu (0.25 N), tomando 1.25 ml de folín comercial (2 N) en una fiola de 10ml con agua destilada. El carbonato de sodio (NaCO₃) al 20% se formuló con 2 gr de NaCO₃ aforándose en una fiola de 10ml con agua destilada, sometándose a sonicación para completar la disolución.

Preparación de la curva de calibrado: 25 mg ácido gálico (en concentración de 250ppm) se diluye con agua destilada en una fiola de 100 ml. Posteriormente, se midió 2 ml de esta solución y se aforó en una fiola de 10 ml con agua destilada. Con la finalidad de construir una curva de calibrado, a partir de esta solución obtenida se prepararon diferentes concentraciones de ácido gálico: 2, 4, 12, 16 y 24 mg GAE/100 mL de muestra, en un volumen total de 3750 uL, como se puede apreciar en la Tabla 5. Se determinaron las absorbancias por espectrofotometría a una longitud de onda de 26nm.

Tabla 5. Proporciones de la curva patrón para determinación de polifenoles.

Concentración (mg GAE/100 mL)	A. Gálico (uL)	Folin (uL)	Carbonato (uL)	Agua (uL)	Total (uL)
2	150	300	150	3150	3750
4	300	300	150	3000	3750
12	900	300	150	2400	3750
16	1200	300	150	2100	3750
24	1800	300	150	1500	3750
blanco	0	0	150	3600	3750

3.4.3. Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)

Se utilizó el método de DPPH (Radical 2, 2-difenil-1-picrylhydrazyl) Brand Williams *et al.* 1995.

Preparación de reactivos: Se preparó el reactivo DPPH (0.15Mm) utilizando 4 mg del radical DPPH y se disolvió con 50 mL de metanol grado HPLC por 10min con la ayuda de un sonicador de ultrasonido. Finalmente se aforo con agua destilada a 100mL y se protegió de la luz.

Preparación de la curva de calibración: La solución Trolox (800 uM) con 5 mg de Trolox en 25 mL de metanol al 50%. Curva calibrado se prepara con concentraciones de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 y 800 uM de Trolox, con metanol al 50%, de cada uno de las soluciones se toma 100uL y se mezcla con 2900 uL de solución DPPH, se lleva a incubación en baño maría con agitación a 35°C por 2hr. Se lectura la absorbancia en un espectrofotómetro a 517 nm.

Análisis de la muestra: Para el análisis de las muestras se toma 100uL de muestra y 2900uL de solución de DPPH, se preparó el blanco de cada muestra con 100uL de muestra y 1900 agua destilada. Análisis de capacidad antioxidante: La capacidad antioxidante por DPPH, se expresó en umol ET/gr muestra BS y en porcentaje de Inhibición (% I).

3.4.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con mediante encuestas para evaluar el olor, color, sabor y aceptabilidad general del néctar de sanky-arándano para las formulaciones F1, F4 y F7. Se ha utilizado una escala continua entre 1 a 7, donde los valores representan: 1 = no me gusta, 3.5 = no me gusta ni me disgusta y 7= me gusta mucho. Se utilizó un panel semientrenado de 20 personas, a los que se les presentó una ficha de evaluación adjunta en el ANEXO 1, la evaluación se realizó en la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa (UNS) en el Área de Análisis sensorial.

3.4.5. Análisis microbiológico

El recuento de mohos y levaduras se determinó mediante la metodología de recuento en placa descrito por Burgos (2016). Se prepararon diluciones sucesivas (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5}) de la muestra empleando agua de peptona. La inoculación se realizó en agar papa dextrosa a $45 \pm 2^\circ\text{C}$. La incubación se realizó a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 3-5 días. Al finalizar el proceso de incubación se procedió al conteo.

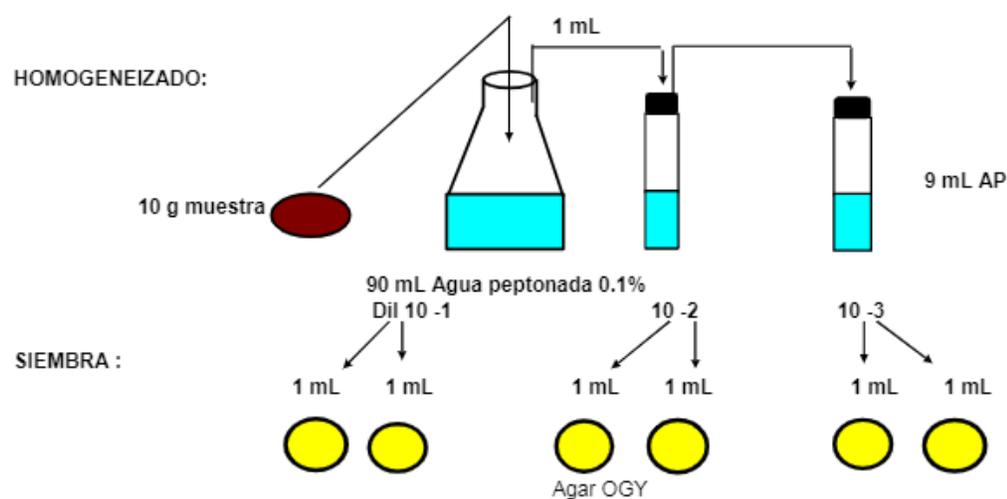


Figura 9. Preparación y siembra para el recuento de mohos y levaduras.

3.5. Metodología

3.5.1. Diagrama de Flujo

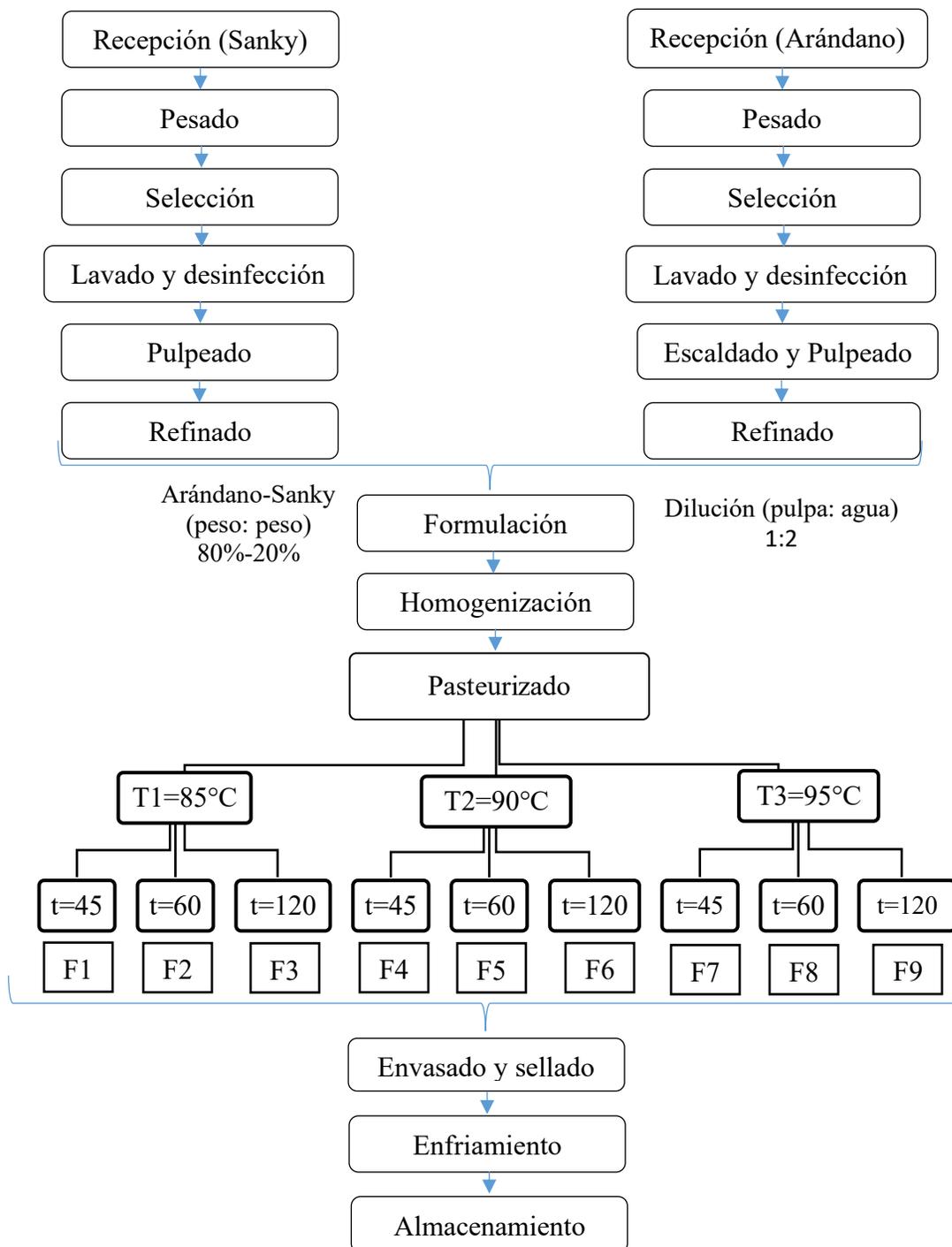


Figura 10. Diagrama de flujo para la elaboración de néctar de sanky y arándano

3.5.2. Descripción de la elaboración del néctar de sanky y arándano

❖ **Recepción de la Materia Prima**

Los frutos de sanky y arándano, antes de empezar la elaboración de un néctar las frutas fueron recepcionados en el IITA en recipientes separados para cada tipo de fruta.

❖ **Pesado**

Mediante balanzas analíticas se realizó el pesado, para tener una medida exacta y hallar el rendimiento de pulpa de cada fruta.

❖ **Selección**

En esta etapa se separó los frutos que no son aptos para la elaboración del néctar, como productos con daños físicos, arrugamientos, deshidratación y defectos fisiológicos.

❖ **Lavado y desinfección**

La desinfección permitió la higienización de la cáscara, para tal propósito se utilizó el Dióxido de Cloro al 5%, utilizando 1 ml por cada litro de agua empleada, se utilizó este desinfectante por ser el recomendado para trabajar con alimentos.

❖ **Pulpeado**

En este proceso se obtuvo el jugo de la materia prima, al sanky se le retiró la cascará y se sometió a un proceso de licuado, mientras el arándano rrimero pasó por un escaldado y se utilizó completo sometiéndolo a la misma operación.

❖ **Refinamiento**

El jugo de las frutas pasó por un refinado manual (colador) para deshacerse de las partículas de pepas del sanky y fibras de la cáscara del arándano que quedaron después del pulpeado.

❖ **Formulación**

En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar, se deben adicionar los insumos y aditivos utilizados en la elaboración del néctar. En este caso no se utilizó ácido cítrico ni Sorbato de potasio, debido a que el sanky es un producto rico en Vitamina C y no fue necesario regular su acidez, y por otro lado se deseaba que el producto sea libre de conservantes.

❖ **Homogenización**

En esta operación se uniformizó la mezcla. Esto se realiza con la finalidad de remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

❖ **Pasteurización**

El pasteurizado se emplea para exterminar organismos que tienen una resistencia térmica relativamente baja, para esto se aplicó 3 temperaturas con 3 tiempos diferentes que fueron de 85°C, 90°C, 95°C y 45, 60 y 120 segundos, respectivamente.

❖ **Envasado y Cerrado**

Esta operación se realizó manualmente en envases de vidrio de 250 ml previamente esterilizados, a la misma temperatura de salida del pasteurizado y se selló inmediatamente para evitar el contacto con el medio.

❖ **Enfriamiento**

El néctar envasado fue enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto.

El enfriado se realizó con chorros de agua fría, que a la vez va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas.

❖ **Etiquetado:**

Se le colocó una etiqueta para incluir toda la información necesaria del producto que debe conocer el consumidor.

❖ **Almacenamiento:**

Se almacenó en refrigeración a 4°C para su posterior análisis microbiológico, a la vez de ser comercializado y distribuido.

3.5.3. Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron por triplicado y los datos se sometieron a un ANOVA. Cuando se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), se calculó el LSD de Fisher con un nivel de significación del 95%. Los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico Minitab versión 18.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de sanky y arándano

La pulpa del Sanky y arándano fueron caracterizadas todas por triplicado, en todos los casos se ha determinado que existe diferencia significativa respecto al °Brix, pH, acidez, humedad, cenizas, vitamina C. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Características fisicoquímicas de la pulpa de sanky y arándano.

Características	Pulpa	
	Sanky	Arándano
°Brix	3.06 ± 0.28	13.08 ± 0.25
pH	2.71 ± 0.12	3.02 ± 0.05
Acidez *	2.27 ± 0.21	0.56 ± 0.01
Humedad (%)	93.77 ± 0.39	84.73 ± 1.11
Cenizas (%)	0.50 ± 0.09	0.22 ± 0.03
Vitamina C (mg/100g)	54.49 ± 0.81	13.07 ± 0.13

*Porcentaje de ácido cítrico, $p < 0.05$. (n=3)

La pulpa de sanky presentó un Brix de 3.06 ± 0.28 , similar a los valores reportados por (Nolazco & Guevara, 2009) quienes indican que para la pulpa del fruto de sanky contiene un °Brix de 2.9. La humedad del fruto obtuvo un valor de 93.77 ± 0.39 , valor que se encuentra muy cercano a los valores reportado por (Quiñonez, 2017), quien reportó un valor de 95.2%; otros autores como (Nolazco & Guevara, 2009) indican un 95% de humedad. La acidez $2.27 \pm 0.21\%$ y el pH 2.71 ± 0.12 ubican a la fruta dentro de la denominación “ácida”,

apropiada para bebidas donde la alta acidez contribuye como barrera en la conservación. Al respecto, (Barbosa *et al.*, 2015) indica que niveles de bajo pH en alimentos generan barreras en la conservación. El porcentaje (%) de cenizas encontrados en las muestras son 0.50 ± 0.09 , el cual se acerca mucho a los valores reportados por (Quiñonez, 2017) y (Nolazco & Guevara, 2009), quienes indican el contenido de cenizas igual al 0.4%. El contenido de Vitamina C 54.49 ± 0.81 mg indican que esta fruta también es importante en este nutriente. Céspedes & Cary (2013), encontraron contenidos menores: 28.51 mg % en sancayo variedad *Corryocactus brevistylus* y 31.55 mg % en Sancayo variedad *Corryocactus puquiensis*. Se puede notar algunas pequeñas diferencias respecto a los datos obtenidos y la bibliografía existente, ya que no se conoce la procedencia de la fruta de estudio. Se sabe que el lugar, clima y la forma en la que se cultiva el fruto influye significativamente en la composición fisicoquímica de dicho fruto.

La pulpa del arándano presentó un valor de Brix $13.08^{\circ} \pm 0.25$, este se asemeja a los datos obtenidos por Arteaga *et al.* (2016) que presentaron valores de 11.5 ± 1.5 , estos valores están relacionados a los factores que intervienen como el estado de madurez y la condición de cosecha, ya que por referencias bibliográficas influyen en la acumulación de los azúcares. Fennema (1993) indica que el contenido de sólidos solubles se deben encontrar entre 11.20 a 14.30° Brix, y Buzeta (1997) nos dice que el rango oscila entre 10 y 15° Brix, descrito para el fruto maduro.

La humedad fue de $84.73 \pm 1.11\%$, valor que se encuentra muy cercano a los valores reportados por Barbosa & Cánovas (2000) que obtuvo un 85.15%; otros autores como (Lohachoompol, 2007) indican un 84,60% de humedad; (Salvador & Badui, 2006) encontraron un valor de 82.50%. Las cenizas encontradas en la muestra son $0.22 \pm 0.03\%$,

el cual se encuentra muy cercano al valor reportado por USDA (2010). Al analizar los valores de pH de la materia prima, se obtuvo un valor de 3.02 ± 0.05 , el cual es un valor que se encuentra dentro de los límites planteado ($2.85 - 3.49$) por (Belitz & Grosch, 1997; Kalt et al., 2000). Otro autor refuta los valores de pH mencionados anteriormente, ya que según (Salvador & Badui., 2006), describen un rango entre 3.0 y 3.4. En cuestión a la acidez, se obtuvo 0.56 ± 0.01 (porcentaje de ácido cítrico), el cual el valor se encuentra dentro del rango encontrado por (Sapers *et al.*, 1984), que reporta valores de acidez comprendidos entre 0,40% y 1,31%.

Finalmente, el contenido de Vitamina C fue de 13.07 ± 0.13 mg/100g, el cual se encuentra muy cercano al valor reportado por Kalonji et al., (2010), el cual menciona valores que rondan los 14 mg/100g. Por otro lado Soto & Guablocho, (2016), nos indica que los valores de vitamina C se encuentran alrededor de 13 mg/100g, el cual se asemeja más a los valores obtenidos.

4.2. Caracterización fisicoquímica del néctar de sanky-arándano.

Tabla 7. Características fisicoquímicas del néctar de sanky y arándano.

Características	Néctar
Sólidos solubles (°Brix)	15.06 ± 0.28
pH	4.45 ± 0.12
Acidez (%)*	0.40 ± 0.21
Vitamina C (mg/100 mL)	30.49 ± 0.62

*Porcentaje de ácido cítrico.

La caracterización de néctar de sanky – arándano pasteurizado a temperatura de 85°C por 45 segundos se ha evaluado, para el parámetro de pH se ha calculado un valor de 4.5, sólidos solubles de 15.06 °Brix y acidez de 0.40 estos valores concuerdan con lo reportado por Santhirasegaram *et al.* (2015), quien evaluó a néctar de mango el cual presentó propiedades fisicoquímicas como el pH, los sólidos solubles totales y la acidez de 4.62, 14.7° Brix y 0.2 respectivamente.

Los solubles dependen en gran medida del tipo de alimento con el que se elaboran las bebidas, por ejemplo, en sidra de manzana se ha estandarizado 10 °Brix (Gentry & Roberts, 2004), jugo de uva 10°Brix (Igual *et al.*, 2010) y jugo de pepino en 3°Brix (Zhao *et al.*, 2013). Custode (2015) menciona que en los néctares se presenta un contenido de sólidos solubles entre 12 - 15 °Brix, ya que son elaborados con frutas y vegetales. El tratamiento térmico también puede influir sobre los sólidos solubles ya que al evaporarse el néctar produce un fenómeno de concentración, factores de 75 °C/12 min y 98 °C/21 segundos influyen significativamente (Rivas *et al.*, 2006; Burbano, 2015), mientras que 80 °C/11 segundos en jugo de uva no influyen (Igual *et al.*, 2010).

Se ha reportado que el valor de pH es influenciado por la temperatura de pasteurización. Aguilar-Rosas *et al.* (2007) reportaron diferencias significativas respecto a la variación de pH por efecto del tratamiento térmico en jugo de manzana (90 °C por 30 segundos), incrementándose el valor de pH de 3.8 (néctar crudo) a 4,01 (néctar pasteurizado). Zhao *et al.* (2013) establecieron para el tratamiento térmico en el jugo de pepino (85 °C por 15 segundos) aumentó su pH de 6.60 a 6.73, la explicación de estos cambios puede deberse al grado de disociación de los ácidos en el agua.

4.3. Determinación del contenido de polifenoles en néctar de sanky-arándano.

Tabla 8.

Contenido de polifenoles en néctar de sanky y arándano.

Tratamiento	T (°C)	t (seg.)	Polifenoles (mg EAG/100 ml muestra)
F1	85	45	510.848 ± 0.056
F2	85	60	509.967 ± 0.006
F3	85	120	448.202 ± 0.205
F4	90	45	476.239 ± 0.141
F5	90	60	450.079 ± 0.209
F6	90	120	432.167 ± 0.015
F7	95	45	446.562 ± 0.040
F8	95	60	412.604 ± 0.008
F9	95	120	391.404 ± 0.031
Sin pasteurización			685.867 ± 0.096

Número de repeticiones = 2

Para el análisis del contenido de polifenoles se tomó una muestra control que fue antes de la pasterización (3 repeticiones) y después del pasterizado se tomaron nueve muestras con diferentes temperaturas (85°C, 90°C, 95°C) y tiempos (45seg, 60seg, 120seg) con 2 repeticiones. La formulación que presentó un mayor valor de contenido polifenolico fue F1 con 510.848 ± 0.056 mg EAG/100 ml muestra a una temperatura de 85°C y 45 seg.

Tabla 9.
Análisis de Varianza del contenido de polifenoles

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento térmico	9	10.2530	1.13922	47.13	0.001
Error	10	0.2417	0.02417		
Total	19	10.4947			

Tabla 10.
Comparaciones por parejas de Tukey.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTO TERMICO	N	Media	Agrupación
CONTROL	2	685.867	A
F1	2	510.848	B
F2	2	509.967	B
F4	2	448.202	B
F5	2	476.239	B
F3	2	450.079	B
F7	2	432.167	B
F6	2	446.562	B
F8	2	412.604	B
F9	2	391.404	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El nivel del contenido fenólico en las formulaciones realizadas a las temperaturas de 85, 90 y 95 °C para tiempos de 45, 60 y 120 segundos no presentaron diferencias significativas a un nivel del 95% de confiabilidad ($p < 0.05$). Sin embargo, todas las formulaciones fueron diferentes con respecto a la formulación sin pasteurizar. El tratamiento térmico influyó sobre el producto final reduciendo entre un 25.52% a 42.93% del contenido fenólico del néctar.

Por otro lado, los tratamientos térmicos con mayor temperatura y tiempo obtuvieron los menores contenidos de compuestos fenólicos ($p < 0.05$).

Lee et al. (2002) reportaron que el jugo pasteurizado de arándano (90°C por 90 segundos) solo se recupera entre el 39 a 23 % del contenido fenólico inicial (sin pasteurizar). Srivastava et al. (2007) determinaron que para los extractos de arándanos almacenados a temperaturas de -20 , -6 , 23 y 35°C presentaron una reducción del contenido de polifenoles totales (Metodo de Folin-Ciocalteu) y actividad antioxidante (método ABTS, 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) de forma significativa ($p < 0.05$). Volden et al. (2008) informaron que los tratamientos de cocción al vapor, cocción y escaldado produjeron pérdidas de 29%, 59% y 41% respectivamente, en el contenido de antocianinas para la col roja. Pala & Toklucu (2013) concluyeron que existe una pérdida significativa de compuestos fenólicos en el jugo de naranja tratado térmicamente.

Patras et al. (2009) indicaron que el puré de fresas y moras las antocianinas (cyanindin-3-glucósido y pelargonidina-3-glucósido) sufrieron influencia por el tratamiento térmico (70°C durante 120 segundos) de forma significativa. En común con otros polifenoles, las antocianinas son degradadas enzimáticamente en presencia de la polifenol oxidasa. Esta enzima puede ser inactivada por calentamiento suave y por lo tanto algunos autores han informado de que la inclusión de una etapa de blanqueo (calentamiento a aproximadamente 50°C) puede tener un efecto positivo sobre la retención de antocianina. Por ejemplo Skrede et al. (2000) demostró que la adición de un extracto de arándano pulpa de blanqueado en jugo de Blueberry no dio lugar a la degradación de las antocianinas, mientras que la adición de un extracto sin blanquear causó una pérdida del 50% de antocianinas, lo que sugiere que la reacción enzimática juega un papel importante en la degradación de las antocianinas.

Del Pozo-Insfrán *et al.* (2006) informaron de que el 24% de las antocianinas se perdieron durante la pasteurización térmica de zumo de uva Muscadine usando una unidad HTST (75 °C, 15 segundos). Además, la polimerización de las antocianinas se produce durante el procesamiento térmico de los jugos que contienen antocianinas (Turfan *et al.*, 2011). La degradación y la polimerización de antocianinas afectan a la actividad biológica de los alimentos que contienen antocianinas.

Burin *et al.* (2010), los compuestos fenólicos en algunas oportunidades pueden aumentar debido a que el calor puede transformar las estructuras de los compuestos fenólicos en ácidos fenólicos más detectables, pero en algunas ocasiones se manifiesta una disminución de los compuestos fenólicos debido a la desnaturalización de la estructura. Alothman *et al.* (2009) informaron que el tratamiento con UV-C puede aumentar o disminuir la capacidad de extracción de antioxidantes debido a algunas variables, incluida la dosis administrada, el tiempo de exposición y las materias primas utilizadas.

Tratamientos térmicos como los ultravioleta influyen de una forma menos dañina sobre el contenido de polifenoles en comparación con la pasteurización, por ejemplo Santhirasegaram *et al.* (2015) observaron una mejora significativa en el rendimiento de extracción de polifenoles en todas las muestras de jugo de mango tratadas con UV-C en comparación con el control. El mayor aumento (31%) fue de 97.83 mg GAE / 100 ml a 128.12 mg GAE / 100 ml en la muestra de control y U30, respectivamente. Se sugirió que el aumento de la actividad de la enzima fenilalanina amoniaco liasa por exposición a UV-C contribuye a la activación de la vía de biosíntesis fenólica, que conduce a la mejora de los compuestos fenólicos (Alothman *et al.*, 2009). Además, la inactivación inducida por UV-C

de la polifenol oxidasa puede prevenir una mayor pérdida de polifenoles (Oms-Oliu *et al.*, 2012). Esto es consistente con el estudio realizado por Bhat *et al.* (2011) sobre jugo de carambola tratado con UV-C, donde se observó un aumento significativo en el contenido de polifenoles. Por el contrario, las muestras pasteurizadas térmicamente mostraron una reducción significativa (38%) de los polifenoles totales.

Con respecto al *sanky* se han realizado estudios de extracción de la cáscara, evaluando la concentración de solvente, temperatura y tiempo de reacción. Mediante el método de Folin Ciocalteu y utilizando un modelo de optimización de superficie respuesta se determinó que una concentración de 50 % v/v de etanol, una temperatura de 25° C y un tiempo de reacción de 40 minutos) genera un contenido fenólico de 43.9 mg ácido gálico/g (Rojas *et al.*, 2019).

4.4. Determinación de la actividad antioxidante en néctar de sanky-arándano por efecto de la temperatura de pasteurización.

Tabla 11.

Actividad antioxidante del néctar de sanky y arándano.

Tratamiento (°C)	T (°C)	T (seg.)	Actividad antioxidante (umol TROLOX/100 ml muestra)
F1	85	45	1185.971 ± 0.011
F2	85	60	1004.149 ± 0.005
F3	85	120	990.671 ± 0.004
F4	90	45	1033.789 ± 0.002
F5	90	60	1012.013 ± 0.006
F6	90	120	969.726 ± 0.011
F7	95	45	950.399 ± 0.022
F8	95	60	916.307 ± 0.011
F9	95	120	896.913 ± 0.012
Sin pasteurización			1309.955 ± 0.021

Número de repeticiones=2

Para el análisis de la actividad antioxidante se tomó muestra antes de la pasterización (3 repeticiones) y después del pasterizado se tomaron nueve muestras con diferentes temperaturas (85°C, 90°C, 95°C) y tiempos (45seg, 60seg, 120seg) con 2 repeticiones. La formulación que presentó el mayor valor fue F1 con 1185.971 ± 0.011 umol TROLOX/100 ml muestra a una temperatura de 85°C y 45 seg.

Tabla 12.
Análisis de Varianza de la actividad antioxidante

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento Térmico	9	0.115616	0.012846	82.84	0.001
Error	10	0.001551	0.000155		
Total	19	0.117167			

Tabla 13.
Comparaciones por parejas de Tukey.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento Térmico	N	Media	Agrupación
N1	2	1309.955	A
F1	2	1185.971	A B
F2	2	1004.149	B C
F3	2	990.671	B C D
F4	2	1033.789	B C D
F5	2	1012.013	C D E
F6	2	969.726	D E
F7	2	950.399	E
F8	2	916.307	F
F9	2	896.913	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La Tabla 11, presentó a la formulación sin pasteurizar con una mayor actividad antioxidante sobre las formulaciones en las que se aplicaron tratamiento térmico. Las formulaciones con pasteurización a 85°C (F1, F2 y F3) no presentaron diferencia significativa a pesar de ser tratados en diferentes tiempos (45, 60 y 120 segundos), esto también ocurrió para la temperatura de 90°C (F4, F5 y F6). Sin embargo, para una temperatura de 95°C los tiempos ejercieron diferencias significativas a medida que

incrementaron la actividad antioxidante también disminuyó ($p < 0.05$). El tratamiento térmico influyó sobre el producto final reduciendo entre un 9.46% a 24.61% de la capacidad antioxidante del néctar.

El ensayo de eliminación de radicales DPPH mide la capacidad de donación de hidrógeno del antioxidante al radical libre estable DPPH, lo que da como resultado la formación de difenilpicrilhidrazina (Shon et al., 2003). La actividad antioxidante puede estar indicada por la capacidad reductora de un compuesto (transformación del complejo de ferricianuro en complejo de ferrocianuro) como lo describen Rama & Vasantha (2011). La presencia de factores como la luz o temperatura estimulan la formación de radicales libres que pueden desencadenar respuestas de estrés suprimiendo la presencia de fenólicos.

Se presume que los tratamientos térmicos son por lo general, la causa principal de la disminución de los antioxidantes naturales (Morales et al., 2010). Las altas temperaturas aplicadas durante el proceso podrían haber afectado los compuestos fenólicos susceptibles en la bebida haciéndolos fácilmente degradables en el tiempo. Adicionalmente, Cao *et al.* (2012), Chandrasekara & Shahidi (2012) señalan que la disminución de fenoles totales se debe a la degradación por oxidación y su polimerización con proteínas. Según Bakan *et al.* (2014) el contenido total de polifenoles y la actividad antioxidante de los néctares almacenados en latas de aluminio y los envases de cartón de mayor tamaño disminuyen durante el almacenamiento.

Lipe (2016) ha determinado que, en ratones con daño hepático inducido con etanol, la administración de dosis de entre 1 a 10 mL/kg de zumo de sanky produce una caída no significativa del índice hepático en los ratones, además estas dosis generaron un incremento

no significativo de los niveles de lipoperoxidación, por lo tanto se concluye que el zumo de sanky ejerce un efecto hepatoprotector a nivel de grupos sulfidrilos no proteicos.

4.5. Análisis sensorial del néctar de sanky-arándano.

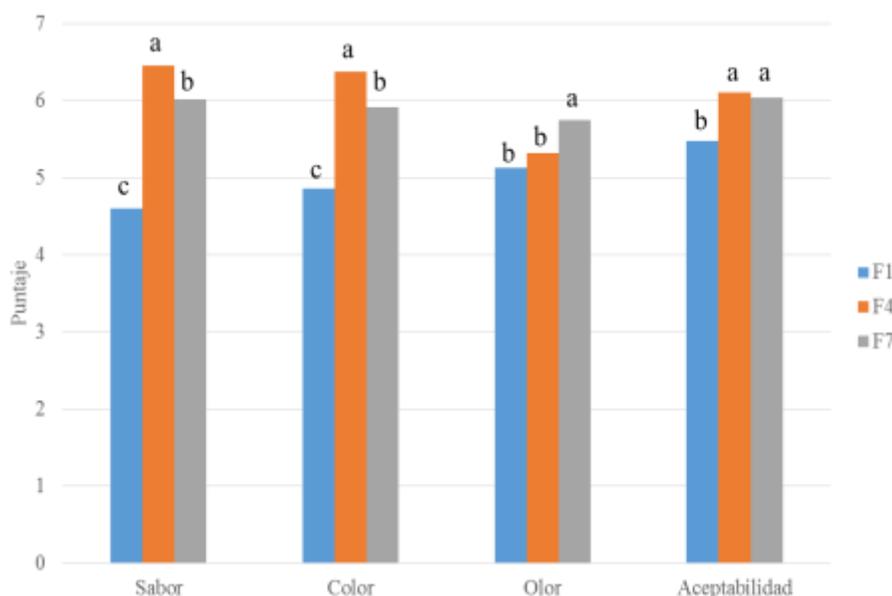


Figura 11. Análisis sensorial de néctar de sanky- arándano. Letras diferentes para una misma característica sensorial indicaron diferencia significativa ($p < 0.05$). ($n=2$).

El análisis sensorial con respecto al sabor determino que la formulación F4 (6.448 ± 0.415) presentó el mayor puntaje de preferencia sobre las formulaciones F7 (6.015 ± 0.758) y F1 (4.603 ± 0.394). La misma tendencia se presentó para el análisis de color F4 (6.370 ± 0.388), F7 (5.910 ± 0.538) y F1 (4.855 ± 0.555). Con respecto al olor no se presentó diferencias significativas entre las muestras F1 (5.125 ± 0.526) y F4 (5.320 ± 0.379) pero si con respecto a F7 (5.745 ± 0.450) quien presento una mayor preferencia. Finalmente, la aceptabilidad

general de los panelistas otorgó a las formulaciones F4 y F7 las mejores puntuaciones para un nivel de confiabilidad del 95% ($p < 0.05$). Se induce que una pasteurización entre 90 y 95 °C además de cumplir con su efecto de pasteurización también produce de alguna manera influencia sobre las características sensoriales que lo hacen aceptable. Por otro lado, el producto (90°C y 45 seg.) en general supero los niveles promedios de aceptabilidad para las diferentes características sensoriales aquí propuestas. Por lo que este producto se presenta como atractivo y recomendable para su aplicación en la industria gracias no solo por sus características sensoriales, si no, también gracias a sus altos contenidos de polifenoles y actividad antioxidante.

4.6. Análisis microbiológico.

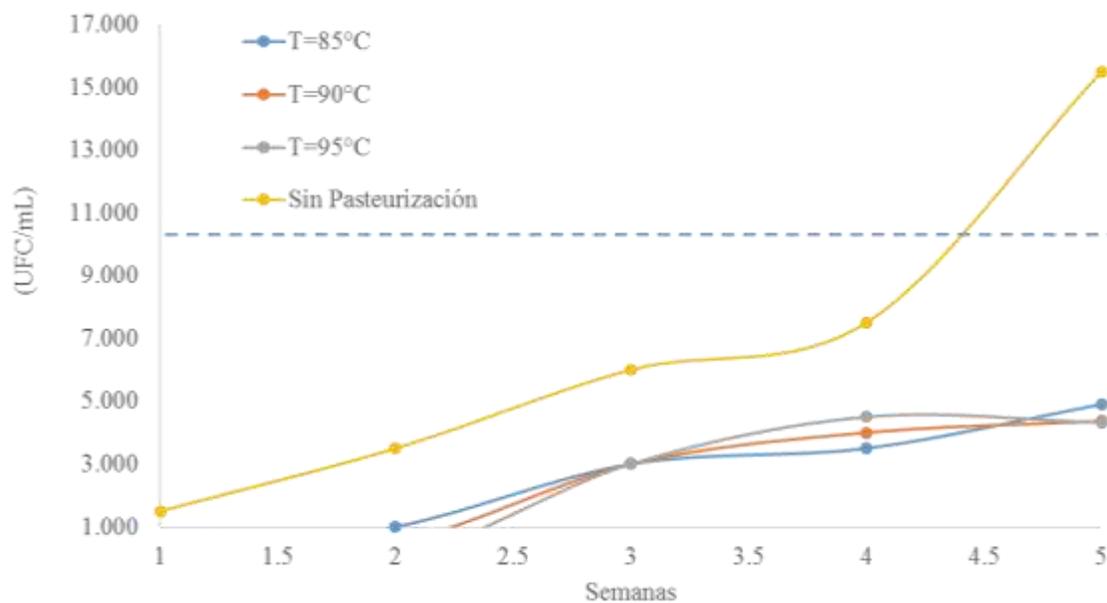


Figura 12. Recuento de levaduras y mohos para néctar de sanky – arándano

En la figura se muestra diferentes temperaturas de pasteurización (85, 90 y 95°C) con un tiempo de 45 seg. cada una y sin pasteurizar durante 5 semanas de almacenamiento a 4°C. Los valores con letras diferentes dentro de la misma semana son significativamente diferentes ($p < 0.05$) ($n = 2$). La línea discontinua (- - -) indica el límite de vida útil de los microbios; CFU, unidad formadora de colonias.

Los cambios en los recuentos microbianos (levaduras y mohos) en los jugos almacenados a temperatura de refrigeración (4 ± 1 ° C) durante 5 semanas se muestran en las Figura 9. La vida útil de las muestras de jugos se evaluó de acuerdo con la norma sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA – Perú, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, donde se indica que los límites microbiológicos para los mohos y levaduras en productos como los néctares deben presentar un mínimo de 1 UFC/mL y un máximo de 10 UFC/mL. Los recuentos de levaduras y mohos en el control (jugo no tratado) aumentaron en 14 UFC / ml después de 5 semanas de almacenamiento. La tasa de crecimiento microbiano en las muestras crudas puede ser debido a la calidad de la materia prima de ingreso al proceso productivo, ya que esta generalmente tiene la presencia de plagas, suciedad, daños físicos, cuya manipulación postcosecha puede albergar un mayor número de UFC antes del procesamiento térmico (Batt & Tortorello, 2014).

De acuerdo al crecimiento microbiano (< 10 UFC/mL) la vida útil de la muestra sin pasteurizar se determinó hasta la cuarta semana de almacenamiento y todas las muestras pasteurizadas presentaron más de 5 semanas de vida útil. Una vida útil mayor a 5 semanas fue reportado por Santhirasegaram *et al.* (2015) quienes obtuvieron en néctar de mango pasteurizado térmicamente a 90°C por 60 segundos casi no con un crecimiento microbiano

menor a 1 log UFC/ml. Estudios en jugo de naranja y tratados con tratamiento ultravioleta obtuvieron una vida útil máxima de 5 semanas (Tran & Farid, 2004; Pala & Toklucu, 2013).

Rivas *et al.* (2006) indican que los néctares presentan un pH bajo (< 4.5), por lo tanto, son sensibles al ataque de mohos y levaduras ya que la presencia de nutrientes (azúcares especialmente) constituyen una fuente importante para la proliferación de estos microbios, la pasteurización a una temperatura de $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 21 segundos garantiza la reducción microbiana de mohos, levaduras y aerobios mesófilos hasta alcanzar valores inferiores a 1 UFC/mL. Por otro lado, estos autores indican que un almacenamiento a $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ fomenta el desarrollo microbiano.

Jia *et al.* (1999), reportaron que la pasteurización de jugo de naranja a temperatura de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 1 minuto logra reducir la carga microbiana (mohos y levaduras) desde 4 UFC/mL hasta menos de 1 UFC/mL, generando una duración de 42 días en almacenamiento a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, posteriormente a ello la carga microbiana fue $> 10\text{ UFC/mL}$.

McAlister & Finkelstein (1980), indican que las levaduras son termorresistentes debido a su estructura molecular, ya que se encuentran conformados por proteínas resistentes al calor. Por otro lado, la conservación por refrigeración a temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ralentiza el metabolismo de los microorganismos influyendo de esta forma sobre su estructura celular, especialmente sobre la actividad de agua celular. Esto se fundamenta en el congelamiento del citoplasma celular debido a que los microbios presentan un tamaño muy pequeño. Este tipo de tecnología de conservación alimentaria ralentiza todas actividades biológicas celulares, pero no destruyen o matan a los microorganismos.

V. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas del arándano y sanky fueron identificadas, determinándose principalmente que los altos contenidos de vitamina C (13.07 mg/100g muestra; 54.49 mg/100g muestra respectivamente) fueron comparables con materias primas aportadoras de este nutriente.
- Se ha determinado que la formulación del néctar de arándano- sanky en una proporción de 80-20 presenta características fisicoquímicas de acuerdo a los requisitos necesarios para la elaboración de un néctar.
- El efecto de la temperatura (85°C, 90°C, 95°C) y tiempo (45seg., 60seg., 120seg.) redujeron la actividad antioxidante y la degradación del contenido de polifenoles respecto al control, observando que a menor temperatura y tiempo mayor era los valores de actividad antioxidante y contenido de polifenoles, y viceversa.
- La bebida de arándano-sanky desarrollada presento una adecuada y significativa aceptabilidad sensorial, lo que permitiría su inclusión en el mercado.
- Se determinó que durante un tiempo de 5 semanas existe un lento desarrollo microbiológico, mohos y levaduras, considerados por debajo del límite permisible (10 UFC/mL) para la producción del néctar.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de la degradación del contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante a lo largo del tiempo de almacenamiento.
- Realizar un análisis de color utilizando un equipo CIELab para los diferentes tratamientos térmicos aplicados.
- Analizar el efecto de la pasteurización sobre el contenido de vitamina C mediante el uso técnicas analíticas de cromatografía.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Rosas, S. F., Ballinas-Casarrubias, M. L., Nevarez-Moorillon, G. V., Martin-Belloso, O., y Ortega-Rivas, E. (2007). *Thermal and pulsed electric fields pasteurization of apple juice: Effects on physicochemical properties and flavour compounds. Journal of Food Engineering*, 83(1), 41-46.
- Bakan, A., Ekşi, A. (2014). *Effect of packaging materials and storage temperature on the quality of sour cherry nectar. International Journal of Food Science & Technology*, 49(11), 2425–2432.
- Burbano, J. (2015). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (Ananas comosus L.), naranjilla (Solanum quitoense Lam.) y borjój (Borojoa patinoi Cuatrec.)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Cao, X., Bi, X., Huang, W., Wu, J., Hu, X., Liao, X. (2012). *Changes of quality of high hydrostatic pressure processed cloudy and clear strawberry juices during storage. Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 16: 181 - 190.
- Chandrasekara, A., Shahidi, F. (2012). *Bioaccessibility and antioxidant potential of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. Journal of Functional Foods*. 4(1):226 - 237.
- Morales De La Peña, M.; Salvia, L.; Rojas, M.; Martín, O. 2010. *Impact of high intensity pulsed electric field on antioxidant properties and quality parameters of a fruit juice-soymilk*

- beverage in chilled storage*. Food Science and Technology. 43:872 - 881.
doi:10.1016/j.lwt.2010.01.015.
- Lee, J. Durst, R. & Wrolstad, R. (2002). *Impact of juice processing on blueberry 83 anthocyanins and polyphenolics: comparison of two pretreatments*. Journal of Food Science, 67,1660-1666.
- Pala, C.U., Toklucu, A.K. (2013). *Microbial, physicochemical and sensory properties of UV-C processed orange juice and its microbial stability during refrigerated storage*. LWT – Food Sci. Technol. 50, 426–431.
- Srivastava, A. Akoh, C. Fischer, J. & Krewer, G. (2007). *Effect of storage conditions on the biological activity of phenolic compounds of blueberry extract packed in glass bottles*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55, 2705-2713.
- Tran, M. T. T., Farid, M. (2004). *Ultraviolet treatment of orange juice*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 5(4), 495–502.
- Volden, J. Grethe, I. Borge, A. Gunnar, B. Magnor, B. Ingrid, H. (2008). *Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red 87 cabbage (Brassica oleracea L. ssp. capitata f. rubra)*. Food Chemistry, 109(3), 595-605.
- Rojas, T., Fuentes, M.E., Contreras-López, E., Gómez, S., Muñoz-Jáuregui, A.M. (2019). *Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (Corryocactus brevistylus)*. Rev Soc Quím Perú. 85(2).

- Shon, M.Y., Kim, T.H., Sung, N.J. (2003). *Antioxidants and freeradical scavenging activity of Phellinus baumii (Phellinus ofHymenochaetaceae) extracts*. Food Chem., 593–597.
- González-Paramás, A. M., Ayuda-Durán, B., Martínez, S., González-Manzano, S., Santos-Buelga, C. (2018). *The mechanisms behind the biological activity of flavonoids*. Current Medicinal Chemistry, 25, 1-14.
- McAlister, L., y Finkelstein, D. B. (1980). *Heat shock proteins and thermal resistance in yeast*. Biochem Biophys Res Commun, 93(3), 819-824.
- Lipe, C.R. (2016). *Efecto hepatoprotector del zumo del fruto de Corryocactus brevistylus (Sanky) en ratones con daño hepático inducido por etanol*. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Nutrición. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú. 59 p.
- Batt, C. A., y Tortorello, M. L. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology*. En C. A. Batt (Ed.), Second ed., Vol. 1, pp. 994.
- Jia, M., Howard Zhang, Q., y Min, D. B. (1999). *Pulsed electric field processing effects on flavor compounds and microorganisms of orange juice*. Food Chemistry, 65(4), 445-451.
- Min, S., Jin, Z. T., Min, S. K., Yeom, H., y Zhang, Q. H. (2003). *Commercial-Scale Pulsed Electric Field Processing of Orange Juice*. Journal of Food Science, 68(4), 1265-1271.
- Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Rodrigo, M. (2006). *Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice*. LWT - Food Science and Technology, 39(10), 1163-1170.

- Choi, J. S., Chung, H. Y., Kang, S. S., Jung, M. J., Kim, J. W., No, J. K. (2002). *The structure-activity relationship of flavonoids as scavengers of peroxynitrite*. *Phytotherapy Research*, 16: 232–235.
- Custode, C. (2015). *Estudio comparativo entre la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un néctar a base de maracuyá (Passiflora edulis Sims.), zanahoria (Daucus carota L.) y noni (Morinda citrifolia L.)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11973>.
- Bors, W., Heller, W., Michel, C., & Saran, M. (1990). *Flavonoids as antioxidants: Determination of radical scavenging efficiencies*. *Methods in Enzymology*, 186: 343–355.
- Haslam, E. (1998). *Practical polyphenolics: From structure to molecular recognition and physiological action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hollman, P. C. H. (2014). *Unravelling of the health effects of polyphenols is a complex puzzle complicated by metabolism*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 559: 100–105.
- Lattanzio, V., Kroon, P. A., Quideau, S., & Treutter, D. (2008). *Plant phenolics—Secondary metabolites with diverse functions*. In F. Daayf & V. Lattanzio (Eds.), *Recent advances in polyphenol research* (pp. 1–35). New Jersey: Blackwell Publishing Ltd.
- Ferriola, P. C., Cody, V., & Middleton, E. (1989). *Protein kinase C inhibition by plant flavonoids: Kinetic mechanisms and structure–activity relationships*. *Biochemical Pharmacology*, 38: 1617–1624.

- Leopoldini, M., Russo, N., Toscano, M. (2011). *The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants*. Food Chemistry, 125: 288-306.
- Metodiewa, D., Jaiswal, A. K., Cenas, N., Dickancaite, E., & Segura-Aguilar, J. (1999). *Quercetin may act as a cytotoxic prooxidant after its metabolic activation to semiquinone and quinoidal product*. Free Radical Biology & Medicine, 26: 107–116.
- Gentry, T. S., y Roberts, J. S. (2004). *Formation kinetics and application of 5-hydroxymethylfurfural as a time–temperature indicator of lethality for continuous pasteurization of apple cider*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 5(3), 327-333.
- Igual, M., García-Martínez, E., Camacho, M. M., y Martínez-Navarrete, N. (2010). *Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice*. Food Chemistry, 118(2), 291-299.
- Prochazkova', D., Bous'ova', I., Wilhelmova', N. (2011). *Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids*. Fitoterapia, 82: 513–523.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouysegu, L. (2011). *Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities and synthesis*. Angewandte Chemie International Edition, 50: 586–621.
- Santos-Buelga, C., González-Paramás, A. M., Oludemi, T., Ayuda-Durán, B., & González-Manzano, S. (2019). *Plant phenolics as functional food ingredients*. Advances in Food and Nutrition Research, 90: 183 – 257.

- Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. *Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity*. *Lebensm.-Wiss U Technol* 28:25-30.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., Fett, R. (2005). *Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4): 726–732.
- Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E., Garrido, J. and Borges, F. (2013). *Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview*. *BioMed Research International*, 2013, pp.1-11.
- MINAGRI-DGPA-DEEIA, (2016), *Arándano en el Perú y el Mundo*, 1era Edición, MINAGRI – DEEIA, Perú, p.6
- Paita P. Melissa, (2017), *Situación Actual Del Cultivo Del Arándano (Vaccinium Corymbosum L.) En Huarmey*, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, pp. 6-7.
- Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G. V., y Rodrigo, M. (2006). *Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice*. *LWT - Food Science and Technology*, 39(10), 1163-1170.
- Santhirasegaram, V., Razali, Z., George, D. S., y Somasundram, C. (2015). *Comparison of UV-C treatment and thermal pasteurization on quality of Chokanan mango (Mangifera indica L.) juice*. *Food and Bioproducts Processing*, 94, 313-321.
- Shon, D.H., Kim, Y.C., Oh, S.H., Park, E.J., Lee, B.H. (2003): *Hepatoprotective and free radical scavenging effects of Nelumbo nucifera*. *Phytomedicine* 10: 165–169.

- Feliciano F. Eder, Calixto D. Wiliam, (2015), *Aceptabilidad Del Vino De Arándano (Vaccinium Mehdionale) Elaborado Con Los Parámetros Óptimos En La Ciudad De Huánuco*, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú, pp. 14-18.
- Nolazco, D., Guevara, A. (2009). *Estudio de las principales características fisicoquímicas y comportamiento del Sanqui (Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis (Rauh & Backeberg) en almacenamiento*. Lima.
- Quiñonez, S. (2017). *Caracterización y determinación del contenido de compuestas fenólicos y capacidad antioxidante del fruto de sanky (Corryocactus brevistylus)*. Huancavelica
- Barbosa, G., Palou, E., Pothakamury, U. Y., Swamson, B. (2015). *Conservación no Térmica de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- Céspedes, S., Cary, A. (2013). *Liofilización, determinación del contenido de vitamina C y yodo e índice de consumo de dos variedades de sancayo (Corryocactus brevistylus y puquiensis)*. Universidad Nacional de san Agustín. Arequipa-Perú.
- Málaga, C., & Rodríguez, M. (2014). *Proceso para la obtención de un néctar funcional a partir de sanky (Corryocactus brevistylus) maracuyá (passiflora edulis), y agua mineral procedente de yura*. Arequipa.
- Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L., y Liao, X. (2013). *Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 17, 27-36.

- Hancock, J., Retamales, J. (2012). Blueberries. *Pre- and postharvest management of fruit quality*. 267-307. UK.
- Guevara, E.V. (2014). *Control estadístico del envasado de néctar de maracuyá y elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Malaga, C.N., Rodriguez, C. (2014). Proceso para la obtención de un néctar Funcional a partir de Sanky (*Corryocactus Brevistylus*) maracuyá (*Passiflora Edulis*), y agua mineral procedente de Yura. Universidad Nacional De San Agustín.
- Colima, 2010. *Arándano: Perfil Comercial. Secretaria del Desarrollo rural. Dirección de comercialización y planeación*. Estado de Colima- México.
- Arteaga, A., Arteaga, H. (2016). *Optimization of the antioxidant capacity, anthocyanins and rehydration in powder of cranberry (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulated with mixtures of hydrocolloids*. *Scientia Agropecuaria*, 7 (3): 191 – 200.
- Bhat, R., Ameran, S. B., Voon, H. C., Karim, A. A., Tze, L. M. (2011). *Quality attributes of starfruit (*Averrhoa carambola L.*) juice treated with ultraviolet radiation*. *Food Chemistry*, 127(2), 641–644.
- Belitz, H.D., Grosch, W. (1997). *Química de los Alimentos [Food Chemistry]*, Acribia S.A., Zaragoza.
- Kalt, W., McDonald, J. E., Donner, H. (2000). *Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Processed Lowbush Blueberry Products*. *Journal of Food Science*, 65(3): 390–393.

- Oms-Oliu, G., Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Elez-Martínez, P., Martín-Belloso, O. (2012). *Stability of health-related compounds in plant foods through the application of non thermal processes*. Trends in Food Science & Technology, 23(2), 111–123.
- Lohachoompol, V. (2007). *Effects of drying on anthocyanins in blueberries*. Food Science and Technology. School of Chemical Sciences and Engineering Faculty of Engineering. The University of New South Wales.
- Alothman, M., Bhat, R., Karim, A. A. (2009). *UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 10(4), 512–516.
- Sapers, G., Burgher, A., Phillips, J., Jones, S. 1984. *Color and composition of highbush blueberry cultivars*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (1): 105-111.
- Turfan, Ö., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. (2011). *Anthocyanin and colour changes during processing of pomegranate (Punica granatum L., cv. Hicaznar) juice from sacs and whole fruit*. Food Chemistry, 129(4), 1644–1651.
- Del Pozo-Insfran, D., Percival, S. S., Talcott, S. T. (2006). *Açai (Euterpe oleracea Mart.) Polyphenolics in Their Glycoside and Aglycone Forms Induce Apoptosis of HL-60 Leukemia Cells*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(4), 1222–1229.
- Skrede, G., Wrolstad, R. E., Durst, R. W. (2000). *Changes in Anthocyanins and Polyphenolics During Juice Processing of Highbush Blueberries (Vaccinium corymbosum L.)*. Journal of Food Science, 65(2), 357–364.

- Pérez, M. (2005). *Línea de elaboración de zumo de naranja pasteurizado y refrigerado de 6.000 l/h en Lorquí (Murcia)*. Cartagena.
- Sanitaria, N. (2002). Norma oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, *productos y servicios. Mantequilla, cremas, productos lácteos condensados azucarados, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche*.
- Gamboa C.W., Silva N. J. (2018). *Determinación de la Temperatura y Concentración de la Solución Osmótica en la Deshidratación del Arándano (Vaccinium corymbosum L.)*, Universidad Nacional del Santa, Perú, pp. 30-32.
- Mostacero, O. (2015). *Elaboración de néctar funcional a base de sanacayo o sanky (Corryocactus brevistylus) y piña (ananá) con adición de edulcorante stevia* UCSM Arequipa 2015. Arequipa.
- MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2016), *Arándano en el Perú y el Mundo*, 1era Edición, MINAGRI – DEEIA, Perú, p.6.
- Quiñones, S. (2017). *Caracterización y Determinación del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del fruto de Sanke (Corryocactus brevistylus)*. Tesis grado. Callao, Perú.
- Matos, R., Paredes, J., Gonzales, L. (2010). *Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos del Sancayo (Corryocactus brevistylus)*. Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1(1): 66-71.

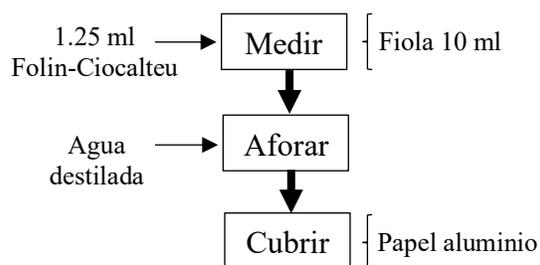
VIII. ANEXOS

Anexo N° 1: Diagrama de flujo de los análisis

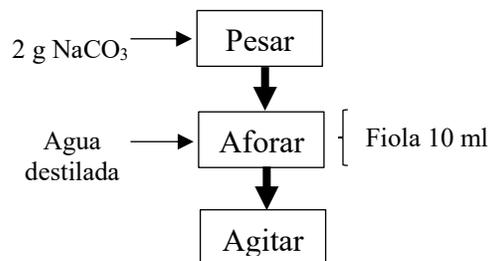
Determinación de polifenoles totales por método de Folin - Ciocalteu

Preparación de reactivos

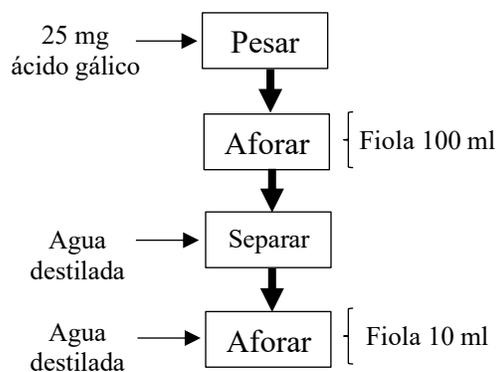
- Solución de Folin-Ciocalteu (0.25 N)



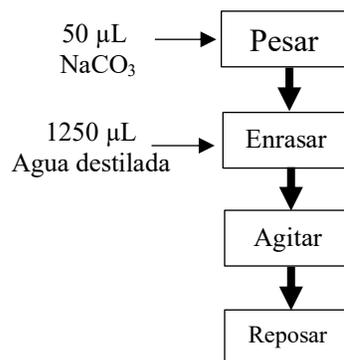
- Solución de Carbonato de Sodio (NaCO_3) al 20%



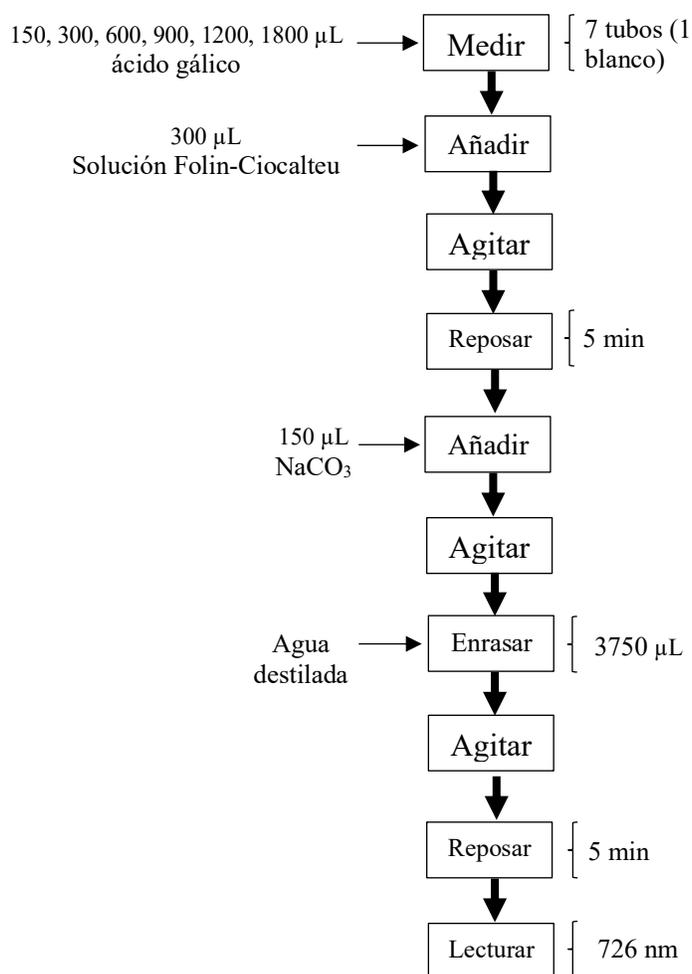
- Solución de ácido gálico (250 ppm)



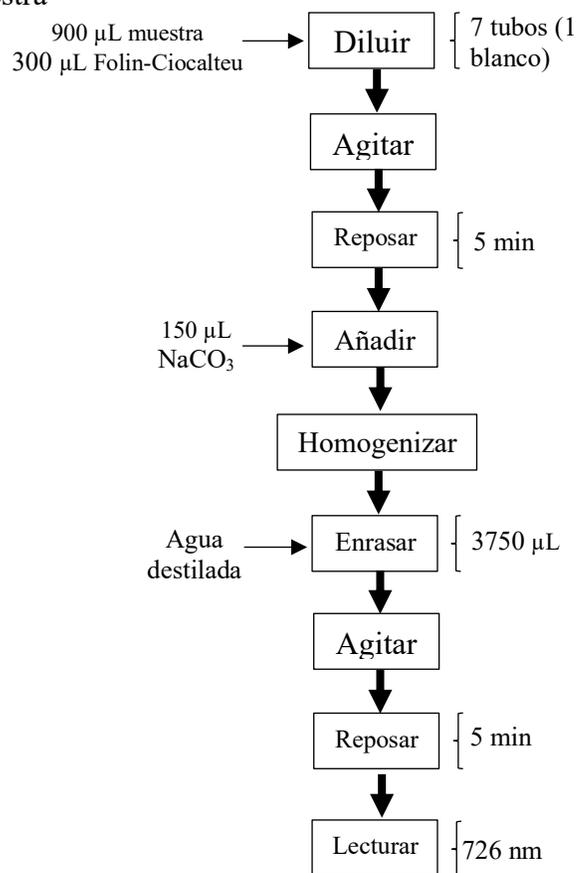
- Blanco



Curva de calibrado



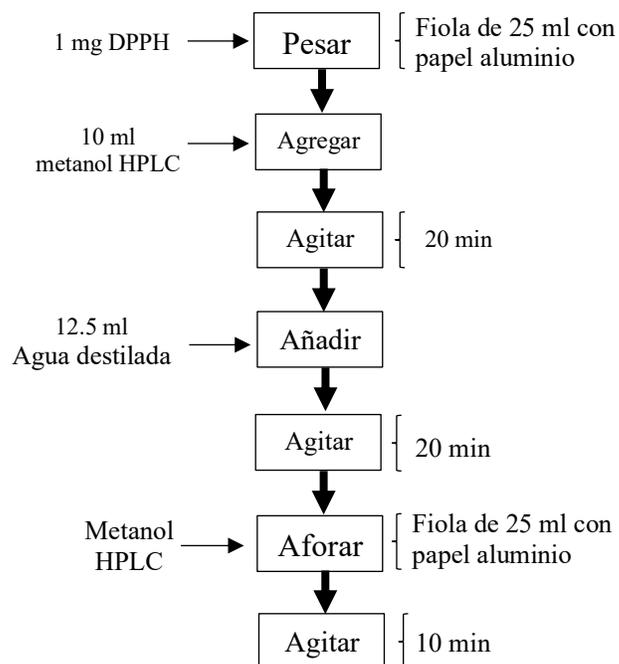
Preparación de la muestra



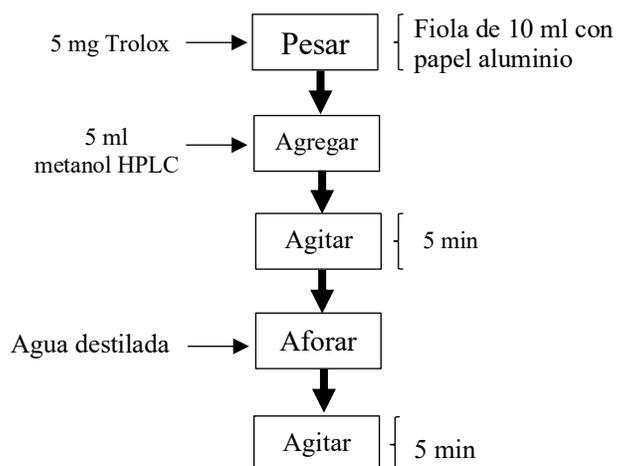
Determinación de contenido de antioxidante DPPH

Preparación de reactivos

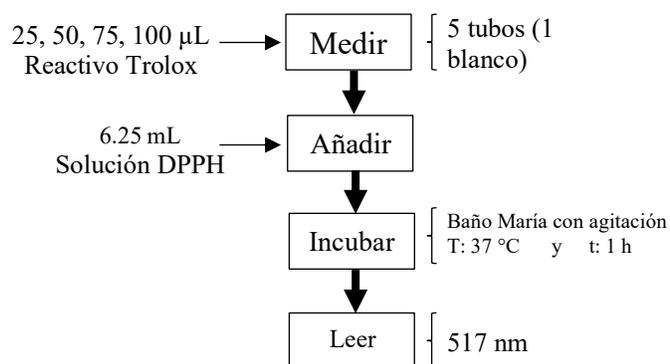
- Solución DPPH



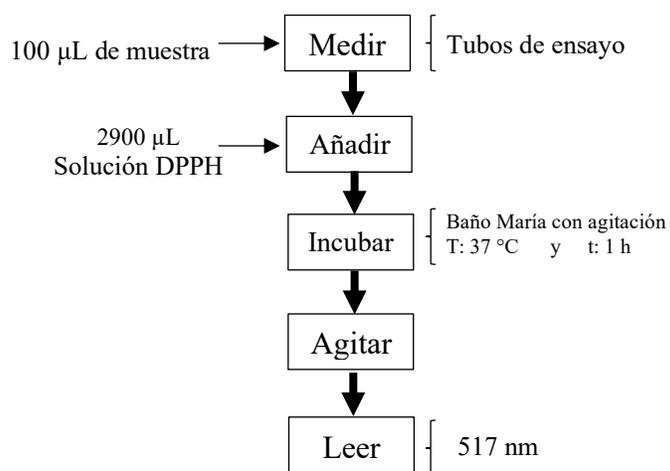
- Reactivo de Trolox



Curva de calibrado



Preparación de la muestra



Para cada muestra se prepara un blanco con 100 µL de muestra y 2900 µL de agua

Anexo N° 2: Formulación del néctar de sanky y arándano

El análisis sensorial se llevó a cabo con la colaboración de 50 panelistas semientrenados (estudiantes de la escuela profesional de Ing. Agroindustrial - octubre del 2018) en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa.

FORMULACIONES	% ARÁNDANO	% SANKY
F1	75	25
F2	80	20
F3	85	15

El análisis sensorial respecto al olor determinó que la formulación F2 (3.94 ± 0.6824) presentó el mayor puntaje de preferencia entre las formulaciones F1(3.100 ± 0.789) Y F3(3.500 ± 0.909). La misma tendencia se presentó para el análisis de sabor F2(4.100 ± 0.5051), F1(3.220 ± 0.864) y F3(3.6200 ± 0.6667). Con respecto al color no se presentó diferencia significativa entre las formulaciones F2(4.000 ± 0.728) y F3 (3.660 ± 0.848), pero si con F1(2.980 ± 0.915) quien presento menor preferencia. Para concluir, la aceptabilidad general de los panelistas otorgó a la formulación F2 las mejores puntuaciones por lo cual fue elegida como formulación a trabajar para el desarrollo del trabajo de investigación.



Formulación F1. F2 y F3 respectivamente de néctar a base de arándano y sanky

Anexo N° 3: Ficha de evaluación sensorial para elegir la formulación

Nombres y Apellidos:

Fecha: / /

Instrucciones: Frente a y usted se presentan tres muestras de néctar. Por favor, observe y pruebe cada uno de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada tributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Nota: recuerde tomar agua entre muestras.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	4	Me gusta moderadamente
2	Me disgusta moderadamente	5	Me gusta extremadamente
3	No me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO			
	OLOR	COLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD GENERAL

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Observaciones adicionales:

Anexo N° 4: Análisis estadístico de la evaluación sensorial de la formulación**OLOR****Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	17.64	8.8200	13.82	0.000
Error	147	93.80	0.6381		
Total	149	111.44			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
F2	50	3.9400	A
F3	50	3.520	B
F1	50	3.100	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

COLOR**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	26.97	13.4867	19.40	0.000
Error	147	102.20	0.6952		
Total	149	129.17			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
F2	50	4.000	A
F3	50	3.660	A
F1	50	2.980	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

SABOR

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	19.41	9.7067	20.14	0.000
Error	147	70.86	0.4820		
Total	149	90.27			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
F2	50	4.1000	A
F3	50	3.6200	B
F1	50	3.220	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ACEPTABILIDAD

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	18.49	9.2467	24.94	0.000
Error	147	54.50	0.3707		
Total	149	72.99			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
F2	50	4.1000	A
F3	50	3.6800	B
F1	50	3.240	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo N° 5: Ficha de evaluación sensorial final del néctar arándano-sanky

Nombres y Apellidos:

Fecha: / /

Instrucciones: Ante usted se extienden 3 muestras para evaluar los niveles de aceptabilidad descritos, en el orden indicado de izquierda a derecha las características que se indican (1= No me gusta, 4=.No me gusta ni me disgusta. 7= Me gusta mucho Por favor marque con (x) la alternativa el nivel que usted indique para cada característica de cada muestra.

Fecha:

Olor	_____	4	_____	7
	1			
Color	_____			
		4		7
	1			
Sabor	_____	4	_____	7
	1			
Aceptabilidad General	_____	4	_____	7
	1			

Observaciones:

.....

Anexo N°6: Análisis estadístico de la evaluación sensorial final del néctar arándano-sanky

Análisis sensorial

Sabor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	37.24	18.6208	62.00	0.000
Error	57	17.12	0.3004		
Total	59	54.36			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
F4	20	6.4475	A
F7	20	6.0150	B
F1	20	4.6025	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Color

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	24.13	12.0662	48.42	0.000
Error	57	14.20	0.2492		
Total	59	38.34			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
F4	20	6.370	A
F7	20	5.910	B
F1	20	4.855	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Olor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	4.020	2.0102	9.68	0.000
Error	57	11.839	0.2077		
Total	59	15.859			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
F7	20	5.745	A
F4	20	5.320	B
F1	20	5.125	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Aceptabilidad

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	4.786	2.3929	5.97	0.004
Error	57	22.853	0.4009		
Total	59	27.639			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
F4	20	6.1000	A
F7	20	6.0325	A
F1	20	5.4700	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo N° 7: Datos para el análisis fisicoquímico del Sanky

DATOS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
GASTO	35.98	32.02	38.63
ML EQUIV	0.064	0.064	0.064
N	0.1	0.1	0.1
	100	100	100
VA	10	10	10
% ACIDEZ	2.30272	2.04928	2.47232

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PLACA	44.0939	33.9368	33.3878
PLACA +MUESTRA HUMEDA	49.6591	38.9781	38.826
MUESTRA HUMEDA	5.5652	5.0413	5.4382
PLACA +MUESTRA SECA	44.4419	34.2702	33.705
MUESTRA SECA	0.348	0.3334	0.3172
HUMEDAD	93.74685546	93.3866265	94.1671877

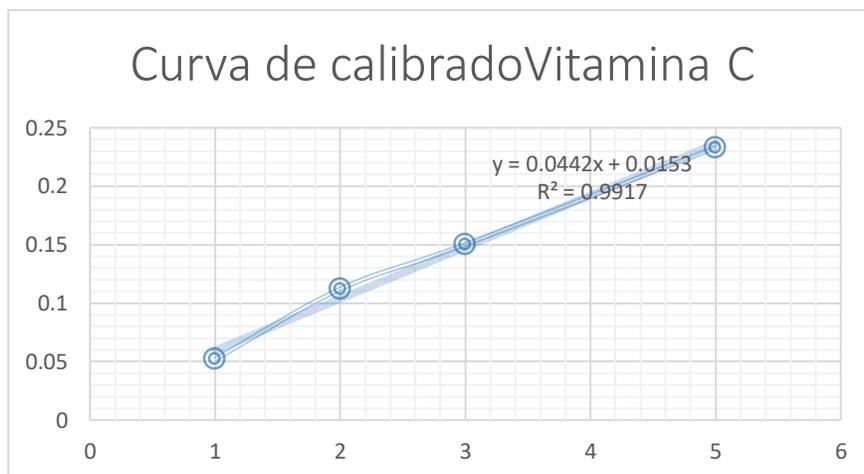
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
CRISOL	27.2091	46.0429	41.6092
CRISOL+MUESTRA HUMEDA	32.615	51.5633	46.6753
MUESTRA HUMEDA	5.4059	5.5204	5.0661
CRISOL+MUESTRA SECA	27.2355	46.0755	41.6306
MUESTRA SECA	0.0264	0.0326	0.0214
CENIZAS	0.49	0.59	0.42

Anexo N° 8: Datos para el análisis fisicoquímico del arándano

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
GASTO	3.91	3.9	3.61
ML EQUIV	0.064	0.064	0.064
N	0.1	0.1	0.1
	100	100	100
VA	10	10	10
	0.25024	0.2496	0.23104
FACTOR	1	1	1
% ACIDEZ	0.25	0.25	0.23
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PLACA	35.9668	36.3718	36.014
PLACA +MUESTRA HUMEDA	41.01	42.1335	42.1261
MUESTRA HUMEDA	5.0432	5.7617	6.1121
PLACA +MUESTRA SECA	36.7819	37.1797	36.9685
MUESTRA SECA	0.8151	0.8079	0.9545
HUMEDAD	83.8376	85.9781	84.3834
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
CRISOL	41.6266	46.0623	26.7846
CRISOL+MUESTRA HUMEDA	46.694	51.2792	32.5777
MUESTRA HUMEDA	5.0674	5.2169	5.7931
CRISOL+MUESTRA SECA	41.629	46.0655	26.7871
MUESTRA SECA	0.0024	0.0032	0.0025
CENIZAS	0.047	0.061	0.043

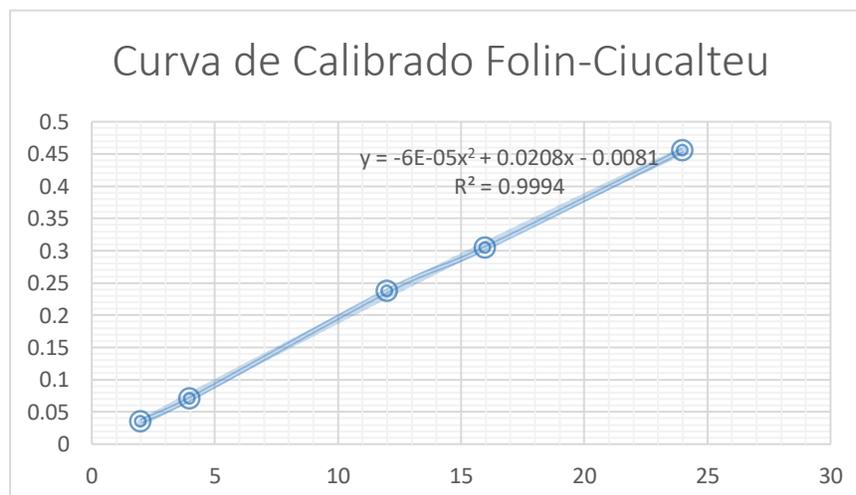
Anexo N° 9: Curva de calibrado de la vitamina C

Concentración(mg/100ml)	L1-L2 (Abs)
1	0.052
2	0.1121
3	0.1503
5	0.233



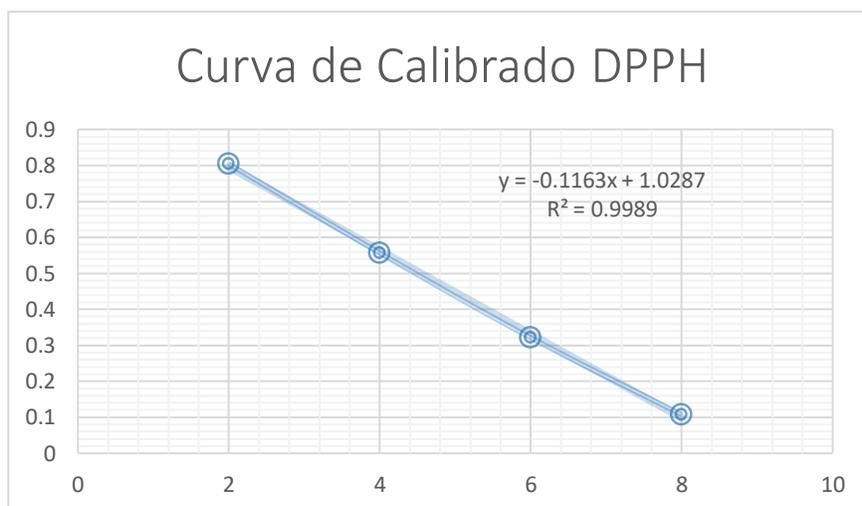
Anexo N° 10: Curva de calibrado del Contenido de Polifenoles (Folin-Ciocalteu)

Concentración[μ g]	Absorbancia (726nm)
2	0.0354557
4	0.070051
12	0.237712
16	0.304081
24	0.455776



Anexo N° 11: Curva de calibrado de la Capacidad Antioxidante (DPPH)

Concentración[]	Absorbancia (517nm)
2	0.804315
4	0.556395
6	0.320819
8	0.107594



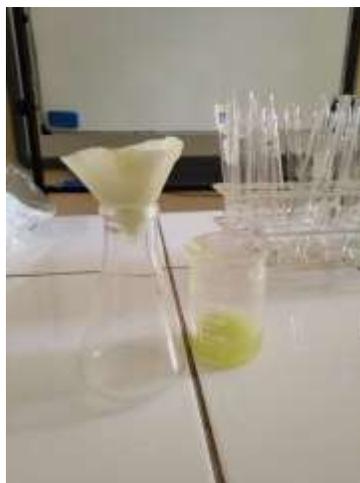
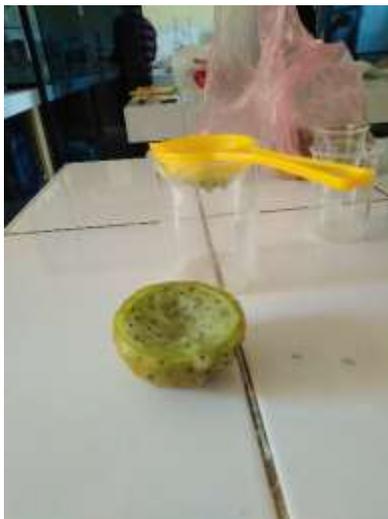
Anexo N° 12: Análisis fisicoquímicos del Sanky



Anexo N° 13: Análisis fisicoquímico del arándano



Anexo N° 14: Determinación de vitamina C del Sanky y Arándano

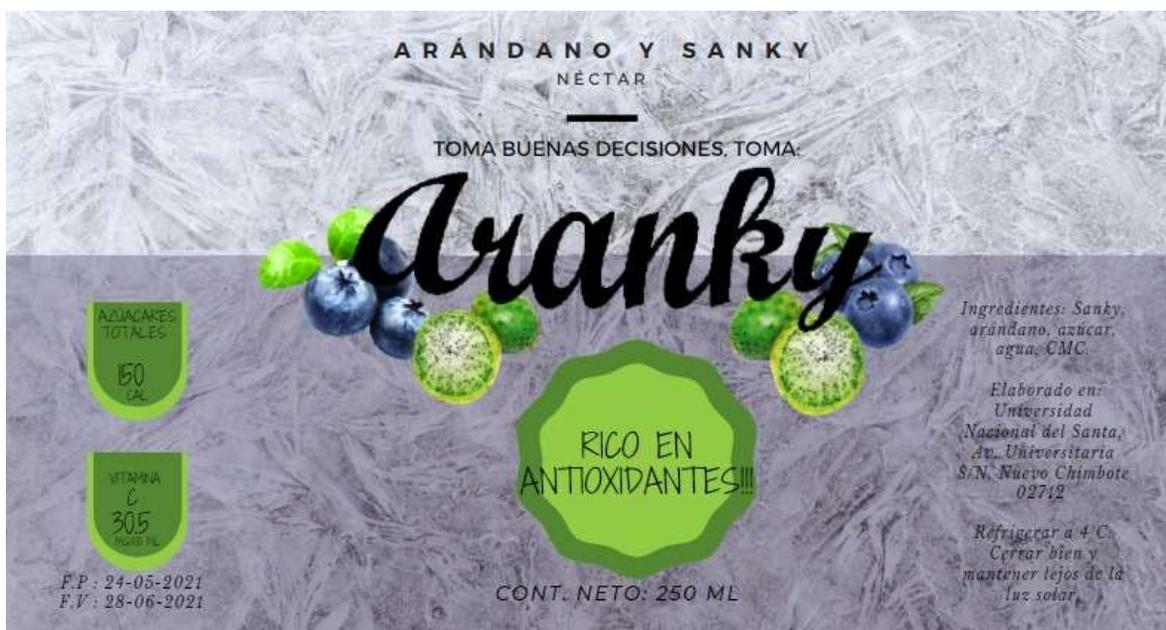


Anexo N° 15: Pulpeado del Sanky





Anexo N° 16: Producto final y diseño tentativo de etiqueta del néctar





DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo, MILAGROS ISABEL PARIÁ CABALLERO

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
-----------	----------	--	-----------	--	------------	---

Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial				
---------------------	---------------------------	--	--	--	--

Departamento Académico:	Agroindustria y Agronomía				
-------------------------	---------------------------	--	--	--	--

Escuela de posgrado	Maestría		Doctorado		
---------------------	----------	--	-----------	--	--

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; declaro que el trabajo de investigación titulado:

“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO DE BEBIDA A BASE DE SANKY (*Corryocactus Brevistylus*) Y ARNÁNDANO” (*Vaccinium Myrtillus*)”

Presentado en 3 folios, para la obtención de grado académico:	()
---------------------------------------------------------------	-----

Título profesional	(X)	Investigación anual	()
--------------------	-------	---------------------	-----

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presenta trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 24 de Mayo 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Milagros Isabel Paria Caballero

DNI: 70180755



DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo, RUTH SARA TERRONES ROSALES

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial					
Departamento Académico:	Agroindustria y Agronomía					
Escuela de posgrado	Maestría		Doctorado			

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; declaro que el trabajo de investigación titulado:

“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DURANTE EL PASTEURIZADO DE BEBIDA A BASE DE SANKY (*Corryocactus Brevistylus*) Y ARNÁNDANO” (*Vaccinium Myrtillus*)”

Presentado en 3 folios, para la obtención de grado académico: ()

Título profesional (X) Investigación anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presenta trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 24 de Mayo 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Ruth Sara Terrones Rosales

DNI: 74040604