

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA TÍTULO PROFESIONAL

**COLOR, EVALUACIÓN SENSORIAL, FENOLES TOTALES,
ANTOCIANINAS, DEL CHOCOLATE OSCURO, CON LECHE, CON
AGUAYMANTO, GONGAPA CON DIFERENTES TAMAÑOS DE
PARTÍCULAS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ELABORADO POR
CALDERON PINO JOSEFERIK**

TINGO MARÍA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-2021

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 4:00 p.m. del día 17 de diciembre del 2021, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS en la Plataforma Ms Teams, para calificar la tesis presentada por el Bach. **CALDERON PINO, Joseferik**, titulada:

**"COLOR, EVALUACIÓN SENSORIAL, FENOLES TOTALES,
ANTOCIANINAS, DEL CHOCOLATE OSCURO, CON LECHE, CON
AGUAYMANTO, GONGAPA CON DIFERENTES TAMAÑOS DE
PARTÍCULAS"**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO. con el calificativo de MUY BUENO; en consecuencia, el sustentante, queda apto para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45º numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 17 de diciembre del 2021

Ing. Pedro Alejandro Vejarano Jara
Presidente

Ing. Williams Vicente Roldán Carbajal
Miembro

Ing. Lauriano Antonio Zavaleta de la Cruz
Miembro

Dra. Elizabeth Susana Ordoñez Gomez
Asesora

Ing. Jenny Mandujano Paredes
Co asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
REGISTRO DE TESIS PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria De La Selva
Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Título de tesis : " COLOR, EVALUACIÓN SENSORIAL, FENOLES TOTALES, ANTOCIANINAS, DEL CHOCOLATE OSCURO, CON LECHE, CON AGUAYMANTO, GONGAPA CON DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULAS"

Autor : CALDERON PINO, Joseferik
Asesora de tesis : Dra. ORDOÑEZ GOMEZ, Elizabeth
Co asesora de tesis : Ing. MANDUJANO PAREDES, Jenny
Escuela profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Programa de investigación : Ciencia y tecnología de Alimentos
Línea de investigación : Nutrición y alimentos funcionales.
Eje temático de investigación : Desarrollo de alimentos funcionales y nutraceuticas

Lugar de ejecución : Empresa Agroindustrias Makao Perú S.A.C, Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHEVAL) y laboratorios de la FIIA-UNAS

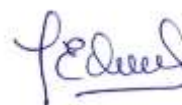
Duración : Fecha de inicio : Septiembre 2019

: Fecha de término : Mayo 2020

Financiamiento : Propio



Bach. Joseferik Calderon pino
Tesisista



Dra. Elizabeth S. Ordoñez Gómez
Asesora

DEDICATORIA

A **DIOS** por su infinito amor, compasión y fortaleza para levantarme cada día y darme la dicha de poder cumplir mis sueños, objetivos y metas trazadas durante mis aspiraciones en mi vida profesional y cotidiana.

A mis tías **BUENAVENTURA y MARIA PINO RÍOS**, y tío **CLEMENETE QUIROZ RÍOS** junto a su esposa **DALILA CAMPOS POZO** por sus sabios consejos y apoyo incondicional brindado siempre que los necesitaba.

A mi madre **AQUILA PINO RÍOS**, por su amor, comprensión, esperanza y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, esperando llenarle de alegría y felicidad cada día de su vida.

A mis hermanos y hermana **DERIK, RONALD Y SANDRA** quienes depositaron su confianza y por sus apoyos incondicionales en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA De La SELVA, por darme la oportunidad de formarme como profesional.
- A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por darme los cimientos del conocimiento general, tecnológico, científico y a todos los profesores que conformaron de manera directa o indirecta en mi formación profesional
- A mi orientadora la Dra. ELIZABETH ORDOÑEZ GÓMEZ, por todo el apoyo, paciencia, enseñanza, dedicación y comprensión por incentivar me a la investigación científica y desarrollo de este trabajo.
- A mi co-asesora Ing. JENNY, MANDUJANO PAREDES, por el apoyo brindado durante la ejecución desde el proyecto y redacción de mi tesis.
- A la Ing. AURELIA LEÓN AREVALO, Ing. DARLYN REÁTEGUI, Ing. SISSY MERYLL, por su apoyo, conocimiento y amistad durante la ejecución de este proyecto.
- A toda mi familia por apoyarme, escucharme, aconsejarme, alentarme, brindarme su amor y estar siempre a mi lado.
- A los miembros de jurado: Ing. PEDRO ALEJANDRO BEJARANO JARA, Ing. WILIAMS VICENTE ROLDÁN CARBAJAL y al Ing. LAURIANO ZAVALITA DE LA CRUZ por su amistad, confianza, apoyo incondicional y los consejos durante la elaboración y culminación de la investigación.
- A mis amigos: A toda mi promoción 2013 en general por su apoyo moral e incondicional y compañerismo en la presente investigación y vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Pag
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Generalidades del Aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.)	3
2.1.1. Definición.....	3
2.1.2. Origen, distribución y taxonomía.....	3
2.2. Generalidades de Gongapa o Pushgay (<i>Vaccinium spp</i>).....	5
2.2.1. Definición.....	5
2.2.2. Origen, distribución y taxonomía.....	6
2.2.3. Beneficios	7
2.3. Aspectos generales del chocolate	8
2.3.1. Definición.....	8
2.3.2. Clasificación.....	8
2.3.3. Procesamiento y obtención del chocolate	10
2.3.4. Características y atributos sensoriales en los chocolates	12
2.4. Generalidades del color.....	14
2.4.1. Color en los chocolates.....	15
2.4.2. Sistemas de medición del color.....	15
2.5. Generalidades de los fenoles	16
2.5.1. Definición.....	16

2.5.2.	Fenoles totales en los chocolates	17
2.6.	Generalidades de antocianinas	17
2.6.1.	Definición.....	17
2.6.2.	Antocianinas en los chocolates	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	Lugar de ejecución	20
3.2.	Materia prima	20
3.3.	Equipos, materiales de laboratorio y reactivos	21
3.4.	Métodos de análisis.....	22
3.5.	Metodología experimental	23
3.5.1.	Elaboración del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	23
3.5.2.	Evaluación del color del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.	26
3.5.3.	Evaluación sensorial en chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.	27
3.5.4.	Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolate oscuro y leche con diferentes tamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

4.1. Evaluación del color en chocolates oscuros y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa	32
4.1.1. Luminosidad (L*).....	32
4.1.2. Cromo a* (rojo – positivo y verde – negativo).....	36
4.1.3. Cromo b* (amarillo – positivo y azul– negativo)	37
4.2. Evaluación sensorial del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa	39
4.2.1. Evaluación sensorial para el chocolate oscuro.....	39
4.2.2. Correlación entre los atributos de catación de los chocolates oscuros	48
4.2.3. Análisis de componentes principales de los atributos de catación de chocolates oscuros.	51
4.2.4. Dendograma de los atributos de catación de los chocolates oscuros	54
4.2.5. Evaluación sensorial para el chocolate con leche	55
4.2.6. Correlación entre los atributos de catación de los chocolates con leche	61
4.2.7. Análisis de componentes principales de los atributos de catación en chocolates con leche	63
4.2.8. Dendograma de los atributos de catación de los chocolates con leche	65

4.3. Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.	67
4.3.1. Cuantificación de fenoles totales en chocolates oscuros	67
4.3.2. Cuantificación de fenoles totales en chocolates con leche.	69
4.3.3. Cuantificación de antocianinas en chocolates oscuros.	72
4.3.4. Cuantificación de antocianinas en chocolates con leche.....	73
V. CONCLUSIÓN	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. REFERENCIAS.....	77
VIII. ANEXOS. 100	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Distribución de los tratamientos del chocolate oscuro al 70% con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	23
2. Parámetros del color (L, a*, b*) de chocolates oscuros con leche, aguaymanto y gongapa.....	35
3. Perfil sensorial del chocolate oscuro, con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	41
4. Análisis de Matriz de correlación/coeficientes–atributos sensoriales de chocolate oscuro.....	49
5. Perfil sensorial del chocolate con leche, con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	58
6. Análisis de Matriz de correlación de atributos sensoriales de chocolate con leche, diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.	62
7. Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Izquierda especie <i>Vaccinium spp</i> en periodo de desarrollo y floración, derecha frutos maduros de la misma especie.....	6
2. Estructura y sustituyentes de las antocianinas.	18
3. Flujograma para la elaboración de chocolates oscuros, con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	25
4. Parámetros del color (L*, a, b) de chocolate oscuro, con leche, aguaymanto y gongapa.	35
5. Perfil sensorial del chocolate oscuro con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	42
6. Comportamiento del biplot de la evaluación sensorial en chocolate oscuro con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	53
7. Representación del análisis de conglomerados de chocolate oscuro.....	54
8. Perfil sensorial del chocolate con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.....	59
9. Comportamiento del biplot de la evaluación sensorial en chocolate con leche.	64
10. Presentación del análisis de conglomerados de chocolate con leche, diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa. .	66
11. Representación gráfica del contenido de fenoles totales en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.	72

12. Representación gráfica del contenido de antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.	74
--	-----------

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el color, características sensoriales, fenoles totales y antocianinas en chocolate oscuro y con leche, con diferentes tamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa. Se elaboró chocolate oscuro y con leche se prepararon con 65 % y 14,5% de pasta de cacao respectivamente. Se preparó un extracto hidroalcohólico al 70% (30 mL de agua desionizada/ 70 mL etanol V/V) cuya concentración fue 50 mg/mL, se filtró y centrifugado (10000 rpm/10 min a 4°C). Los resultados fueron analizados mediante un diseño completo al azar (DCA) y la prueba de Tukey ($p < 0,05$), para la evaluación sensorial se usó un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) y un análisis multivariado de componentes principales (ACP). Según los resultados la menor luminosidad (L^*), croma (a^*) y croma (b^*) fueron para el chocolate oscuros frente a los chocolates con leche. Sensorialmente fueron mejores los chocolates oscuros y con leche con tamaño de partícula ($\varnothing_P = 10-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto frente a los chocolates con gongapa. Los chocolates oscuros y con leche ($\varnothing_p = 10-15$) e inclusión de aguaymanto fueron ligeramente superior en el contenido fenólico y se observó una interacción aditiva y antagónica. Para el contenido de antocianinas en chocolates oscuros y con leche con ($\varnothing_p = 10-20$) e inclusión de gongapa fueron superiores frente a los chocolates con aguaymanto.

PALABRAS CLAVES: color, evaluación sensorial, polifenoles, antocianinas, tamaños de partículas, chocolates

ABSTRACT

The objective was to evaluate the color, sensory characteristics, total phenols, and anthocyanins of 70% dark chocolates and 34% milk chocolates with different particle sizes and the inclusion of goldenberries and Andean blueberries. The dark and milk chocolates were prepared with 65% and 14.5% cacao paste, respectively. A 70% hydroalcoholic extract (30 mL of deionized water/70mL ethanol V/V) was prepared, the concentration of which was 50 mg/mL; it was filtered and centrifuged (10,000 rpm/10 min at 4°C). The results were analyzed using the completely randomized design (CRD; DCA in Spanish) and the Tukey test ($p < 0.05$). For the sensory evaluation a quantitative descriptive analysis (QDA) and a multivariate principal components analysis (PCA; ACP in Spanish) were used. According to the results, the best luminosity (L^*), chroma (a^*), and chroma (b^*) were found in the dark chocolates, in comparison to the milk chocolates. For the sensory characteristics, the dark and milk chocolates with a particle size of 10-20 μm and the inclusion of goldenberries were the best in comparison to the chocolates with Andean blueberries. The dark and milk chocolates with a particle size of 10-15 μm and the inclusion of goldenberries were slightly superior in phenol content and an additive and antagonistic interaction was observed. For the anthocyanin content, the dark and milk chocolates with a particle size of 10-20 μm and the inclusion of Andean blueberries were superior in comparison to those with the inclusion of goldenberries.

Keywords: color, sensory evaluation, polyphenols, anthocyanins, particle sizes, chocolates

I. INTRODUCCIÓN

El chocolate es un producto muy popular a nivel mundial (**SAID TOKER et al., 2020**), desde el 2017 valor en el mercado asciende los 500 millones de dólares, con un crecimiento porcentual del 5,6 % (2018-2025) anual esperando llegar al 2025 con un valor promedio de los 730 millones de dólares en el mercado mundial (**KIM y JEON, 2020**). Así mismo los chocolates son productos de tendencia en investigación, alimentos funcionales, nutraceúticos y son consumidos en todo el mundo (**DEUS et al., 2020; BARIŠIĆ et al., 2020**). Teniendo una proporción alta de polifenoles totales y capacidad antioxidante que muestran un contenido superior al vino y té (**LEE et al., 2003**), además, potenciar la prevención de muchas enfermedades como: cáncer, diabetes y otras relacionadas con el estrés oxidativo (**HALIB et al., (2020)**). Sin embargo, las proporciones de los fenoles totales son variables en los chocolates oscuros y con leche, ya que los estudios de (**CHIA-MENG et al., 2009; FERNÁNDEZ et al., 2014; BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al., 2015^b**) concluyeron que el contenido fenólico en los chocolates es proporcional a los sólidos del cacao utilizados.

El Perú tiene un alto potencial de granos de cacao originarios y orgánicos para producir chocolates finos y aromáticos (**ORDOÑEZ et al., 2020**), el consumo interno del chocolate está en crecimiento actualmente., sin embargo,

aún somos el país con bajo consumo per cápita (700 g/ año) preciso vocero del Salón del Cacao y Chocolate 2020 **(RADIONACIONAL, 2020)**.

Los frutos promisorios de las especies del *Vaccinium.*, *Physalis peruviana.*, nativos de las regiones altoandinas vienen tomando mucha importancia en la actualidad, debido a los compuestos bioactivos, funcionales, medicinales, vitaminas y minerales, que estas pueden tener y su presunta aplicación como alimentos funcionales **(BAZALAR-PEREDA et al., 2020; PIRES et al., 2021)**. Por otro lado, el Perú es megadiverso en frutos promisorios que se desarrollan de manera perennes en los arbustos en la costa, sierra y selva debido a la variedad de microclimas, picos, suelos, que presentan **(MOSTACERO-LEON et al., 2017)**. Sin embargo, los estudios científicos y tecnológicos para estas frutas que crecen en la sierra andina de manera silvestre no se han estudiado a profundidad, más aún en aplicaciones alimentarias e industriales debido a que se desconocen las variedades, procedencia o su aspecto funcional del fruto. Bajo esta realidad del contexto se plantearon los siguientes objetivos:

- Elaborar chocolates oscuros y con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa
- Evaluar el color del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.
- Evaluar sensorialmente el chocolate oscuro y con leche con diferentes tamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.
- Cuantificar los fenoles totales y antocianinas en chocolate oscuro y con leche con diferentes tamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

2.1.1. Definición

El fruto es una baya ovoide jugosa con diámetro entre 1,25 -2,50 cm, masa de 4 a 10 g, el interior contiene desde 100-200 semillas, exteriormente está protegido por una capa denominada cáliz que engloba todo el fruto protegiéndolo de insectos, aves, enfermedades infecciosas y climas adversos **(PUENTE *et al.*, 2011)**. Además, son conocidos por sus propiedades organolépticas, valor nutricional y beneficios para la salud, los beneficios a la salud son atribuidos por los compuestos como: vitamina C, carotenoides, flavonoides y actividad antioxidante **(EL-BELTAGI *et al.*, 2019)**.

2.1.2. Origen, distribución y taxonomía

Es una planta originaria de los Andes peruanos y ecuatorianos que trasciende la historia de los periodos preincaica e inca de todo América del sur. La *Physalis peruviana* L. es conocida también como uchuva (Colombia), uvilla (Ecuador), topotopo (Venezuela) y aguaymanto (Perú) y goldenberry en los países de habla inglesa **(PUENTE *et al.*, 2011, EL-BELTAGI *et al.*, 2019)**. La producción del aguaymanto trasciende sobre todo en los andes sudamericanos y se encuentran en los mercados desde Venezuela hasta Chile, el producto para

exportación se adaptó muy bien en Colombia y es líder de la agroexportación de este producto seguido de Sudáfrica **(PUENTE et al., (2011))**. Los principales mercados son en la Unión Europea: Holanda, Bélgica y Alemania, la mayor parte es exportada en estado fresco, gracias a sus excelentes características físicas y químicas es un producto potencial como materia prima para subproductos: jugos, mermeladas, postres, etc. **(OLIVARES-TENORIO et al., 2016)**. También se usan como salsas, jarabes y deshidratados para su aplicación en panadería, cocteles, bocadillos y desayuno de cereales **(EL-BELTAGI et al., 2019)**. El Perú en el 2016 registra exportaciones de aguaymanto en 2,4 millones de dólares, lo cual representó un crecimiento económico significativo del 81,5% respecto al registrado en el mismo periodo el 2015; 35 países fueron los destinos, siendo los principales EE.UU con 29 % del total, seguido por los Países Bajos (22 %), Alemania (14%), Japón (11 %), Canadá (6%) y Corea (4 %) **(MINAGRI, 2016)**.

El nombre botánico de la planta *P. peruviana*, perteneciente a la familia solanácea y generó *Physalis*, se conoce más de 80 variedades distribuidos a nivel mundial **(PUENTE et al., 2011)**. La clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Plantae
Sub Reino	: Traqueobionta (plantas vasculares)
División	: Embriophyta, Magnoliophyta, Angiospermae
Clase	: Magnoliophyta, Angiospermae
Sub clase	: Methachlamydeae, Asteridae
Orden	: Tubiflorales, Solanales
Familia	: Solanaceae

Subfamilia : Solanoideae
Género y especie : *Physalis peruviana*
Tribu : Physaleae
Subtribu : Physalinae
Nombre científico : *Physalis peruviana* L. **(VARGAS, 2018)**

2.2. Generalidades de Gongapa o Pushgay (*Vaccinium spp*)

2.2.1. Definición

Las plantas de *Vaccinium spp* son arbustos erectos rastreros con hojas alternas, caducas o perennes, sus bayas presentan diferentes colores: oscuro, azuladas, rojizas y verdes, tienen una altura variable entre 0,3 - 7 m según la especie, sensorialmente deliciosos ya que presentan propiedades antioxidantes y colorantes, químicamente poseen diversos compuestos como: fenólicos (antocianinas como compuesto mayoritario) azúcares, fibra, lípidos, vitaminas y minerales, etc. **(MOSTACERO-LEON et al., 2017)**.

La baya es una fruta nativa de los andes se conoce como arándanos o gongapa en Huánuco y mortiño en Colombia, comercialmente es conocido como el arándano andino, son frutos exóticos que crecen en los valles en temporadas de lluvias, al inicio florecen de color blanco y son morados cuando inicia la fructificación (Figura 1) y se cosechan entre los meses de abril y mayo **(FELICIANO, 2015)**.



Figura 1. Izquierda especie *Vaccinium spp* en periodo de desarrollo y floración, derecha frutos maduros de la misma especie.

2.2.2. Origen, distribución y taxonomía

Esta especie de *Vaccinium spp*, es conocida y utilizada desde épocas antes de la conquista española, existen indicios cuyo origen central trasciende Asia y Europa, posteriormente Estados Unidos, Centroamérica y Sudamérica, pero aun el origen es poco ambiguo y necesita de más estudios para afirmar tal hipótesis. Las Ericáceas, están ampliamente distribuidos en las regiones montañosas neotropicales, siendo *spp*, uno de los géneros más grandes de la familia y existen distribuidos desde Asia hasta los Andes con una representación de 40 especies, en américa alcanza su mayor diversidad en zonas tropicales como el noreste de Sudamérica (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela). en el Perú crece de manera silvestre y se encuentran distribuidos en los departamentos: Piura, Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, San Martín, Pasco, La Libertad, Cuzco, Puno, Junín, Huánuco, Madre de Dios **(RIMACHI, 2020)**.

En el Perú existen unos 22 géneros entre ellos se destaca al género *Vaccinium spp*, con 13 especies de arbustos perennes., dentro de ellos en el departamento de Huánuco, existen tres variedades: *Vaccinium corymbodendron*, *Vaccinium floribundu* Kunth (Pushgay), *Vaccinium youngii*, estas miden 0,3- 2,5 m de altura, hojas alternas, pequeñas, coriáceas, elíptica y ovaladas con frutos jugosas, la baya mide 5 a 8 mm de diámetro; geográficamente está distribuido dentro de las especies andinas, se desarrollan de manera silvestre en lugares como: laderas boscosas, jalca, al borde de los caminos, laderas abiertas y rocosas con turberas o pedregosas (**MOSTACERO-LEON et al., 2017**). La clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: magnoliopsida
Orden	: Ericales
Familia	: Ericaceae
Género	: Vaccinium
Especie	: <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth, (DE LA CRUZ, 2020).

2.2.3. Beneficios

Los géneros de los *Vaccinium spp*, son considerados como frutos promisorios, incluidos en la lista de frutas con potencial mercado internacional y un alimento funcional por su alto contenido de antioxidantes in vitro. Los estudios demostraron que las bayas son una excelente fuente de fitoquímicos dietéticos como antocianinas y polifenoles, propiedades nutraceuticas, incluido el manejo

de trastornos visuales y protección contra el cáncer, enfermedades neurodegenerativas relacionadas con la edad y respuestas inflamatorias **(QUINTERO-QUIROZ et al., 2019)**.

2.3. Aspectos generales del chocolate

2.3.1. Definición

El chocolate es un alimento, producto de un proceso tecnológico formado por un sistema multifacético, la fase continua consiste en una mezcla heterogénea de grasas (manteca de cacao, grasas lácteas o vegetales) y el 70 % de partículas finas de cacao y azúcar representan principalmente la fase dispersa, a temperatura ambiental es sólido y se derrite a temperatura corporal 37 °C (boca), estas características peculiares hacen que el chocolate sea un alimento muy popular, agradable y consumido en todo el mundo **(LENFANT et al., 2013; MATERAZZI et al., 2014; LI y LIU, 2019)**.

2.3.2. Clasificación

Según su estructura en cuanto a sólidos de cacao, manteca y grasa de leche, los chocolates se clasifican en chocolates oscuros (bitter), con leche (milk) y blancos (white); por lo tanto, el producto final tendrá composiciones variables de proteínas, grasas, carbohidratos, etc. **(MATERAZZI et al., 2014; OSTROWSKA-LIGEZA et al., 2019)**.

Chocolates oscuros o bitter: el chocolate oscuro es un alimento producto de la composición compleja de los sólidos de cacao y cristales de azúcar que se encuentran inmersos dentro de una fase continua (fosfolípidos)

que generalmente es manteca de cacao con 65 a 75 % de sólidos totales de cacao (**SVANBERG et al., 2013; OSTROWSKA-LIGEŻA et al., 2018**). Estos chocolates no presentan sólidos de leche y son bajos en azúcares, ellos se difieren considerablemente de otros chocolates debido al alto contenido de sólidos de cacao que repercute en el perfil sensorial resaltando la amargura y astringencia, los cuales están relacionados con los compuestos fenólicos provocando potencialmente la aceptación de los consumidores (**OBERRAUTER et al., 2018**).

Chocolates con leche o milk chocolate: Es un tipo de chocolate que presenta mayor dulzura, con un sistema disperso de partículas solidadas básicamente compuesto de cacao, leche y azúcar sobre la manteca de cacao, la leche en polvo representa casi el 20 % en la formulación y es un ingrediente clave., por lo tanto, es el chocolate más preferido y consumido a pesar de tener altos contenidos de lípidos y azúcares (**GLICERINA et al., 2015**). Los chocolates con leche constituyen un segmento más grande con 51 % de preferencia respecto a los chocolates oscuros y blancos, posiblemente debido al sabor más intenso en dulzor y no amargo siendo los sólidos de cacao más intensos y menos preferidos.

Chocolates blancos o white chocolate: El chocolate blanco es un producto formulado a base de (manteca de cacao, leche, emulsionantes y aromatizantes); por lo que, tiene poca funcionalidad en la salud a comparación de los chocolates oscuros y con leche, puesto que carecen de los compuestos fenólicos significativos por no presentar sólidos de cacao (**LONČAREVIĆ et al., 2018; OSTROWSKA-LIGEŻA et al., 2019**). Además, tiene un alto porcentaje

(50%) de sólidos de azúcar en su formulación (**FERREIRA et al., 2017**) y habitualmente es catalogado como un producto indulgente (**AUGUSTO et al., 2019**).

2.3.3. Procesamiento y obtención del chocolate

Los chocolates se consiguen de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), a través de diversos procesos tecnológicos (fermentado, secado, molido, conchado, refinado y temperado), la calidad del grano de cacao (sabor, pureza, consistencia, rendimiento características de la manteca) es un parámetro fundamental que dependerá para la obtención de un chocolate premium altamente comercial y aceptable (**AFOAKWA, 2016**)^d.

La fermentación de los granos de cacao, en un proceso fundamental y complejo que involucran reacciones bioquímicas por la acción de microorganismos (levaduras, bacterias lácticas y acéticas) que se manifiestan de forma natural e influyen en las variables precursoras del aroma, sabor, algunos metabolitos secundarios y productos funcionales, este proceso dura aproximadamente entre cuatro a seis días (**DOMÍNGUEZ-PÉREZ et al., 2020; ORDOÑEZ et al., 2020**). El secado, en los granos de cacao es esencial para la eliminación de humedad (hasta 7 - 8% en base seca, humedad deseable) y detener el proceso de fermentación para minimizar el crecimiento microbiano (bacterias, levaduras y mohos) durante el transporte y almacenamiento (**KOUA et al., 2019**).

La molienda, se realiza con la finalidad de reducir el tamaño de las partículas de los nibs de cacao, para liberar la mayor cantidad de grasa posible

rompiendo las células dentro del cotiledón, esta grasa será muy importante a fin de que fluya al procesarlo, para cubrir las partículas de sólidos no grasos dentro del chocolate y cuando se funde en la boca al consumirlos (**BECKETT, 2000**). Los procesos del refinado/conchado determinan la distribución del tamaño de partícula (DTP), consistencia de la suspensión, viscosidad, etc., de manera que generan las cualidades sensoriales específicas. El refinado produce una textura extremadamente suave e indetectables por la lengua, por su parte **ACEVEDO ALZATE et al. (2017)** indican que la temperatura de conchado esta entre 50°-60°C y ocurre en tres fases: a) **seca**, eliminación de humedad (1,5 hasta 0,8 aproximado) y compuestos indeseables (ácidos, aldehídos y cetonas), b) **plástica**, ocurre el efecto de cizalla contra los sólidos de (cacao, azúcar, leche), generación de aromas y cambio de plasticidad, c) **líquida**, etapa donde se agrega la manteca restante y el emulsionante para obtener la viscosidad óptima del chocolate; así mismo (**TAN y BALASUBRAMANIAN, 2017**) indicaron, que el conchado es un proceso largo que involucra la mezcla continua, agitación y aireación ello deriva a la eliminación de sabores indeseables, sustancias margas, vapor de agua por evaporación del chocolate líquido, el tiempo promedio que toman estos procedimientos es de 12 – 24 horas hasta reducir el tamaño de partícula hasta los 20 µm.

Según **AFOAKWA et al. (2008)^b** indicaron que el **atemperado** involucra una precrystalización sistemática que consiste en dividir la masa del chocolate en temperaturas controladas para promover la cristalización de la manteca en formas polimórficas térmicamente estables., así mimo, **QUIÑONES-MUÑOZ et al. (2011)** mencionaron que proceso de **atemperado** ocurre en cuatro

etapas claves: Fusión completa a (50°C), enfriamiento a (32-34°C), cristalización (25 -27°C) y conversión (29-32°C). Según **AFOAKWA, (2016)**^d el **moldeado** se realiza en moldes que están a la misma temperatura del chocolate fundido, caso contrario produciría un efecto negativo resultado un brillo deficiente, adherencia en el molde, burbujas de aire y con marcas superficiales; además, la viscosidad debe ser óptima, si hubiera variación el llenado sería insuficiente o excesivo generando pérdidas en peso y costo del producto final. **El enfriado**, se realiza para solidificar los chocolates en barra a temperaturas entre 12 a 15 °C, durante 20 a 30 minutos aproximado. El **desmoldado**, requiere un mecanismo de fuerza para sacar el producto solidificado en el molde. **Envasado**, se debe utilizar un embalaje permeable contra la trasmisión de gases y vapor de agua, que mantenga el aroma y la frescura del chocolate, luego son almacenado entre 20-28°C temperatura óptima.

2.3.4. Características y atributos sensoriales en los chocolates

El análisis sensorial es una herramienta muy eficaz que mide las respuestas humanas de los alimentos, la selección y aplicación de las pruebas adecuadas, las condiciones de la prueba y el análisis de datos permiten conocer resultados muy relevantes y el público hacia dónde va dirigido el producto final **DRAKE, (2007)**. Los atributos sensoriales de un alimento en general describen sus características que conforma la percepción sensorial de los sentidos como tacto (textural), olfato (olor), vista (olor), gusto (sabor) y oído (fragilidad) (**GONZÁLEZ et al., 2012**). Los atributos sensoriales en los chocolates son los siguientes:

Percepción o apariencia: engloba muchos atributos que caracterizan la apariencia de un chocolate, de ellos los atributos visuales que son: forma, brillo, superficie, transparencia y color, **el brillo**, representa la luminiscencia del color que describen las percepciones opacas o brillante del chocolate **(TOKER et al., 2019)^b**. Por otra parte, la **superficie** induce cambios de colores considerables al sentido visual, es decir afecta la claridad, matiz y saturación del olor, ellos se generan como resultado de los procesos tecnológicos aplicados en la producción y almacenamiento **(POPOV-RALJIĆ y LALIČIĆ-PETRONIJEVIĆ, 2009)**. **Tacto**, la evaluación y adaptación de la calidad en los chocolates está relacionado con el aspecto físico, textura, aroma y sabor. La textura define la manifestación sensorial y funcional que relacionan las propiedades mecánicas y superficiales descubiertos por la visión, el oído, el tacto y el paladar **(DE JESUS SILVA et al., 2020)**. La determinación de la textura consiste en un proceso oral y dinámico antes y durante el masticar, los panelistas también pueden percibir a través del sentido del tacto y el oído **(AFOAKWA et al., 2008)^c**; así mismo la fusión puede definirse como el rango de tiempo que el chocolate demora de fundirse en la boca **(LEITE et al., 2013)**.

Aromas, este atributo en los chocolates tiene una alta correlación positiva con respecto al análisis químico de la manteca de cacao, ya que un alto contenido de manteca de cacao en los chocolates representa aromas a chocolates intensos **(DE JESUS SILVA et al., 2020)**. El **sabor**, describe un procedimiento complejo que involucra la percepción en el sentido de la lengua que determina el gusto, la nariz el olor y el tacto la textura del producto en tanto que se absorbe, mastica, traga un alimento o bebida. La gran parte de los

atributos indeseables se perciben en los receptores de la lengua (canales iónicos y receptores acoplados a proteínas G) entre ellos las impresiones gustativas básicas: agrio, amargo, salado, dulce y umami **(AFOAKWA, 2016)^c**. La **astringencia** permite la contracción de la mucosa bucal que induce a sensaciones de sequedad al degustar el cacao en frutos verdes (inmaduros) **(LEITE et al., 2013)**. La **amargura** en los chocolates es un sabor primario que está estrechamente relacionado con la cafeína, quinina, y ciertos alcaloides como polifenoles., este sabor también está asociado con la temperatura de tostado y el tamaño de las partículas, a temperaturas de tostados menores a 135 °C los aromas frutales se pueden percibir por otro lado a mayor temperatura las notas frutales son enmascarado por la amargura y astringencia sabores indeseables que influyen negativamente en la aceptabilidad del consumidor **(HINNEH et al., 2020)**.

2.4. Generalidades del color

El color se define como la percepción de la luz reflejada por un objeto, nuestros ojos perciben la luz reflejada y el cerebro lo procesa, está influenciado por el objeto, observador, iluminante, la geometría, superficie y temperatura., el color también es un atributo de apariencia de los productos los cuales permiten detectar ciertas anomalías y defectos que son útil para diversas industrias. En la industria alimentaria, el color es un parámetro en la cual se realizan clasificaciones de productos, evaluación de materias primas, control de proceso, etc. **(DELMORO et al., 2010)**.

2.4.1. Color en los chocolates

La apariencia de un objeto involucra todos los fenómenos visuales (brillo, color, forma, rugosidad, textura de la superficie, etc.). De manera que el brillo se relaciona con la composición, acabado, la morfología y superficie; el brillo es un atributo de calidad importante en chocolate y el atemperado es el proceso clave para controlarlo **(BRIONES *et al.*, 2006)**. Las partículas de los chocolates (sólidos de cacao, cristales de azúcar, leche en polvo) están recubiertos por fases de grasas continuas (manteca de cacao u otros vegetales), los atributos visuales del chocolate se alteran dependiendo de las condiciones de temperatura de almacenamiento y en condiciones desfavorables los cuales también ocurren debido al mal atemperado, adición de grasas incompatibles, entre otros privándolo de una apariencia suave, color brillante y luminoso **(PASTOR *et al.*, 2007)**.

2.4.2. Sistemas de medición del color

El sistema de medición del color esta especificado según la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) dentro de ellos la más recomendado por esta comisión es el espacio CIELAB como el adecuado para la especificación del color en la industria de alimentos por su uniformidad, precisión y exactitud **(MAPELLI-BRAHM *et al.*, 2019)**.

El espacio de color CIELAB es un sistema cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas rectangulares L^* , a^* , b^* magnitudes adimensionales **(MAPELLI-BRAHM *et al.*, 2019)**., la coordenada L^* se define como luminosidad o claridad y toma valores entre 0 y 100, Las coordenadas colorimétricas a^* y b^* intersectan en un plano perpendicular a la coordenada L^* ,

La croma a^* se define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo si a^* es positiva, y hacia el verde si a^* es negativa. Análogamente la coordenada cromática b^* define la desviación hacia el amarillo si b^* es positiva, y hacia el azul si b^* es negativa **(MATHIAS-RETTIG y AH-HEN, 2014)**.

2.5. Generalidades de los fenoles

2.5.1. Definición

Los fenólicos son un grupo de compuestos orgánicos con uno o más grupos hidroxilo en el anillo y/o anillos aromáticos. Son un grupo bien grande que van desde los fenoles simples hasta compuestos o complejos conocidos como polifenoles, estos compuestos fenólicos se encuentran naturalmente en vegetales, frutas y productos fermentados como aceitunas y vinos **(LULE y XIA, 2005)**. Los polifenoles son un conjunto de moléculas que poseen estructuras de varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidrofílicas con importancia fisiológica en las plantas, contribuyen a la resistencia de microorganismos e insectos, preservan su integridad como una barrera protectora frente a los estresantes ambientales: radiaciones ultravioletas y temperaturas altas, gracias a los anillos aromáticos con sustituyentes hidrofílicos los polifenoles ejercen una acción antioxidante como donadores de hidrógenos y electrones o como secuestradores de los radicales libres **(GUTIÉRREZ, 2002)**.

2.5.2. Fenoles totales en los chocolates

Dentro de los polifenoles el grupo más importante son los flavonoides e incluyen más de 5 000 compuestos bien identificados que se clasifican en 6 subgrupos: flavonoides, flavonas, flavanonas, isoflavonas, antocianinas y catequinas. Los chocolates poseen altos contenidos de polifenoles en forma de flavonoides con la estructura de catequinas y epicatequinas principalmente polímeros de procianidinas formados en el procesamiento de los granos de cacao por unión de 2 a 10 monómeros de epicatequinas y acción de las enzimas polifenol oxidasa **(GUTIÉRREZ, 2002)**.

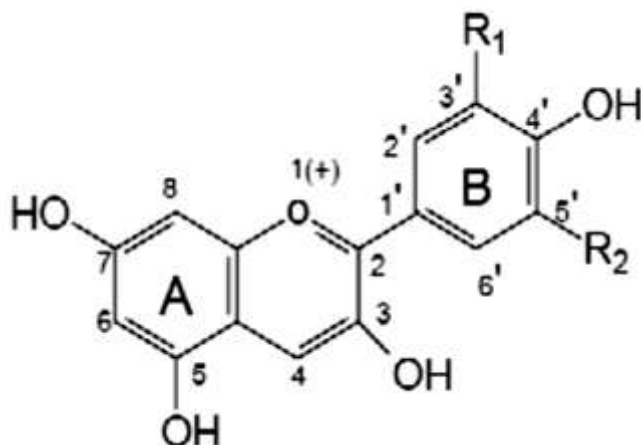
Los granos para la elaboración de chocolate son ricos en polifenoles, específicamente catequinas (flavan-3-ols) y procianidinas, se encuentran almacenados en las células del cotiledón y hojas del cacao. En los granos del cacao se existen generalmente tres grupos de polifenoles: catequinas o flavan-3-ols (37%), antocianinas (4%) y proantocianidinas (58%). La catequina primaria es (-) - epicatequina, hasta el 35% de los polifenoles totales la menos abundante es (+) - catequina, con solo trazas de (+) - galocatequina y (-) – epigalocatequina **(AFOAKWA, 2016)^b**.

2.6. Generalidades de antocianinas

2.6.1. Definición.

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B, unidos por una cadena de 3 carbonos, las tonalidades o pigmentos azulados y rojos depende del número orientación de los grupos hidroxilos y metoxilos de las de las

moléculas respectivamente. Las antocianinas representan el grupo importante de los pigmentos hidrosolubles, que son responsables de los colores rojos y azules en varias frutas, vegetales y cereales que se encuentran en las vacuolas celulares.



Fuente: (GARZÓN, 2010)

Figura 2. Estructura y sustituyentes de las antocianinas.

2.6.2. Antocianinas en los chocolates

En el cacao y sus productos se encuentran tres grupos de polifenoles principalmente: catequinas o flavan-3-ols 37%, antocianinas 4% y proantocianidinas 58 %. La fracción de antocianinas está dominada por cianidin-3- α -L-arabinósido y cianidin-3- β -D-galactósido, dependiendo del contenido de antocianinas, la pigmentación en las células de almacenamiento de polifenoles varía de blanco a morado oscuro (AFOAKWA 2016^b, ŻYŻELEWICZ *et al.*, 2016). El chocolate tiene buena atención con respecto a su contenido de polifenoles, ya que el ingrediente principal del chocolate, el cacao, es una fuente

rica en polifenoles, que protegen la salud en general y el sistema cardiovascular debido a su actividad antioxidante (**BARIŠIĆ *et al.*, 2019**).

Las antocianinas se hidrolizan rápidamente a cianidinas y azúcares por las enzimas glicosidasas, producto de ello es el blanqueamiento o aclaración del color de los cotiledones púrpuras en el cacao. Otras enzimas (polifenol oxidasas) convierten otro tipo de flavonoide, (compuestos principalmente de (-) – epicatequina) en quinonas. Los polifenoles están formados por antocianinas, que provocan el color púrpura característico de los cacaos no fermentados, catequina y epicatequina incoloras, y sus dímeros, trímeros, tetrámeros y oligómeros superiores, llamados procianidinas, así como polímeros (**BECKETT *et al.*, 2017**).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en los laboratorios del centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia (CIDBAM) y análisis de alimentos de la Universidad Nacional Agraria de la selva (UNAS); ubicada en el distrito de Rupa-Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m a 09°17' 08" de Latitud sur, a 75° 59' 52" de longitud oeste, con clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 84% y temperatura media anual de 24°C., así como, en el laboratorio de análisis por instrumentación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL), en la empresa Agroindustrias MAKAO S.A.C. ubicado en el distrito Pucacaca, provincia de Picota, región San Martín (6°51'00.2" S y 76°20'32.0" O).

3.2. Materia prima

- Licor de cacao: Se obtuvo de la empresa Agroindustrias MAKAO S.A.C, con una pureza del 100 % de sólidos de cacao, de las variedades origen amazónico, diámetro de partícula 30-50 μm .
- Leche entera desgrasada: se obtuvo de la empresa NEGOCIACIONES ELY & MAR. S.A.C marca: Elymar.

- Gongapa (*Vaccinium spp.*): Las frutas frescas se cosecharon del distritito Rondos (3566 msnm; 10°0'52.733" LS y 76°42'53.046" LO), provincia de Lauricocha región Huánuco.
- Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*): Se obtuvo la de La Universidad Nacional Hermilio Valdizán (9°57'5.004" LS; 76°14'49.885") Huánuco.

3.3. Equipos, materiales de laboratorio y reactivos

Equipos de laboratorio: colorímetro, Lovibond modelo LC-100/SV-100 (Tintometer group, Amesbury, Reino Unido); espectrofotómetro modelo Genesis 10S UV/Visible, EE. UU; balanza analítica modelo XY3000-1BF electrónico Germany, capacidad máxima 3300 g/0,1 g, modelo ESJ-210-4 (Digital precisión), capacidad 200g; estufa modelo 9140A China; Agitador magnético 753A serie 0825351 - Reino Unido; Homogeneizador, Centrifuga modelo MIKRO 22R, Germany ; Selladora modelo Impulse Seater KS. 100-250W A KS. 500-800W source: 22 V 50 Hz / 60 HZ, México; Refrigerador Ice beam Door Cooling LG modelo GR-5392QLC, Corea; Desionizador modelo D 7035 (Barnstead); Homogenizador modelo VORTEX GENIE-2 (Scientific industries. SITM); máquina refinadora/canchadora de chocolate QYJ-20. modelo:20 L, país de origen: Suzhou, China; Termómetro, Infrarojo modelo: MAT-250552, made in china; mesa vibradora de cacao, IMSA-PERÚ.

Materiales de laboratorio: Matraces de Erlenmeyer 50, 250, y 500 mL, marca Pyrex; probetas graduadas de 100 y 200 mL; vasos de precipitación 50 y 100 mL; tubos de ensayo de 10 mL; fiola de 50, 100, 500 y 1000 mL; probetas 50 mL; micropipetas de 0-10, 10-100, 20-200 y 100-1000 µL; cubetas de poliestireno de

1,5 mL; microtubos 1,5 – 2mL ; tips 1000 y 200 μ L; pinzas; espátulas; gradillas; moldes de chocolates; papel de aluminio; bolsa de polietileno.

Reactivos y solventes: Cloroformo Baker, pureza 99,98%; Éter de petróleo, Cloruro de potasio (KCl) Riedel-dehaën, pureza 99,5 %; ácido clorhídrico (HCl) merck, pureza 37 %; acetato de sodio (CH_3COONa) Riedel-dehaën, pureza 99,5 %; ácido gálico ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$) al 98,1 %, Sigma; Folin-ciocalteu fenol agente (2N, sigma Aldrich); carbonato de sodio (Na_2CO_3) Scharlau, pureza 99,5 %; metanol (CH_3OH) Puriquin Reagent; hexano (C_6H_{14}); etanol Puriquin Reagent, pureza 96 %; agua destilada desionizada (H_2O dd).

3.4. Métodos de análisis

- **Análisis de color:** Se llevo a cabo mediante el método descrito por **CHIRE-FAJARDO *et al.*, (2019)**.
- **Análisis sensorial:** La evaluación sensorial se llevó a cabo por el método de **BELŠČAK-CVITANOVIĆ *et al.*, (2012)**.
- **Cuantificación de fenoles totales:** Se realizó mediante el método espectrofotómetro desarrollado por FOLIN CIOCALTEU *et al.*, (1927) reportado por **(DELGADO *et al.*, 2018)**.
- **Cuantificación de antocianinas:** Fue ejecutado por el Método del pH diferencial reportado por **(ZAPATA *et al.*, 2014)**.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Elaboración del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa

En la Figura 3 se presenta el flujograma de procesos para la elaboración de chocolate oscuro y chocolate con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa que a continuación se describen cada proceso:

Base I: Para el chocolate oscuro, la formulación de los ingredientes comprendió los siguientes porcentajes: 65 % pasta de cacao (diámetro de partícula 30-50 μm), 5 % manteca de cacao, 29,5 % azúcar y 0,5 % lecitina.

Base II: Para el chocolate con leche, la formulación fue: 14,5 % pasta de cacao (tamaño de partícula 30 – 50 μm), 19,5 % manteca de cacao, 20 % leche en polvo, 45,5 % azúcar, 0,45 % lecitina y 0,05 % vainilla.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos del chocolate oscuro al 70% con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.

Tratamiento	Tamaño partícula (μm)	Inclusión (%)	Licor de cacao (%)
Chocolate oscuro- aguaymanto	10 – 15	12%	65 %
Chocolate oscuro- aguaymanto	16 - 20	12%	65 %
Chocolate oscuro- gongapa	10 – 15	12%	65 %
Chocolate oscuro- gongapa	16 - 20	12%	65%
Chocolate con leche- aguaymanto	10 – 15	12%	14,5 %
Chocolate con leche- aguaymanto	16 – 20	12%	14,5 %
Chocolate con leche - gongapa	10 – 15	12%	14,5 %
Chocolate con leche - gongapa	16 – 20	12%	14,5 %

Fundido: De las bases tanto para el chocolate oscuro y leche se fundieron la toda la pasta de cacao y el 50 % del total de la manteca de cacao por separado mediante un sistema de baño maría a temperatura entre 50 - 55 °C.

Refinado/conchado: En el proceso de refinado y conchado se debe controlar la temperatura que no supere los 70°C ni baje de los 65°C, para el chocolate oscuro la primera parte se refina hasta un tamaño de partícula de 16 -20 µm en un tiempo de 12 horas y para el tamaño de partícula de 10-15µm el tiempo de 20 horas, el restante se refina entre. Para el chocolate con leche se realizó a temperatura entre 55-60 °C. Para el tamaño de partícula 16-20 µm se trabajó 13 horas y para el tamaño 10-15 µm fue 24 h.

Atemperado: Para ambos tipos de chocolate la mezcla refinada y conchada se vertió en una mesa de acero inoxidable Luego se atemperó manualmente con la ayuda de una espátula de acero expandiendo sobre la superficie de la mesa hasta lograr reducir la temperatura a 29° C y luego subirlo hasta los 31° C para lograr una buena cristalización de la manteca.

Mezcla II: En la mezcla atemperada se adicionó 12% de frutos secos (aguaymanto y gongapa) de manera separada en función a cada tratamiento (Cuadro 1), los frutos previamente fueron cortados en pequeños trozos.

Moldeado/vibrado: El producto mezclado se moldeo en moldes de silicona, codificado para cada tratamiento, luego se llevó por 1 min a la mesa vibradora para eliminar las burbujas de aire y evitar que se rompan al momento del desmoldado.

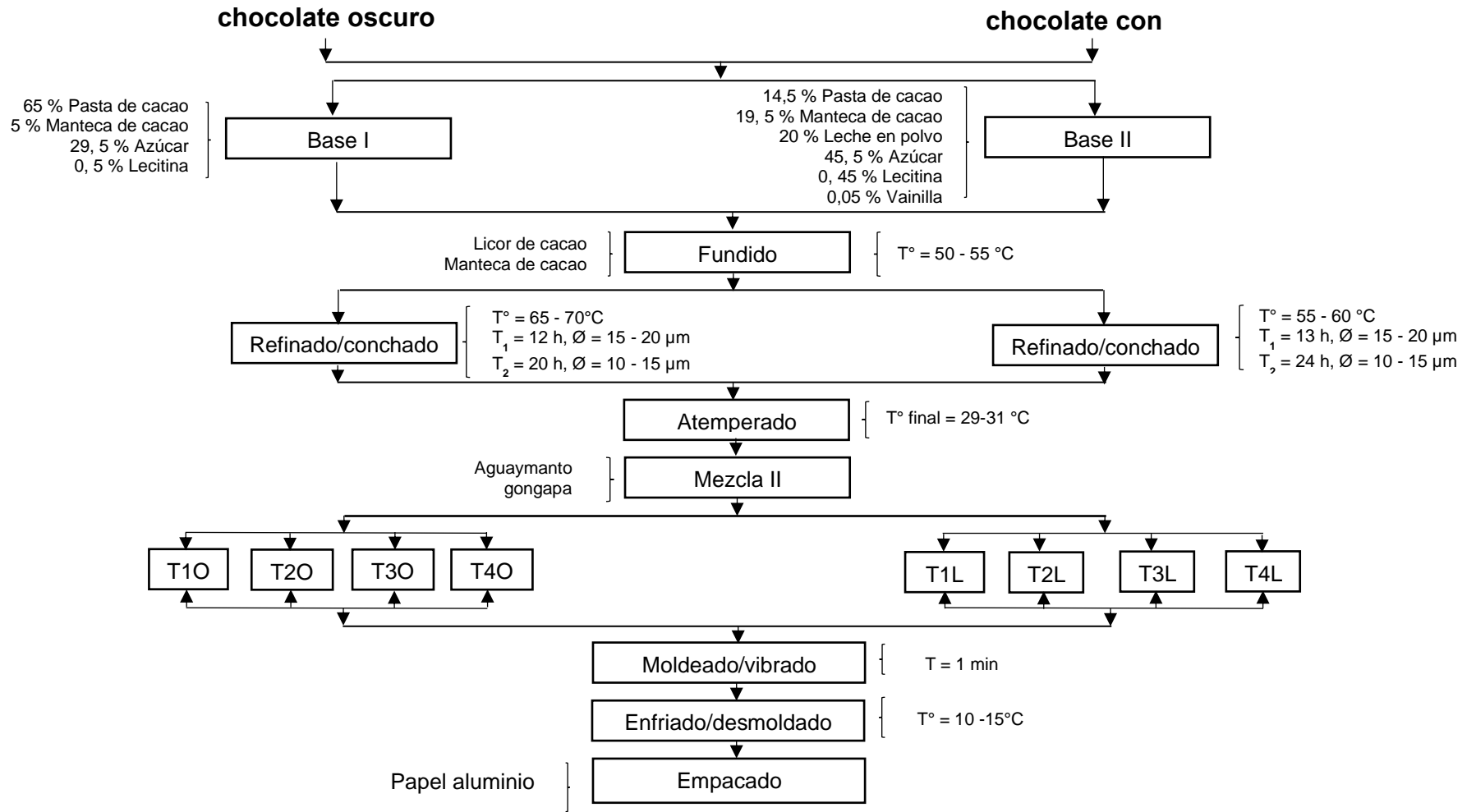


Figura 3. Flujograma para la elaboración de chocolates oscuros, con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

Enfriado/desmoldado: El enfriado se realizó por espacio de 15 min en una cámara frigorífica para reducir la temperatura hasta 10°C, se desmoldó sobre una mesa de acero inoxidable dejándolo reposar por espacio de 10-15 min en un ambiente atemperado a 18 °C.

Empacado: Se empaco en los empaques de papel aluminio codificados para cada tratamiento.

3.5.2. Evaluación del color del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.

El color en las muestras de los chocolates oscuros y con leche fueron medidos con el colorímetro espectral portátil, Lovibond LC-100/SV-100, se estandarizó el colorímetro de manera automática con la misma muestra y se midió en ambiente de baja luminosidad para evitar las interferencias del equipo, la temperatura ambiental promedio estuvo entre 26 – 28°C, la geometría de medición 45/0 y un tiempo aproximado de 1,5 – 2 segundos/muestra, el equipo utiliza un sistema de medición CIELAB que mide en términos de luminosidad (L^*) y cromaticidad (a^* y b^*), estos valores son obtenidos automáticamente por el equipo, las repeticiones para la medición de cada muestra fueron cuatro.

3.5.3. Evaluación sensorial en chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.

La evaluación sensorial u organoléptica de los atributos de chocolates oscuros y con leche se realizó con catadores entrenados y semi entrenados con experiencia mínima en cata de licor de cacao, estos jueces fueron elegidos de diferentes cooperativas del departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado: Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo Limitada (COOPAIN), Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga (APCAH), Cooperativa Agroindustrial y de Servicios del Centro Poblado de Bella, Bajo Monzón (Choco Pasión), además de las empresas privadas como: MACAO-PERÚ S.A.C y Navinttato S.A.C (Kimpito) y de las instituciones: CITE Huallaga y Alianza Cacao Perú.

Los chocolates oscuros de tamaños de partículas entre ($\varnothing_P = 10 - 15$ y $16 - 20 \mu\text{m}$) de aguaymanto y gongapa siendo 4 tratamientos. Se evaluaron doce atributos sensoriales para el chocolate oscuro siguiendo la ficha (A-I). Los atributos fueron: vista (brillo, superficie), tacto (rotura, fusión y arenosidad), olor (olor, aroma a fruta), sabor (retrogusto, dulzor, sensación en la boca, amargura y astringencia). Para el chocolate con leche fueron diez atributos sensoriales, ficha (A-II): vista (brillo, superficie), tacto (rotura, fusión y arenosidad), olor (olor, aroma a fruta), sabor (retrogusto, dulzor y sensación en la boca). Para calificar los atributos sensoriales del chocolate oscuro y con leche se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, siendo 1 sin gusto, 2 tolerable, 3 deseable, 4 muy deseable y 5 extremadamente deseable.

El análisis sensorial se realizó en los laboratorios de calidad de las cooperativas, los chocolates se transportaron en la caja de tecnopor y la evaluación fue entre 10 a 11 am, las muestras se colocaron en platos de tecnopor rotulados, y adicionalmente se entregó a cada panelista un vaso de agua, galletas sin azúcar y su respectiva la ficha de evaluación.

Análisis estadístico: Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA unifactorial, en los tratamientos donde hubo diferencia estadística se determinó con la prueba de Tukey ($p < 0,05$) (**HERNANDEZ *et al.*, 2014**), luego se desarrollo el análisis descriptivo cuantitativo (QDA), también se realizó un análisis multivariado con de componentes principales (ACP), para describir la variación principal en los datos sensoriales, obtener los perfiles descriptivos, graficar su respuesta en un clúster que generó un dendrograma y así como la correlación lineal de Pearson (**FRANCO E HIDALGO, 2003**), el cálculo se realizó en el programa de INFOSTAT versión libre.

3.5.4. Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolate oscuro y leche con diferentes tamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa.

3.5.4.1. Preparación del extracto hidroalcohólico

Las muestras de chocolates se trituraron en un mortero, en seguida fueron desengrasados por solvente en frío según el método Folch con algunas modificaciones (**DELGADO *et al.*, 2018**) 2,5 g de muestra se macero por 24 h en 12,5 mL de solvente cloroformo: metanol (2:1, V/V), se filtró separando la torta de la grasa, la torta se secó en estufa a 45°C/15 min para la evaporación del

solvente. Las muestras desengrasadas se envasaron en bolsas de polietileno y almacenadas en refrigeración. El extracto hidroalcohólico se preparó según el método de **ORDOÑEZ et al. (2020)** con algunas modificaciones a una concentración de 50 mg/mL, se pesó 1 g de muestra desengrasada se mezcló con 20 mL con solución hidroalcohólico al 70 % (30 mL de agua desionizada/ 70 mL etanol V/V) la mezcla fue tapada herméticamente y macerado por 24 h en constante agitación. Se realizó el filtrado y centrifugado (10000 rpm/10 min a 4°C) el sobrenadante fue almacenado herméticamente a -20°C en tubos de vidrio hasta su análisis.

3.5.4.2. Cuantificación de fenoles totales

Curva estándar: se preparó una curva estándar de ácido gálico en concentraciones de 1 a 10 µg/mL, en una cubeta se acondiciono 100 µL de agua desionizada para el blanco, en las siguientes cubetas se adicionaron 100 µL de los estándares preparados a diferentes concentraciones, luego se agregó 500 µL de fenol folin ciocalteu a 0,2 N se puso en reposos por un minutos, luego se adiciono 400 µL de carbonato de sodio a 7,5 %, estas cubetas se incubaron por 2 h en la oscuridad a temperatura ambiental, finalmente se procedieron a la lectura de las absorbancias a 740 nm, con los resultados de concentración y absorbancias se determinó la ecuación y coeficiente de correlación **(A – VIII)**.

Análisis de fenoles totales : 100 µL de muestra (50 mg/mL) se mezcló con 500 µL de fenol folin ciocalteu a 0,2 N, se puso en reposos por un minuto, luego se adiciono 400 µL de carbonato de sodio a 7,5 % y se incubó por 2 h a temperatura ambiental y en oscuridad, posteriormente las absorbancias se atuvieron a una

longitud de onda de 740 nm, fueron remplazadas en la ecuación de la curva estándar y los resultados se expresadas en equivalente de ácido gálico (g EAG/100 g), todas las lecturas se tomaron por triplicado.

3.5.4.3. Cuantificación de antocianinas

Fueron determinados por el método de pH-diferencial se acondicionaron dos buffers, buffer (pH=1): se pesó 1,86 g de cloruro de potasio (KCl) y se adiciono 980 mL de agua desionizada y se ajustó con ácido clorhídrico (HCl), buffer (pH =4,5): se pesó 54,43g de acetato de sodio (C₂H₃NaO₂) y se adiciono 970 mL de agua desionizada ajustándose con ácido clorhídrico (HCl).

A partir del extracto hidroalcohólico (50 mg/mL) en una cubeta de poliestireno se adiciono 200μL de extracto de los chocolate y 800μL del buffer para ambos pH (1 y 4,5), la diferencia de la absorbancia con longitud de onda de máxima absorción (510 nm) es proporcional al contenido de antocianinas **(ZAPATA et al., 2014)** se midió la absorbancia a 700nm, contra un blanco de agua desionizada; la concentración de las antocianinas se expresará como mg de cianidina-3-glucósido/L de extracto como se muestra en la ecuación siguiente:

$$\Delta A = (A_{510} - A_{700})_{pH=1} - (A_{510} - A_{700})_{pH=4,5} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$AT \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(\Delta A)(PM)(FD)(1000)}{(\epsilon)(l)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde: ΔA es cambio de absorbancia, AT es antocianinas totales, PM es la masa molecular para cianidina-3-glucósido (44932), FD es el factor

de dilución, ε es el coeficiente de extinción molar para cianidina-3- glucósido (26900), l es la longitud de paso de celda (1) y 1000 es el factor de conversión de gramos a miligramos.

Análisis estadístico: los resultados de fenoles totales y antocianinas fueron analizados mediante el diseño completo al azar (DCA) (**HERNANDEZ *et al.*, 2014**), en los tratamientos donde hubo diferencia estadística se procedió a determinar la prueba de Tukey $p < 0,05$ para ello se utilizó el programa Infostat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del color en chocolates oscuros y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa

4.1.1. Luminosidad (L^*)

El color en los chocolates es una característica física que es afectado por la composición y es percibido por el consumidor, además es la principal manifestación de preferencia y decisión en el momento de la comercialización de cualquier producto alimentario (HINNEH *et al.*, 2019)^b. El color es medido en el espacio tridimensional, en la cual la coordenada luminosidad (L^*) varía desde 0 “oscuro” y 100 “claro” (MATHIAS-RETTIG y AH-HEN, 2014). Los resultados de luminosidad (L^*) en muestras de chocolate oscuro se presentan en el Cuadro 2 y Figura 4, según el análisis estadístico se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) (A - IIIa), al efectuar la prueba de Tukey, el valor mayor de luminosidad fue para ambos chocolates oscuros con tamaño de partícula entre ($\emptyset_P = 10-15 \mu\text{m}$) con $L^* = 27,63 \pm 0,10$ (aguaymanto) y $L^* = 27,58 \pm 0,16$ (gongapa) respectivamente. Así mismo los chocolates oscuros con tamaño de partícula entre ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa exhibieron una menor luminosidad de ($L^* = 26,60 \pm 0,21$) y ($L^* = 25,95 \pm 0,23$) respectivamente. Con respecto a los resultados se puede apreciar que el tamaño de partícula afecta la luminosidad, este efecto concuerda con HINNEH *et al.* (2019)^b quienes

reportaron en chocolates oscuros con diferentes tamaños de partículas valores de ($L^* = 22,5 \pm 0,6$ a $18,8 \pm 0,1$) siendo el mayor valor el resultado del chocolate con partículas pequeñas ($\varnothing_P = 25,25 \pm 0,09 \mu\text{m}$) y el menor con partículas grandes ($\varnothing_P = 27,98 \pm 0,02 \mu\text{m}$) respectivamente. Este comportamiento puede ser explicado por **AFOAKWA et al. (2008)**^c quienes indican que el tamaño de partícula influye en los coeficientes de dispersión de la luz; en las partículas más finas ($\varnothing_P = 18 - 25 \mu\text{m}$) la interacción entre ellos aumenta porque las áreas superficiales específicas son mayores y el diámetro es más bajo, por lo tanto, tienden a ser más densos, dispersando mayor luz y parecen más claros con luminosidad más alta, que aquellos con partículas más gruesas ($\varnothing_P = 35 - 50 \mu\text{m}$).

El rango encontrado sobre luminosidad de chocolates oscuros con diferente tamaño de partícula estuvo entre $27,63 \pm 0,10$ ($10-15 \mu\text{m}$) a $25,95 \pm 0,23$ ($16-20 \mu\text{m}$), estos valores están dentro del rango reportado por **CHIRE-FAJARDO et al. (2019)** en chocolates oscuros con L^* ($27,28 \pm 0,30$ a $26,19 \pm 0,34$), indicando que la luminosidad varía por factores como la formulación, atemperado, color del grano, temperatura, tiempo de tostado y conchado. Así mismo, **AIDOO et al., (2014)** reportó valores de $L^* = 27,69 \pm 0,20$ a $26,82 \pm 0,08$ y representan colores oscuros y se considera aceptable en términos prácticos dicho rango. Los chocolates oscuros en la formulación llevan menor contenido de azúcar que los chocolates con leche y tuvieron menor luminosidad, al respecto **AFOAKWA, (2016)**^a indica que el color en los chocolates depende de la composición, procesamiento, niveles bajos en azúcar proporcionan chocolates

más oscuros e inversamente si adicionamos más contribuirá a la caramelización acelerando la reacción Maillard.

Los resultados de luminosidad de chocolates con leche se presenta en el Cuadro 2 y Figura 4, se puede apreciar que hubo diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) (A- IVa) entre los tratamientos, realizando la comparación de medias mediante Tukey vemos que la mayor luminosidad correspondió al chocolate con leche con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 10-15\mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto $L^* = 31,72 \pm 0,34$ y el menor fue para chocolate con leche con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 16-20\mu\text{m}$) e inclusión de gongapa $L^* = 30,20 \pm 0,12$; los valores reportados en este trabajo concuerdan con los resultados de **GLICERINA et al. (2015)** y **KONAR et al. (2018)**, quienes encontraron valores de $L^* = 44 - 28$ y $L^* = 31 - 28$ en chocolates con leche. Según los resultados también podemos apreciar que los chocolates con leche mostraron mayor luminosidad que los chocolates oscuros, y todos los tratamientos tuvieron incorporación de aguaymanto y gongapa, al respecto **LONČAREVIĆ et al. (2018)** encontró una luminosidad de ($74,6 \pm 0,82$) en chocolates blancos, al adicionar mora atomizado en diferentes proporciones esta disminuyó hasta $40,3 \pm 0,47$. Así mismo, **SÖZERI ATIK et al. (2020)** manifiestan que un chocolate brillante, luminoso y liso tendrá mayor aceptación en el mercado de parte del consumidor.

Cuadro 2. Parámetros del color (L, a*, b*) de chocolates oscuros con leche, aguaymanto y gongapa.

Chocolate, tamaño partícula (µm)	Código	L*	croma a*	croma b*
Oscuro,10-15, aguaymanto	T1O	27,63 ± 0,10 ^a	10,53 ± 0,03 ^{ab}	5,85 ± 0,03 ^b
Oscuro, 16-20, aguaymanto	T2O	26,60 ± 0,21 ^b	10,65 ± 0,06 ^a	6,50 ± 0,12 ^a
Oscuro,10-15, gongapa	T3O	27,58 ± 0,16 ^a	10,25 ± 0,13 ^b	5,60 ± 0,21 ^{bc}
Oscuro,16-20, gongapa	T4O	25,95 ± 0,23 ^b	10,65 ± 0,06 ^a	5,18 ± 0,06 ^c
Leche, 10-15, aguaymanto	T1L	31,72 ± 0,34 ^a	12,70 ± 0,14 ^a	9,30 ± 0,15 ^a
Leche, 16-20, aguaymanto	T2L	30,37 ± 0,09 ^b	12,43 ± 0,09 ^a	9,95 ± 0,33 ^a
Leche,10-15, Gongapa	T3L	31,50 ± 0,12 ^a	12,30 ± 0,15 ^a	9,43 ± 0,18 ^a
Leche, 16-20, gongapa	T4L	30,20 ± 0,12 ^b	12,35 ± 0,12 ^a	9,83 ± 0,05 ^a

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=4) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$)

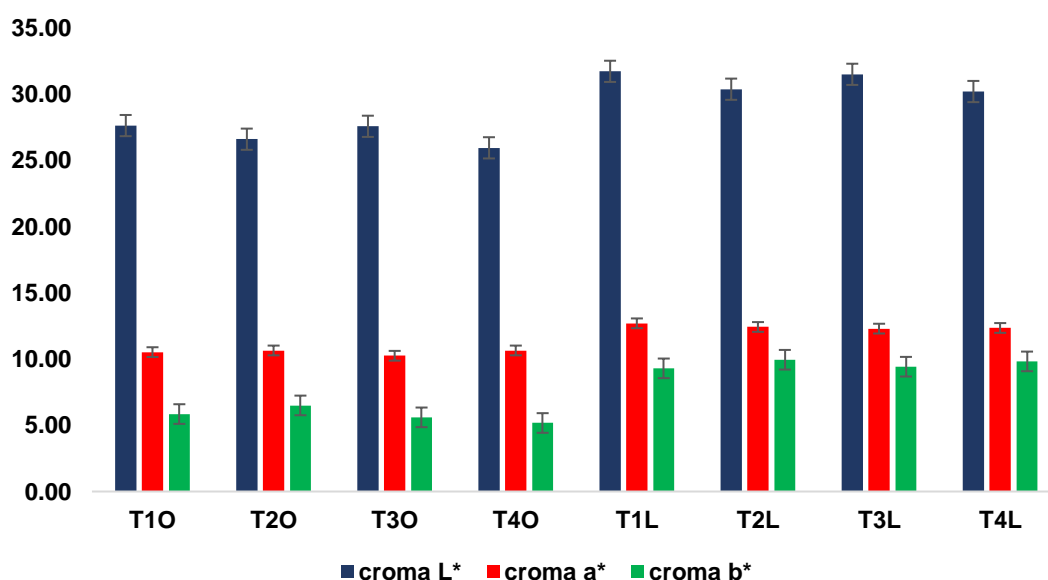


Figura 4. Parámetros del color (L*, a, b) de chocolate oscuro, con leche, aguaymanto y gongapa.

4.1.2. Cromo a^* (rojo – positivo y verde – negativo)

Según **MATHIAS-RETTIG y AH-HEN, (2014)** definieron las coordenadas colorimétricas a^* y b^* como la intensidad o pureza espectral del color, en conjunto representan la cromaticidad y forman un plano perpendicular a la coordenada L^* . En el Cuadro 2 y Figura 4 se presenta los resultados del croma a^* observamos que existe diferencia estadística significativa (A - IIIb), en los chocolates oscuros, al efectuar la prueba de Tukey tuvieron el mayor croma los chocolates oscuros con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y el chocolate oscuro y con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa, un croma a^* positivo representa gama de rojo con incidencia de verde, el resultado fue muy similar a lo reportado por **PRASEPTIANGGA et al. (2019)** en chocolates oscuro con inclusión de canela encontraron valores de $a^* = 8,63 \pm 0,08 - 8,02 \pm 0,20$ y **HINNEH et al. (2019)^b** en chocolates refinados con dos tipos de molinos obtuvieron valores de $a^* = 12,7 \pm 0,2 - 10,06 \pm 0,3$.

Para los resultados del chocolate con leche con inclusión de aguaymanto y gongapa no existió diferencia significativa (A - IVb), el valor varió entre $12,30 \pm 0,15$ a $12,70 \pm 0,14$. Pero se observa que los valores del croma a^* en los chocolates con leche fueron superior al chocolate oscuro, esto se debe a que los valores de los sólidos de cacao fueron menor que el chocolate oscuro ya que fue remplazado con leche, Al respecto **HINNEH et al. (2019)^b** indica que los valores de cromaticidad se ven influenciados con la formulación especialmente por la adición de sólidos (azúcar, leche, frutas, etc.) porque genera un efecto de dilución con la intensidad del color en los chocolate. Así mismo, la disminución

del porcentaje de licor de cacao en los chocolates con leche provoca la disminución del color marrón oscuro dando un color marrón, color característico del chocolate con leche, por ende, el valor del croma a^* también aumenta (**DE JESUS SILVA et al., 2020**). Del mismo modo, **BARIŠIĆ et al. (2019)** indican que en chocolates con extractos de mora liofilizado aumentan las proantocianidinas aumentando el tono rojo de los chocolates blancos.

4.1.3. Croma b^* (amarillo – positivo y azul– negativo)

Los resultados del croma b^* en los chocolates oscuros con inclusión de aguaymanto y gongapa (Cuadro 2 y Figura 4), tuvieron diferencia estadística ($p \leq 0,05$) (A - IIIc), el mayor croma fue para los chocolates oscuros con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto ($6,50 \pm 0,12$), como se sabe el croma b^* positivo indica la presencia del color amarillo, esto puede deberse a que el aguaymanto es de color amarillo – naranja , al respecto **ETZBACH et al. (2018)** indican que el aguaymanto, es un fruto en forma de bayas que presentan el color amarillo - naranja, ricos en fuentes de metabolitos secundarios como: α , β caroteno y luteínas con alta actividad en provitamina A. Así mismo, es sabido que el tamaño de partícula afecta la dispersión de la luz, **SAPUTRO et al. (2016)** indican que el color de un chocolate está relacionado con la uniformidad, suavidad y aspereza de la superficie, diferentes niveles superficiales causa dispersión de la luz en el momento de la medición (visual y colorímetro). El menor valor de croma b^* presentó el chocolate oscuro con tamaño de partícula de 16 - 20 μm e inclusión de gongapa, esto indica que hubo menor tonalidad de amarillo, pero hubo mayor tonalidad de azul – oscuro

tendiendo a púrpura, se debe a la inclusión de la gongapa fruto nativo que pertenece a la familia *Ericaceae*, clasificados dentro de las berries (vayas) como los blueberry (arándanos) (**ZAPATA et al., 2019**). El nombre común es “Aguas” o “mortiño” y distribuido ampliamente en las regiones andinas de Perú, Ecuador, Jamaica, Colombia y Venezuela, en estado de madurez exhiben color púrpura **QUINTERO-QUIROZ et al., (2019)**. También se observa que hay diferencias entre los tamaños de partículas para los valores de b^* , de acuerdo con **MUHAMMAD et al. (2018)** indican que la forma como está distribuido los tamaños de partícula influye directamente en la calidad en términos de finura (sensación en la boca, dureza y el color).

Los resultados del croma b^* de los chocolates con leche elaborados no presentaron diferencia estadística ($p \leq 0,05$) (A - IVc) el rango de la media varió entre $9,30 \pm 0,15$ a $9,95 \pm 0,33$, se puede observar que los chocolates con leche mostraron medias significativas más altas que los chocolates oscuros, esta observación concuerda con los valores promedios encontrados por **CHIRE-FAJARDO et al. (2017)** evaluados en, chocolates oscuros fue $b^* = 1,22$ y con leche $b^* = 8,69$. Así mismo están dentro del rango de los valores encontrados por **BRIONES et al. (2006)** en diferentes marcas comerciales de chocolates con leche que fueron de $b^* = 7 \pm 0,28 - 10 \pm 0,06$.

4.2. Evaluación sensorial del chocolate oscuro y con leche con diferente tamaño de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa

4.2.1. Evaluación sensorial para el chocolate oscuro

La evaluación sensorial en los chocolates es una herramienta utilizada con la finalidad de crear encuestas considerando las necesidades del mercado, cuando se busca la mejora en la calidad y desarrollo de nuevos productos, se utiliza una escala hedónica y se basa en las preferencias o disgusto del evaluador (**HANDIATI et al., 2019**). El Cuadro 3 y Figura 5, muestra los promedios del análisis sensorial de cada uno de los atributos. En la figura se presenta los resultados del perfil sensorial del análisis descriptivo cuantitativo (DQA), donde el valor cero está en el centro de la escala y la intensidad se expande hacia los extremos, los promedios son graficados en cada eje y se realiza la conexión entre puntos.

El tamaño de las partículas no afectó el **atributo brillo** porque no hubo diferencia significativa ($p \geq 0,05$) (A-Va), los resultados de los promedios estuvieron en el rango de $3,47 \pm 0,13$ para los chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y los chocolate oscuros con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa $3,27 \pm 0,12$, que corresponde a un calificativo “aceptable”, es decir tuvo buena aceptación de parte los panelistas; de acuerdo con **ABDUL HALIM et al. (2019)** mencionan que un chocolate excepcional debe tener un aspecto brillante, con color marrón y que proporcione influencia desde la primera percepción del consumidor; también **KIUMARSI et al. (2020)**, indican que el brillo influye positivamente en la aceptación del consumidor ya que las características físicas tienen relevancia en

la apariencia del chocolate. Numéricamente el promedio menor lo obtuvo el chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa, según **BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al. (2012)**, indicaron que la adición de los extractos de las hojas de frambuesas liofilizadas al chocolate oscuro y leche afectaron significativamente el brillo en la superficie.

El atributo **superficie**, no muestra diferencia estadística significativa ($p \geq 0,05$) según el Cuadro 3 (A-Vb), los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 10-15 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa y los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-10 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto mostraron valores muy similares entre ellos de ($3,40 \pm 0,13$) y fueron superiores al chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa ($3,27 \pm 0,12$) calificados como “deseable”. El chocolate oscuro en su formulación tuvo 65% de licor de cacao y 5 % de mantaca de cacao lo que posiblemente influyo para que los chocolates tengan una superficie deseable. Al respecto **SIM et al. (2016)** menciona que la manteca influye en la superficie microestructural de los chocolates, presentando morfologías homogéneas entre los sólidos de cacao y cristales de azúcar están bien incorporados dentro de la matriz de la grasa y esto se logra durante el conchado porque las partículas sólidas se cubren de grasa presentando un producto homogéneo. **DE PELSMAEKER et al. (2019)** citaron que la superficie está relacionada con la apariencia general, la rugosidad de la superficie y la dureza que en relaciona con la sensibilidad del tacto o lengua.

Para el atributo **rotura** no hubo diferencia estadística significativa ($p \geq 0, 05$) (A– Vc) con respecto al tamaño de partículas, los mayores puntajes

fueron para los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\varnothing_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa. Al respecto (**CHIRE-FAJARDO *et al.*, 2019**) la dureza está relacionado sensorialmente con la rotura o el sonido al fracturarse los chocolates y esto es el resultado de una buena formulación, atemperado y enfriamiento, este valor es mejor en chocolates oscuros que los de leche. Así mismo **ABDUL HALIM *et al.* (2019)** indicaron que la rotura es una característica muy deseable en la percepción del consumidor, se logra con un buen atemperado del chocolate juntamente con el brillo, textura y fusión. Los cambios polimórficos de la manteca de cacao (formas γ , α , β y β' o numeración romana del I – VI), se da por los cambios de fusión en el atemperado, y se forma cristales estables a la fusión entre 32 -34 °C que son esenciales para tener buena rotura y sensación en la boca (**BISWAS *et al.*, 2017**).

Cuadro 3. Perfil sensorial del chocolate oscuro, con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

Muestras	Chocolate oscuro con aguaymanto		Chocolate oscuro con gongapa		
	10 - 15	16 - 20	10 – 15	16 - 20	
	T1O	T2O	T3O	T4O	
Tamaño de partícula(μm) tratamiento					
Atributos	Brillo	3,40 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a	3,27 \pm 0,12 ^a
	Superficie	3,40 \pm 0,13 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a	3,27 \pm 0,12 ^a
	Rotura	3,40 \pm 0,13 ^a	3,60 \pm 0,13 ^a	3,53 \pm 0,13 ^a	3,60 \pm 0,13 ^a
	Fusión	3,33 \pm 0,13 ^a	3,27 \pm 0,12 ^{ab}	3,40 \pm 0,13 ^a	2,87 \pm 0,09 ^b
	Arenosidad	3,73 \pm 0,12 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a	3,73 \pm 0,12 ^a	3,60 \pm 0,13 ^a
	Olor	3,13 \pm 0,09 ^a	3,27 \pm 0,12 ^a	3,07 \pm 0,07 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a
	Aromas a frutas	2,27 \pm 0,12 ^b	2,67 \pm 0,11 ^{ab}	2,73 \pm 0,12 ^a	2,87 \pm 0,09 ^a
	Retrogusto	3,20 \pm 0,11 ^{ab}	3,27 \pm 0,12 ^a	3,33 \pm 0,13 ^a	2,80 \pm 0,11 ^b
	Dulzor	3,33 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a
	Sensación en la boca	3,27 \pm 0,12 ^a	3,20 \pm 0,11 ^{ab}	2,80 \pm 0,11 ^{bc}	2,73 \pm 0,12 ^c
	Amargura	3,47 \pm 0,13 ^a	3,40 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a	3,47 \pm 0,13 ^a
	Astringencia	3,67 \pm 0,13 ^a	3,60 \pm 0,13 ^a	3,60 \pm 0,13 ^a	2,67 \pm 0,13 ^b

Los valores representan (promedio \pm error estándar) repeticiones (n=3) valores de una misma fila con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

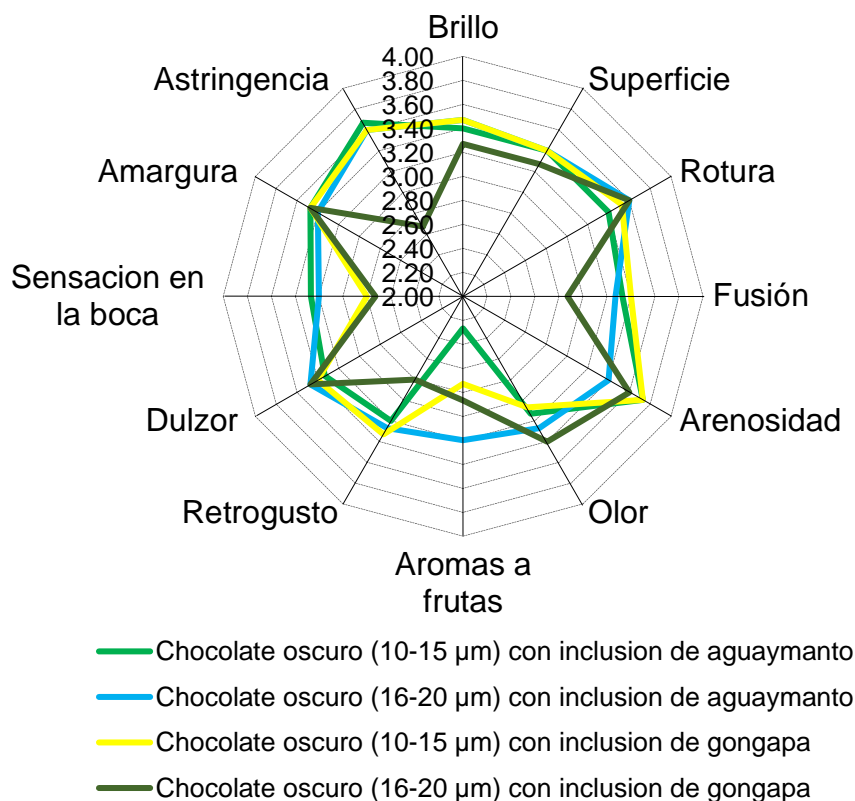


Figura 5. Perfil sensorial del chocolate oscuro con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa

El **atributo fusión** presentó diferencia estadística significativa respecto al tamaño de partículas ($p \leq 0,05$) (A-Vd), los mayores valores lo presentaron los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\varnothing_P = 10-15 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa, calificados con fusión “deseable” Cuadro 3 y Figura 5. Según **TOKER et al. (2019)^a** citó que el atributo fusión en los chocolates oscuros se percibe de acuerdo con el nivel de derretimiento, cuando se tiene en contacto con la mano por 30 s. **HINNEH et al. (2019)^a** indica que este

atributo se ve influenciado por la composición de la grasa o el tipo de ácido graso de la manteca de cacao.

La **arenosidad** en los chocolates oscuros, no presentó diferencia estadística ($p \geq 0,05$) y (A- Ve), el puntaje fluctuó entre $3,73 \pm 0,12$ (tamaño de partícula de $10 - 15 \mu\text{m}$) a $3,40 \pm 0,13$ (tamaño de partícula de $16 - 20 \mu\text{m}$) con calificativo “muy deseable a deseable” Cuadro 3 y Figura 5, según **HINNEH et al. (2020)**, con tamaños de partículas superiores a los $30 \mu\text{m}$, tienden a percibir una sensación arenosa en la boca, **LONČAREVIĆ et al. (2019)** concluyeron la textura arenosa se siente, al probar las muestras de los chocolates lo que permite aceptar o rechazar la muestras.

El atributo **olor** no mostro diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) (A-Vf) respecto al tamaño de partículas, el valor mayor lo presento el chocolate oscuro con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 16 - 20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa con $3,40 \pm 0,13$ puntos, y el menor fue para el chocolate oscuro con tamaño de partícula de ($\emptyset_P = 10 - 15 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa $3,07 \pm 0,07$ puntos, ambos fueron calificados como “aceptable” por los panelistas. En estudios realizados por **APROTOSOAIE et al. (2016)** citaron más de 600 compuestos diferentes en el olor del cacao y chocolates entre ellos alcoholes (2-feniletanol), ácidos carboxílicos (producidos en la fermentación), aldehídos, cetonas (la acetofenona determina notas dulces y florales), esterres y pirazinas (como volátiles heterocíclicos compuesto clave en el olor y aroma del cacao).

Según los resultados del atributo **aromas a frutas**, que presenta el Cuadro 3 y Figura 5, se observa que hay diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) (A - Vg). Los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($10 - 15$; 16

- 20 μm) e inclusión de aguaymanto presentaron valores entre ($2,27 \pm 0,12$ - $2,67 \pm 0,11$) respectivamente calificados como “tolerable” que fueron menores a los chocolates oscuros con tamaño de partícula (15 - 20; 16 - 20 μm) elaborados con inclusión de gongapa ($2,73 \pm 0,12$ - $2,87 \pm 0,09$) respectivamente. Con respecto a la inclusión del aguaymanto **PEÑA et al., (2013)** reportaron en estado fresco y en almacenamiento como descriptor sensorial afrutado y floral. Así mismo, **GUTIÉRREZ et al. (2010)** como resultado del análisis cromatográfico de componentes volátiles activos olfativos calificó al aguaymanto como una fruta que presenta aromas suaves porque presentó bajo factor de dilución (2 -256). Esto podría ser la razón porque en el chocolate con aguaymanto no se resaltó el aroma frutado. Para el caso de inclusión con gongapa el atributo aroma a frutas presentó mejor calificación esto puede deber a lo reportado por **BERNAL-ROA y DÍAZ-MORENO, (2014)** que indicó que la gongapa es un fruto muy apreciado y atractivo por sus características sensoriales de aroma y color. Análogamente **ÁVILA RODRÍGUEZ et al., (2007)** en un análisis de frutos frescos obtuvieron buena aceptación sensorial tanto en apariencia, aroma, sabor y textura.

En general, el atributo aroma a frutas tuvo puntaje bajo calificados como “tolerable” puede deberse al proceso de conchado, operación que permite alcanzar la formación de aroma y sabor final (**TOKER et al., 2019^a**). También puede haber afectado el tipo licor preparado ya que este atributo es muy marcado en cacao finos de aroma tal como lo indica **CONDORI et al. (2014)** un cacao fino se caracteriza por la presencia de notas de aroma especial como el frutal.

El atributo **retrogusto** se define, como el sabor que se queda después de haber probado un chocolate al realizar el análisis sensorial, está influenciado por el tiempo de almacenamiento, cantidad de productos añadidos como: frutos secos, liofilizados, extractos, mantecas y otros, (**LONČAREVIĆ et al., 2019**). Según el Cuadro 3 y Figura 5 se observaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) (A-Vh), al realizar la prueba de Tukey se observaron que la mejor media lo presentó el chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P=10-15 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa con $3,33 \pm 0,13$ puntos, calificado como “adecuado”, para el aguaymanto y gongapa se consideró 12 % de adición de fruta. **BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al. (2012)** encontró que el atributo retrogustos en chocolates oscuros enriquecidos fue influenciado por la cantidad añadida y tipo de chocolate que se elabora. Así mismo, **JAHANGIR et al. (2018)** indicaron que en chocolates oscuros elaborados con canela en polvo con 0, 5 y 1 % mostraron diferencias significativas alterando al atributo retrogusto.

El **dulzor**, no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p \geq 0,05$) (A– Vi) numéricamente la mejor dulzura lo presentaron los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa calificados como “adecuados” Cuadro 3 y Figura 5. Al respecto, **HANDIATI et al., (2019)** indican que la dulzura de los chocolates es debido a la presencia de compuestos inorgánicos alifáticos que contienen grupos OH (alcohol), algunos aminoácidos, aldehídos y glicerol originada principalmente por los azúcares. Los chocolates amargos deben tener un balance con la adición de frutas, se puede resaltar el dulzor o disminuir como lo demuestra **LONČAREVIĆ et al. (2019)** cuando adicionó extracto de té verde a

los chocolates blancos reduce significativamente el dulzor en relación con la cantidad añadida.

La **sensación en la boca** (Cuadro 3, Figura 5), presentó diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) (A - Vj) entre los tratamientos, al realizar la prueba de Tukey se observó que el chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P=10-15$ y $16-20 \mu\text{m}$) ambos con inclusión de aguaymanto con valores de $3,27 \pm 0,12$ y $3,20 \pm 0,11$ fueron superiores al puntaje de los chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P=10-15$ y $16-20 \mu\text{m}$) ambos con inclusión de gongapa y valores de $2,80 \pm 0,11$ y $2,73 \pm 0,12$) respectivamente, pero todos fueron calificados como “deseables”. La sensación en la boca está relacionada con textura del chocolate y se evalúa mediante la boca y el tacto en términos de pegajosidad, granulosis, sequedad, cremosidad y revestimiento (**DE PELSMAEKER et al. 2019**). La inclusión de frutas en chocolates debe estar adecuado con la finalidad de no afectar el atributo de sensación en la boca, al respecto **BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al. (2012)** indicaron que los chocolates oscuros enriquecidos con 3% de extracto de hojas frambueso influyeron negativamente sobre el atributo sensación en la boca.

El análisis de la **amargura** no demostró diferencias estadísticas significativas (A - Vk.) el calificativo varió entre $3,47 \pm 0,13$ a $3,40 \pm 0,13$ puntos calificados como “adecuados”, la amargura en los chocolates oscuros puede darse por la adición de frutos cítricos, el aguaymanto tiene un sabor poco ácido tal como lo indica **ETZBACH et al. (2018)**. Así mismo **THAMKE et al. (2009)** citaron que los descriptores sensoriales relacionados con las frutas cítricas como el limón, ciruela y los afrutados están asociados dentro del atributo amargo

La **astringencia** es un defecto de percepción sensorial que se detecta entre la lengua y el paladar o en la parte posterior de los dientes frontales, está relacionado con la producción de saliva y asociado con una sensación en la boca seca y fruncida (**HINNEH et al. 2020**). Este atributo presentó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$) (A - VI) entre los diferentes frutos incluidos, mientras que en los chocolates oscuros contamaños de partícula e inclusión de aguaymanto y gongapa no se percibió diferencias ya que el puntaje varió entre $3,60 \pm 0,1$ a $3,67 \pm 0,1$ calificados como “deseable”. Según **EMBABY y MOKHTAR, (2019)** indicaron que el aguaymanto es un fruto con buenas características sensoriales (10 – 16 ° Brix, pH 3,6 - 3,8) alcanzando un buen equilibrio de dulzor y acidez en la inclusión de algunos jugos de frutas y vegetales. Mientras que **NOVOA et al. (2006)** mencionaron que durante el secado del aguaymanto la acidez decrece, pero los azúcares aumentan a medida que se concentra los sólidos solubles. Estos atributos podrían haber contrarrestado el amargor del licor de cacao en los chocolates. Así mismo, la astringencia en el chocolate se debe a la presencia de los polifenoles en los granos del cacao (**RUÍZ et al., 2015**).

El chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\varnothing_P = 16-20\mu\text{m}$) e inclusión de gongapa al 12 %, lo cual presentó el menor puntaje $2,67 \pm 0,1$ calificado como “tolerable”. **LIN et al., (2020)** indicaron que la astringencia, es una sensación inducida por compuesto de proteínas ricas en prolina con taninos y compuestos fenólicos, los mismos que están correlacionados con el estado de madurez por los arándanos. Por otro lado, la gongapa podría haber influenciado negativamente en la astringencia del chocolate dando valores bajos. Esto puede

ser explicado por **GARZÓN et al., (2010)** que el *Vaccinium meridionale* L., presentó acidez titulable $1,35 \pm 0,20$, sólidos solubles totales 7,00, la alta acidez titulable en relación con la baja cantidad de sólidos solubles totales tiene un efecto bajo entre azúcar/acido ($5,27 \pm 0,70$).

4.2.2. Correlación entre los atributos de catación de los chocolates oscuros

El Cuadro 4 muestra la matriz de correlación entre cada uno de los atributos sensoriales de los chocolates oscuros con diferentes tamaños de partículas ($\varnothing_P = 10-15 ; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa., el atributo **brillo** presento una correlación alta positiva con los atributos **superficie, fusión, retrogusto y astringencia** (0,94; 0,92; 0,98 y 0,91) respectivamente., **AFOAKWA, (2016)^d** encontró una alta correlación entre brillo y la fusión 0,71 a 0,96 por tanto una variación en los atributos texturales (fusión) en los chocolates oscuros puede predecir el color (apariencia) del chocolate terminado. El brillo, responde a un atributo muy importante de calidad y se relaciona positivamente con el acabado, composición, la apariencia y morfología superficial del chocolate., esta depende al mismo tiempo de los compontes difusos y especulares de la luz incidente en la superficie, en consecuencia, a más brillantes superficial responde mayor reflectancia especular (**BRIONES et al., 2006**).

El atributo **superficie** se correlaciono positivamente con **fusión, retrogusto y astringencia** (0,97; 0,98; 1,0) respectivamente. Al respecto **DE PELSMAEKER et al. (2019)** indica que el comportamiento del atributo fusión

depende de las propiedades texturales (cohesión, consistencia, dureza, etc.). Así mismo, debemos indicar que los chocolates incluyeron frutas deshidratadas, en ello la gongapa es un tipo de baya que en su estado maduro presentan sabores ácidos, con características astringentes y tonos afrutados **ZAPATA et al. (2019)**. Así mismo, el perfil sensorial gustativo en el aguaymanto presentó descriptores: ácido, amargo, astringente, floral y cítrico (**PEÑA et al., 2013**).

Cuadro 4. Análisis de Matriz de correlación/coeficientes–atributos sensoriales de chocolate oscuro.

	Brillo	Superficie	Rotura	Fusión	Arenosidad	Olor	Aromas a frutas	Retrogusto	Dulzor	Sensación en la boca	Amargura	Astringencia
Brillo	1,00											
Superficie	0,94	1,00										
Rotura	-0,16	-0,48	1,00									
Fusión	0,92	0,97	-0,52	1,00								
Arenosidad	-0,11	0,06	-0,70	0,25	1,00							
Olor	-0,73	-0,82	0,67	-0,92	-0,59	1,00						
Aromas a frutas	-0,29	-0,61	0,91	-0,56	-0,35	0,55	1,00					
Retrogusto	0,98	0,98	-0,33	0,98	0,05	-0,83	-0,43	1,00				
Dulzor	-0,23	-0,52	0,99	-0,60	-0,77	0,76	0,86	-0,41	1,00			
Sensación en la boca	0,45	0,66	-0,52	0,50	-0,24	-0,27	-0,82	0,49	-0,43	1,00		
Amargura	-0,48	-0,33	-0,48	-0,15	0,92	-0,24	-0,09	-0,33	-0,52	-0,49	1,00	
Astringencia	0,91	1,00	-0,53	0,97	0,10	-0,83	-0,66	0,96	-0,57	0,69	-0,30	1,00

En los resultados se encontró una correlación negativa muy alta (-0,92) entre **fusión – olor**, a pesar de que tuvo la inclusión de frutas deshidratadas, este mismo comportamiento encontró **MUHAMMAD et al. (2018)** en chocolates con partículas de canela se mejoró las propiedades bioactivas; pero, se afectó significativamente en los perfiles de fusión, sensoriales, reológicos y superficiales.

La **arenosidad** vs la **amargura** tuvieron una correlación de 0,92, la evaluación de la arenosidad se relaciona con la textura, esta se percibe como aspereza cuando la muestra se siente entre la lengua y el paladar (**BUI y COAD, 2014**), cuando las partículas son ($> 30 \mu\text{m}$) en los chocolates se genera una textura desagradable, conocidos como defectos en arenosidad que implica dificultades para comer, una deficiente en la fusión y dureza (**KONAR et al., 2014**). Por otro lado, en el chocolate se consideró tamaños de partícula con un diámetro entre 10 a 20 μm , esto es importante porque un buen refinado y conchado permite obtener una textura suave y deseable con arenosidad indetectable por la lengua, implica la eliminación de vapor de agua, sustancias amargar y sabores indeseables que se da gracias a un mezclado continuo, aireación y agitación (**TAN y BALASUBRAMANIAN, 2017**).

Los atributos **aroma a frutas** con **astringencia** tuvieron una correlacionaron negativamente (- 0,66), esto indica que si el aroma a fruta aumenta la astringencia disminuye. El resultado concuerda con **LUNA et al. (2002)** quien reportó una correlación de -0,69 e indica que la astringencia y la amargura están muy relaciones con los polifenoles y este tiene un efecto enmascarante para el sabor y olor afrutado. Así mismos, se sabe que en los chocolates oscuros la astringencia está comprendida por el componente no volátil y está asociado con los polifenoles y alcaloides presentes en el cacao (**HINNEH et al., 2020**). Del mismo modo **GIBSON y NEWSHAM, (2018)** en un chocolate premium (70 % sólidos de cacao por peso) notaron la intensidad del sabor en el chocolate y repercutió en la sensación de amargura y astringencia.

El **dulzor con amargura** presentó una correlación negativa (-0,52), y **dulzor astringencia** (-0,57) cabe aclarar que el chocolate elaborado tiene 65 % de licor de cacao lo que permite tener menor dulzor, se sabe que los compuestos fenólicos en los chocolates se correlacionan positivamente con respecto a los atributos de amargura y astringencia, la correlación encontrada fue -0,94 en chocolates oscuros en diferentes cultivares (**LEITE *et al.*, 2013**). Según **BELŠČAK-CVITANOVIĆ *et al.*, (2015^b)** indican que los criterios de calificación para la **amargura** dependerán de cada panelista, algunos prefieren que el chocolate oscuro presente algo de amargura y otros nada.

4.2.3. Análisis de componentes principales de los atributos de catación de chocolates oscuros.

En la Figura 6 y (A – Vm) se presenta los resultados del comportamiento del biplot del análisis de componentes principales (ACP) en donde se muestran las relaciones de los chocolates oscuros con diferentes tamaños de partículas ($\emptyset_P = 10-15 ; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa en relación con sus atributos sensoriales. Según **HINNEH *et al.* (2020)** el ACP se construye con la finalidad de simplificar las dimensiones del espacio de una matriz que tienen muchos datos, obteniendo una pérdida mínima en la variación. También permite ver cómo las diferencias en las intensidades de los atributos explican las variaciones entre los diferentes tipos chocolates (**THAMKE *et al.*, 2009**).

Los resultados del ACP se dividen en dos dimensiones y explican la varianza general en un 87,9 % de la variabilidad total de los datos entre los (CP1

y CP2). En el CP1 (60,4%) se observan que el atributo arenosidad resaltó en los chocolates oscuros con tamaño de partícula 10-15 μm e inclusión aguaymanto y gongapa, además estuvieron ligeramente asociados a los atributos de olor, aroma frutas, dulzor y rotura concordando con la calificación de los evaluadores. Al respecto **QUIÑONES-MUÑOS *et al.* (2011)** indican que la distribución del tamaño de las partículas en los chocolates, afectan las propiedades reológicas y texturales (fusión, sensación en la boca, superficie y retrogusto). Esto concuerda con los estudios de **BECKETT *et al.* (2000)** mencionan que las partículas más finas del chocolate (8,5 μm) inducen sensaciones de pastosidad y pegajosidad, aumentan el esfuerzo necesario para disolverlo en la boca, estos provocan que la percepción de dulzura en los chocolates sea mejor. En este grupo se resalta la arenosidad esto puede ser debido a la inclusión del aguaymanto y gongapa., pero no al chocolate en sí, esto concuerda con los estudios de **KOMES *et al.* (2013)** quienes incluyeron frutos secos (pasas de ciruela, papaya, albaricoque, pasas y arándanos) en los chocolates oscuros y leche, los cuales tuvieron efectos positivos y negativos, determinando que la aceptabilidad general se ve influenciado por el tipo de fruta y el tipo de chocolate empleado. Igualmente, **FERREIRA *et al.* (2017)** encontraron que la adición de extractos de frambuesa roja en los chocolates oscuros, y leche impacto negativamente a la percepción sensorial del aroma y redujo las puntuaciones de sabor y dulzura.

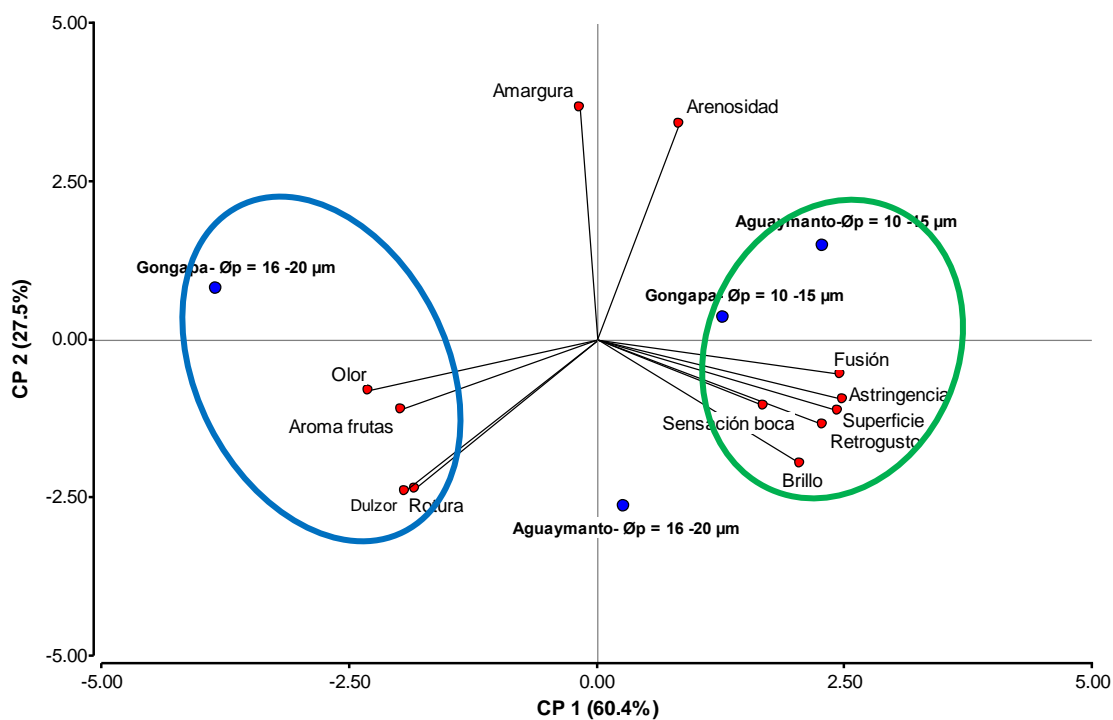


Figura 6. Comportamiento del biplot de la evaluación sensorial en chocolate oscuro con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

En el CP2 (27,5%) se observa que sobresale el atributo amargura y se asocia al chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\text{Ø}_P = 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa, según **BECKETT et al. (2000)** las partículas grandes ($17,5 \mu\text{m}$) fácilmente son desprendidos en la boca percibiéndose más fácil la arenosidad. La amargura se resaltó en este chocolate esto puede deberse a que la gongapa es una baya comestible con sabor astringente y ácido con una alta capacidad antioxidante y variedades de compuestos bioactivos fenólicos (**GARZÓN et al., 2020**).

4.2.4. Dendograma de los atributos de catación de los chocolates oscuros

Según el análisis del dendograma se puede apreciar que se separan en dos grupos principales (Figura 7) el primer grupo considera solo al chocolate oscuro con tamaño de partícula (16-20 μm) e inclusión de gongapa, los atributos mejor calificados fueron olor, aromas a frutas, dulzor, rotura y astringencia y representa el 33,3% de las calificaciones positivas. Así mismo se sabe que la astringencia, podría haber afectado la preferencia del chocolate con gongapa, al respecto **MIRKOVIĆ *et al.*, (2018)** indicaron que los ácidos volátiles y polifenoles son responsables de la astringencia en los chocolates y **MISNAWI *et al.* (2004)** informaron el incremento de polifenoles en licor de cacao disminuye el sabor e incrementa la astringencia y el amargor en el licor de cacao.

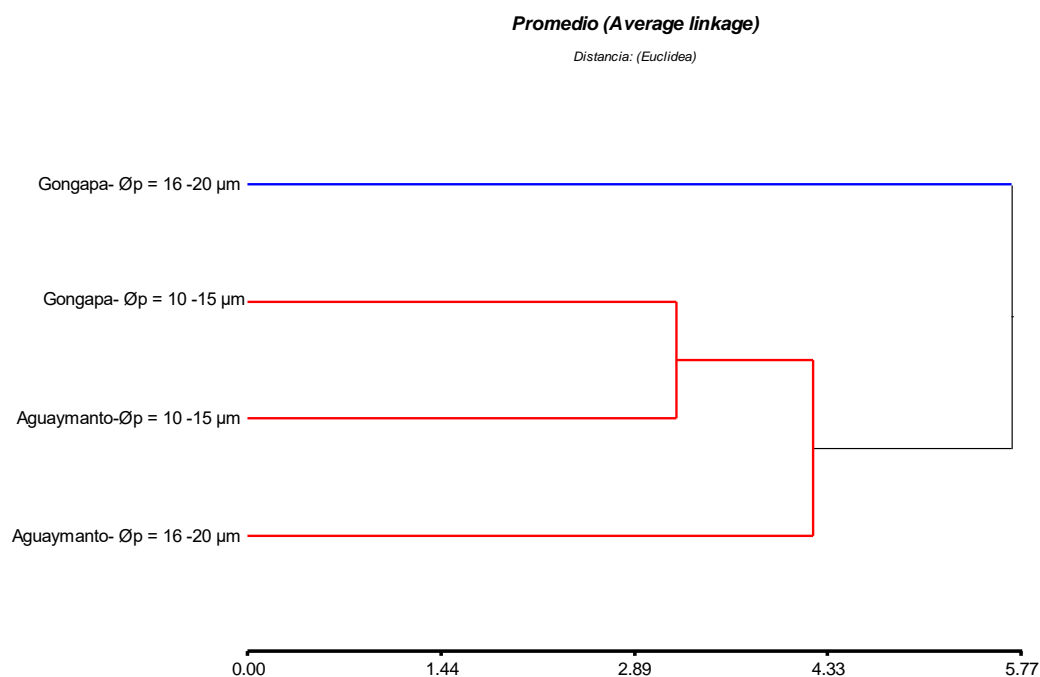


Figura 7. Representación del análisis de conglomerados de chocolate oscuro

El segundo grupo está conformado por los chocolates oscuros con tamaño de partícula entre ($\emptyset_P = 10-15 \mu\text{m}$) con inclusión de aguaymanto y gongapa y el chocolate oscuro con tamaño de partícula ($\emptyset_P = 16 - 20 \mu\text{m}$) con inclusión de aguaymanto, en este grupo los atributos mejor calificados fueron brillo, sensación en la boca, retrogusto, superficie, astringencia y fusión, de los cuales el 41,7 % tuvieron alta calificaciones positivas superando en 8,4 % al primer grupo quedando este grupo como los mejores calificados respecto a los atributos mencionados.

4.2.5. Evaluación sensorial para el chocolate con leche

El atributo **brillo**, no mostró diferencia significativa ($p > 0,05$) (A -VIa), entre los tratamientos, los cuatro tratamientos tuvieron un calificativo “deseable” dentro de ellos los chocolates con leche y tamaño de partícula ($\emptyset_p = 10 -15 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa fueron mayor que los chocolates con leche y tamaño de partícula ($\emptyset_p = 16 -20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa (Cuadro 5 y Figura 8). El brillo de los chocolates es afectado por el aumento de los ingredientes en las formulaciones, y chocolates con 65 % de sólidos de cacao presentaron muy buenas características de brillo en chocolates con leche de cabra (DE JESUS SILVA *et al.*, 2020).

El atributo **superficie** (Cuadro 5 y Figura 8) en los chocolates fueron calificados como “deseables”, no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) (A -VIb). Según LONČAREVIĆ *et al.* (2018) el incremento de la concentración de mora atomizado en los chocolates blancos aumenta, la viscosidad y dureza reduciendo el brillo en la superficie del

chocolate. El atributo **Rotura** tampoco presentó diferencia estadística significativa (A - VIc) el puntaje fluctuó entre 3,33 a 3,47 puntos teniendo un calificativo de “aceptable” para todos los tratamientos. Al respecto **KADIVAR et al. (2016)** demostró que un chocolate de calidad es aquel producto que presenta una buena rotura a temperatura ambiental. De la misma manera **ROUSSEAU y SONWAI, (2008)** indicaron que el polimorfo de la manteca de cacao en el chocolate debe estar cristalizado en la forma βV , para obtener una rotura deseable y audible. El proceso de conchado también promueve el desarrollo de las propiedades textuales como la rotura debido al cubrimiento de las partículas sólidas de cacao con la manteca (**TOKER et al., 2019**)^a.

La **fusión** del chocolate no presentó diferencia estadística significativa (Cuadro 5, Figura 8 y A - VIId), pero numéricamente el mayor puntaje 3,53 corresponde a los chocolates con leche y tamaño de partícula ($\varnothing_p = 10 - 15$; $16 - 20 \mu m$) e inclusión gongapa. Como se sabe la fusión va a depender de la naturaleza de los ácidos grasos presentes, al respecto **HANDIATI et al. (2019)** indicaron que los responsables la textura suave y buena fusión en la boca y mantener la estabilidad del chocolate ($18 - 22^\circ C$), son los ácidos grasos esteárico (34 %), palmítico (27 %) y oleico (34 %).

La evaluación del atributo **arenosidad** en el chocolate con leche es muy importante porque está relacionado con el tamaño de partícula, pastosidad y pegajosidad características que no debe ser perceptible por el catador (**BOLENZ et al., 2003**). Todos los chocolates fueron calificados como “aceptable” (Cuadro 5 y A - VId) no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). Al respecto **BISWAS et al. (2017)** indicaron que las

diferentes distribuciones del tamaño de partícula influyen en la arenosidad, estas se sienten cuando las partículas del chocolate son mayores a 35 μm , en la investigación el tamaño de partícula estuvo entre $\varnothing_p = 10 - 20 \mu\text{m}$. El atributo **olor** no presento diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) (A - VI_f), los cuatro tratamientos obtuvieron un calificativo “aceptable” el valor mayor fue para los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\varnothing_p = 10 - 15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto, así como se observa en la Figura 3. Para **NURHAYATI et al. (2019)** los procesos prolongados de refinación en chocolates oscuros producirán masas más finas que permitirá que los componentes volátiles proporcionen una fuerte impresión de olor a chocolate.

El atributo **aromas a frutas** de los chocolates con leche e inclusión de frutas secas (aguaymanto y gongapa) mostraron diferencia estadística significativa (Cuadro 5 y A - VI_g), los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\varnothing_p = 10 - 15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto fueron superiores que los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\varnothing_p = 10 - 15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa. El aguaymanto, son frutos pequeños (1 - 2 cm de diámetro y masa 4 – 10 g), color naranja brillante, sabor agridulce, refrescante y con aroma agradable (**NAWIRSKA -OLSZAŃSKA et al., 2017**). Las notas aromáticas en los chocolates se forman por la presencia de compuestos químicos volátiles (aldehídos, cetonas y carbonilos) en etapa de fermentación y tostado del grano de cacao (**HANDIATI et al., 2019**). Los valores bajos con respecto a este atributo fueron con la inclusión de gongapa, se podría afirmar que es debido a la deshidratación, porque el proceso afecta negativamente las propiedades sensoriales (**CHAUHAN et al., 2011**).

Cuadro 5. Perfil sensorial del chocolate con leche, con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

Muestras	Chocolate con leche aguaymanto		Chocolate con leche gongapa		
	Tamaño de partícula (µm)	10 - 15	16 - 20	10 - 15	16 - 20
Atributos	Brillo	3,60 ± 0,13 ^a	3,40 ± 0,13 ^a	3,60 ± 0,13 ^a	3,33 ± 0,13 ^a
	Superficie	3,40 ± 0,13 ^a	3,33 ± 0,13 ^a	3,27 ± 0,12 ^a	3,53 ± 0,13 ^a
	Rotura	3,33 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a
	Fusión	3,47 ± 0,13 ^a	3,33 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a
	Arenosidad	3,53 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a	3,40 ± 0,13 ^a
	Olor	3,53 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a	3,40 ± 0,13 ^a	3,40 ± 0,13 ^a
	Aromas a frutas	3,33 ± 0,13 ^a	3,33 ± 0,13 ^a	2,80 ± 0,11 ^b	2,53 ± 0,13 ^b
	Retrogusto	3,60 ± 0,13 ^a	3,67 ± 0,13 ^a	3,53 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a
	Dulzor	3,27 ± 0,12 ^a	3,20 ± 0,12 ^a	2,60 ± 0,12 ^b	2,40 ± 0,12 ^b
	Sensación en la boca	3,47 ± 0,13 ^a	3,60 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a	3,47 ± 0,13 ^a

Los valores representan (promedio ± error estándar) repeticiones (n=3) valores de una misma fila con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

El **Retrogusto** es el descriptor que se encuentra asociado con los grupos de sabor amargo/áspero como: cacao, café y nuez (**THAMKE et al., 2009**). Los chocolates elaborados no mostraron diferencia estadística (A -VIh), pero numéricamente fue superior los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\emptyset_p = 10 -15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto frente a los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\emptyset_p = 10 -15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa. Este comportamiento puede deberse a que el aguaymanto es un fruto que presentan mayores intensidades sensoriales en los atributos: color naranja, brillo, superficie lisa, a, olor y sabor característico al fruto, sabor frutal, firmeza, textura carnosa y jugosa (**PEÑA et al., 2013**). Así mismo, se sabe que los chocolates deben ser dulce y ligeramente a cacao con un retrogusto armonioso

y arenosidad perceptible que deben derretirse tiernamente y rápido sin presentar pegajosidad en la boca (BOLENZ *et al.*, 2003).

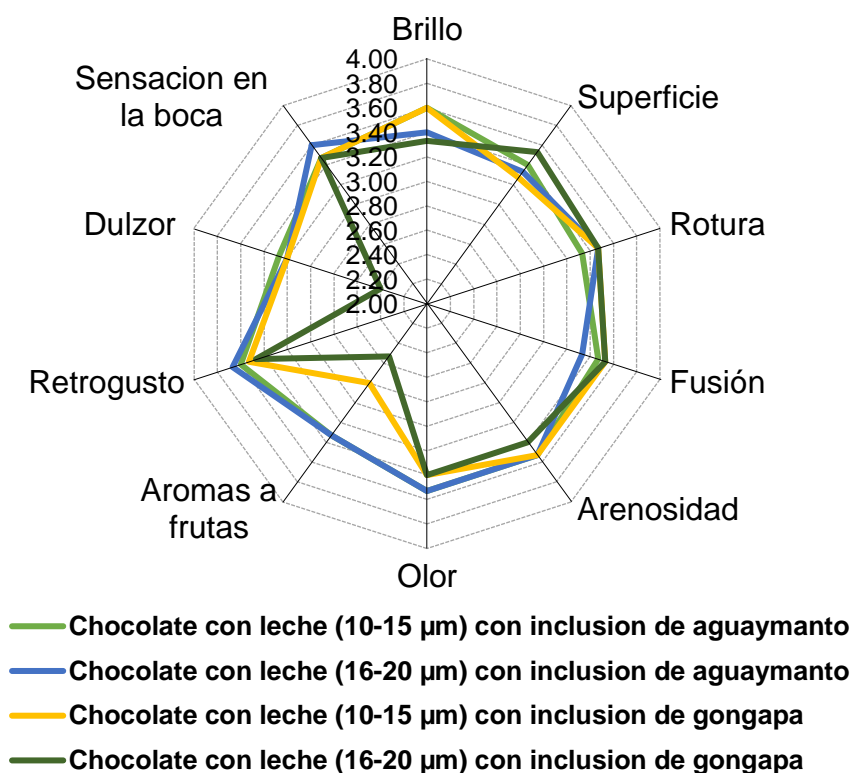


Figura 8. Perfil sensorial del chocolate con leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

El atributo **Dulzor** (Cuadro 5 y Figura 8), presentó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) (A - VI) con respecto al fruto que se incluyó en la formulación, pero no con respecto al tamaño de partícula. Los mayores puntajes 3,2 fueron para los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\varnothing_p=10-15$; 16-20 μm) e inclusión de aguaymanto, con una calificación

“aceptable” comparado a los chocolates con leche y tamaño de partícula entre ($\emptyset_p=10-15$; $16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa, que fueron calificados como “tolerable”. En la elaboración del chocolate con leche se consideró en la formulación 45,5 % de azúcar, ingrediente que posiblemente haya influenciado en el dulzor, además **BAZALAR-PEREDA et al. (2020)** indica el aguaymanto es un fruto con buena acidez, pero la adición de azúcar enmascara este atributo. Por otra parte, los chocolates con inclusión de gongapa tuvo menor calificativo **LLIVISACA et al., (2018)** indicaron que las plantas el género *vaccinium ssp.*, se desarrolla en las sierras andinas, que produce frutas dulces con sabor agradable y alto contenido de polifenoles lo que posiblemente haya afectado en el dulzor del chocolate.

La **sensación en la boca**, no presento diferencia estadística significativa ($p>0,05$) (A -Vlj), vale mencionar que la inclusión del aguaymanto, gongapa y el tamaño de partícula comprendido entre $\emptyset_p=10-20 \mu\text{m}$, no afectaron este atributo todas las muestras fueron calificadas como “aceptable”. Al respecto **BISWAS et al. (2017)** y **HINNEH et al. (2020)** indicaron que la sensación en la boca es perceptible por el panelista si es que los chocolates superan los $35 \mu\text{m}$ de tamaño de partícula. Así mismo, cabe aclarar que todos los chocolates fueron elaborados con 19,5% de manteca de cacao, al respecto **AFOAKWA et al. (2008)^a** indica que la manteca de cacao es un elemento central que influirá directamente en la sensación de la boca, así como en las propiedades de fusión.

4.2.6. Correlación entre los atributos de catación de los chocolates con leche

El Cuadro 6 muestra la matriz de correlación entre cada uno de los atributos sensoriales de los chocolates con leche y diferentes tamaños de partículas ($\emptyset_P = 10-15 ; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa., el atributo **fusión** presento una correlación alta negativa con los atributos, **retrogusto y sensación en la boca** (-0,92; -0,95) respectivamente, estos resultados concuerdan con los estudios de **ROSALES et al. (2018)** donde encontraron que la sensación en la boca y la velocidad de fusión se correlacionaron negativamente -0,876 indicando que la adición de productos a la mezcla del chocolate tendrá un efecto en el comportamiento de la fusión de la grasa y del producto final. así mismo **AFOAKWA, (2008)^a** mencionaron si la velocidad de fusión del chocolate en la boca es rápida los sabores se detectará de inmediato debido a que la percepción del sabor depende de la velocidad con que los componentes lleguen a los receptores de la boca y nariz.

De la misma manera el atributo **olor** correlaciono positivamente con **aromas a frutas y dulzor** (0,96; 0,98) respectivamente. Según los estudios de **ROCHA et al. (2017)** se sabe que los olores claves presentes en los granos de cacao para producir chocolates son los que se forman después del tostado a partir de la reacción de degradación Strecker. Por su parte **AUGUSTO et al. (2019)** indicaron que los compuestos aromáticos y dulces en los chocolates con inclusiones de açai liofilizadas y atomizadas fueron determinados mediante la percepción olfativa de los aromas a menudo relacionados con el atributo dulzor,

de manera que los chocolates secados por atomización de açai presentaron mayores puntajes en aroma dulce y dulzura.

Cuadro 6. Análisis de Matriz de correlación de atributos sensoriales de chocolate con leche, diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

	Brillo	Superficie	Rotura	Fusión	Arenosidad	Olor	Aromas a frutas	Retrogusto	Dulzor	Sensación
Brillo	1,00									
Superficie	-0,62	1								
Rotura	-0,56	-0,1	1							
Fusión	0,24	0,3	-0,04	1						
Arenosidad	0,73	-0,88	-0,33	-0,46	1					
Olor	0,15	-0,18	-0,58	-0,8	0,58	1				
Aromas a frutas	0,36	-0,44	-0,55	-0,76	0,78	0,96	1			
Retrogusto	0,16	-0,52	-0,25	-0,92	0,75	0,9	0,94	1		
Dulzor	0,33	-0,34	-0,62	-0,74	0,72	0,98	0,99	0,91	1	
Sensación en la boca	-0,40	-0,31	0,33	-0,95	0,33	0,58	0,55	0,76	0,51	1

El atributo **aromas a frutas** también correlaciono positivamente con los atributos **retrogusto y dulzor** (0,94 y 0,99) respectivamente. Según **SOLÓRZANO et al., (2015)** indicaron que el atributo frutal es un descriptor de sensaciones de sabor a frutas maduras con notas aromáticas a dulces agradables con punto de acidez ligero. Según **RICHARDSON et al. (2018)** el azúcar es el ingrediente clave para la formación del atributo dulzura y contribuye de manera positiva a las propiedades físicas y sensoriales. El atributo **retrogusto** presento una correlación alta positiva con el atributo **dulzor** (0,91). Según

RICHARDSON et al. (2018) el atributo retrogusto en una percepción sensorial que deja en la boca después de haber comidos o probado un alimento. Así mismo **BOLENZ et al. (2003)** indicaron que los chocolates con leche deben ser dulces con notas de cacao y un retrogusto armoniosos y sabor a leche cremoso y perceptible.

4.2.7. Análisis de componentes principales de los atributos de catación en chocolates con leche

Los resultados de la evaluación sensorial referido a los atributos de catación de los chocolates con leche y diferentes tamaños de partículas ($\emptyset_P = 10-15; 16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa, fueron analizados mediante componente principales (**A - Vlk**), según los resultados estadísticos podemos concluir que el biplot de variables del primer componente (**CP1**) separa los atributos de aroma a frutas, dulzor, arenosidad, brillo, olor, retrogusto y sensación en la boca., de las demás variables, el cual representa el 60,6% de la variabilidad total de los atributos del chocolate (Figura 9). Así mismo, los atributos de fusión, superficie y rotura de los chocolates representa el 23,9 % de la variabilidad del segundo componente (CP2) y en general ambos componentes representan el 84,5% de la variabilidad total.

Según los resultados considerando CP1 podemos indicar que los atributos de aroma a frutas, dulzor, arenosidad y brillo, fueron asociado positivamente con la inclusión de aguaymanto y tamaño de partícula ($\emptyset_P = 10-15 \mu\text{m}$), pero esta misma muestra, tuvo una relación negativa con los atributos superficie y rotura. Así mismo, el atributo dulzor está muy relacionado con la inclusión de aguaymanto y negativamente con inclusión de gongapa, esto podría

deberse a que la gongapa tiene mayor contenido de polifenoles que el aguaymanto, según **DELGADO et al. (2018)** los polifenoles están muy relacionados con la astringencia y amargura. **PEÑA et al. (2013)** el atributo olor del aguaymanto tuvo alta intensidad en los descriptores de olor frutal, aromática, acida, dulce y se mantienen durante el tiempo. Además, se observan que los atributos olor, retrogusto y sensación en la boca fueron calificados positivamente en los chocolates con tamaño de partícula ($\text{Ø}_P = 16\text{-}20\ \mu\text{m}$) e inclusión aguaymanto, pero no tuvo una buena relación con el atributo fusión. Los resultados del CP2, muestran que el chocolate con leche con tamaño de partícula de ($16\text{-}20\ \mu\text{m}$) e inclusión de gongapa estuvo asociado al atributo superficie y rotura, pero no a los atributos brillo, arenosidad, dulzor y aromas a frutas.

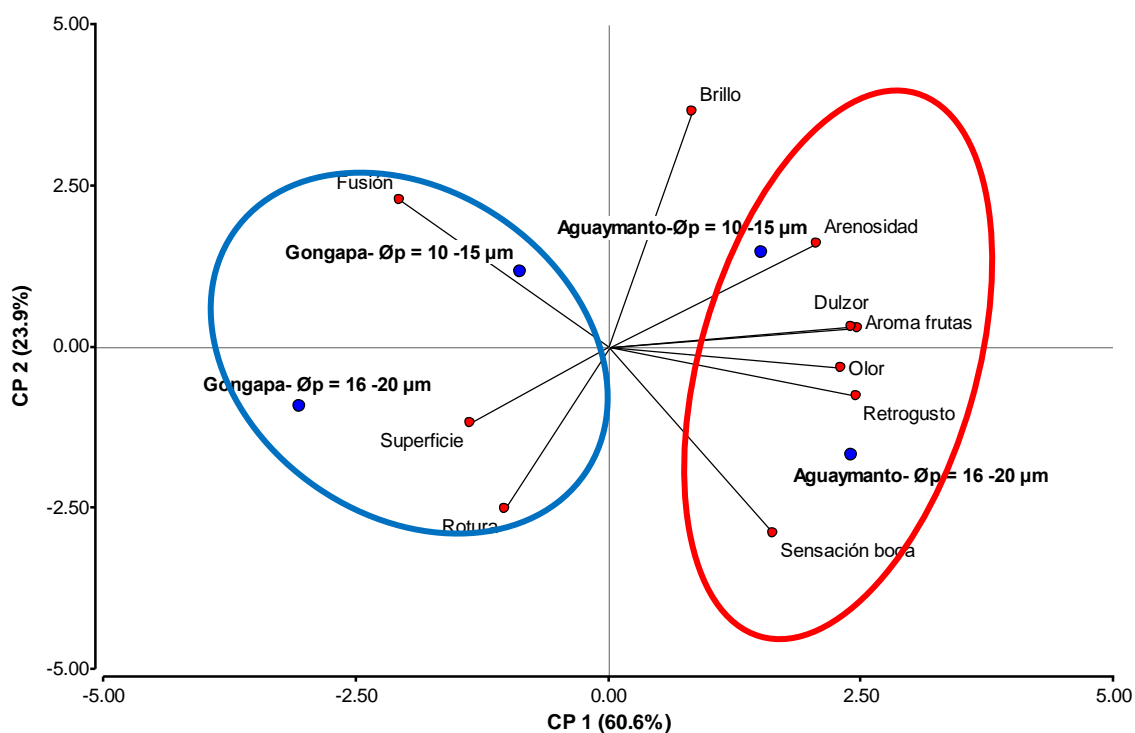


Figura 9. Comportamiento del biplot de la evaluación sensorial en chocolate con leche.

Los atributos superficiales de los alimentos se pueden percibir por los sentidos visuales y táctiles (suavidad, brillo, finura, liso y rugoso) lo que determina la preferencia de los consumidores (**CHEN, 2007**). **QUAST et al. (2013)** mencionaron que la estructura de la manteca de cacao es imprescindible para la obtención de los atributos funcionales como la dureza a temperatura ambiental y una agradable sensación en la boca durante la fusión.

4.2.8. Dendograma de los atributos de catación de los chocolates con leche

Realizando el dendograma en los chocolates de leche, considerando los atributos de catación podemos diferenciar dos grupos (Figura 10); el primer grupo fueron para los chocolates con leche y tamaño de partícula ($\varnothing_P=10-15$; $16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de gongopa resaltando los atributos de relacionados: fusión, superficie y rotura de los cuales representa el 30 % de atributos calificados con valores altos para estas muestras. El segundo grupo está conformado por los chocolates con leche y tamaño de partícula ($\varnothing_P =10-15$; $16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y los cuales fueron mejor calificados con respecto a los atributos: brillo, sensación en la boca, retrogusto, olor, aromas a frutas, dulzor y que representan el 60 % de los atributos que resaltan la buena calidad sensorial calificados con valores altos para este grupo, lo cual puede decirse que tuvieron un comportamiento superior que el primer grupo.

HINNEH et al. (2020) indicaron los aromas frutales en los chocolates se relacionan con la temperatura del tostado de los granos, los cuales contribuyen a la percepción de las frutas frescas y secas , sin embargo, a

temperaturas mayores a 135 -160 °C estos aromas se pierden y ya non perceptibles por el catador. Así mismo **HANDIATI *et al.*, (2019)** indicaron que las aromas en los chocolates se forman por los compuestos químicos volátiles como: aldehídos, cetonas y carbonilos debido a los resultados de la fermentación, temperatura, tiempo de tostado y contenido de humedad del cacao. Por otra parte, **KITA *et al.* (2020)** citaron que la reacción de oxidación, tipo de embalaje y tiempo almacenamiento, afectan la apariencia general en productos de chocolate con frutos secos; por lo tanto, se tiene una superficie indeseable que puede ser calificado como calidad baja.

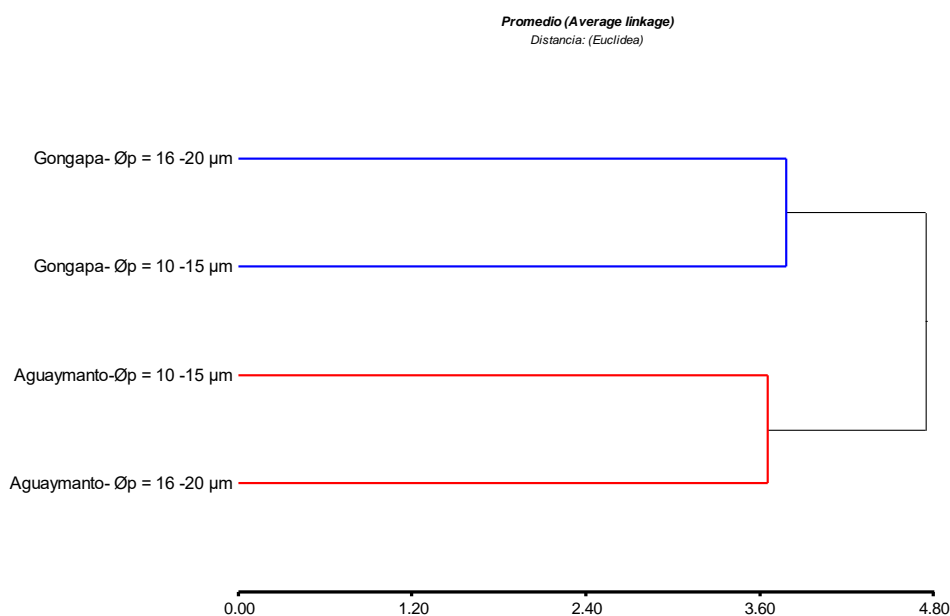


Figura 10. Presentación del análisis de conglomerados de chocolate con leche, diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

4.3. Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

4.3.1. Cuantificación de fenoles totales en chocolates oscuros

Los resultados de fenoles totales se muestran en el Cuadro 7 y Figura 11, se observa que los valores variaron entre $1,049 \pm 0,03$ y $1,231 \pm 0,03$ g EAG/ 100 g de muestra para los chocolates oscuros con tamaño de partícula ($\emptyset_p=10-15$; $16-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto y gongapa respectivamente. Sabemos que los chocolates presentan compuestos fenólicos significativamente altos que son atribuidos por la fracción fenólica de los granos del cacao y que depende del porcentaje de licor o pasta de cacao empleados (**LONČAREVIĆ et al., 2018**). Estos resultados obtenidos son similares a los reportados por **MARTINI et al. (2018)** en chocolates oscuros con 70% de licor (testigo) $0,7876 \pm 10,90$, chocolates oscuros con 2 % (Sakura green tea) $1,0355 \pm 14,81$ y chocolates oscuros con 8 % (*Curcuma longa* L.) $1,0940 \pm 10.15$ g EAG /100 g de muestra.

Además, el análisis estadístico (A- XIII) determinó que existe diferencia altamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos. Podemos observar que los fenoles totales con relación al tamaño de partícula fueron mayores en partículas pequeñas ($\emptyset_p=10-15 \mu\text{m}$) y menores en partículas grades ($\emptyset_p=16-20 \mu\text{m}$) para ambas frutas, para obtener los chocolates con estos tamaños de partículas se refinaron por 20 a 15 h respectivamente. Este comportamiento fue similar a los estudios de **NURHAYATI et al., (2019)** realizados en coberturas de chocolates oscuros, los valores comprendieron entre

(154, 900 \pm 5, 022 mg EAG/g, para 20h y 105,924 \pm 4, 337 mg EAG/g, para 16 h), al emplear más tiempo de refinado se obtendrán partículas más finas, al contrario, con menor tiempo de refinado tendremos partículas más grandes; puede ser que la extracción de los compuestos bioactivos en partículas grandes no es al 100 %, por lo que puede existir interferencia del área superficial entre las partículas.

Por otra parte, según la prueba de Tukey para la comparación de medias se observa (Cuadro 7 y Figura 11), que no existe diferencia en los chocolates oscuros con los mismos tamaños de partículas para las inclusiones de aguaymanto, gongapa y el testigo., además sabemos según los estudios de **LÓPEZ-VIDAÑA et al. (2017)**, **DE LA VEGA et al. (2019)** que el contenido de los fenoles totales en frutos deshidratados del aguaymanto y *Vaccinium meridionale* Swartz (gongapa) oscilan entre (3,658 - 38,700 g EAG/100g de muestra) respectivamente, siendo la gongapa que presenta mayor contenido fenólico. Las inclusiones de frutas secas en los chocolates se dan con la finalidad de incrementar los compuestos fenólicos, pero según los resultados no sucedió al ser comparado con el testigo (Figura 11), esto podrían deberse a las diferentes interacciones que ocurren con la combinación de compuestos fenólicos de las frutas y vegetales entre sus componentes fitoquímicos, así como indican **WANG et al. (2011)**, la **interacción aditiva** se da cuando dos componentes alimentarios se combinan y proporcionan la suma de los efectos de los componentes individuales., **interacción sinérgica (sinergismo)**, se da cuando el efecto es mayor que la suma de los componentes individuales y el **sinergismo negativo (antagonismo)**, cuando la suma de los efectos es menor que la suma aritmética

que se predecía a partir de los componentes individuales. De la misma forma es importante resaltar las interacciones entre los compuestos flavonoides y los β -carotenos ya que el comportamiento como antioxidantes para los flavonoides ocurre en la fase acuosa y para los carotenoides en la fase lipídica, los compuestos flavonoides (glucósidos) tienen más afinidad hidrofílica que la mayoría de los compuestos carotenoides (**HAN *et al.*, 2012**). Por lo tanto de acuerdo a los resultados se podría decir que hubo una interacción aditiva y antagónica en los chocolates oscuros, así como demostraron los estudios de **WANG *et al.* (2011)** que encontraron 21, 54 y 25 % de interacciones sinérgicos, aditivas, y antagónicas respectivamente en evaluaciones de 11 alimentos de tres categorías frutas (frambuesa, mora y manzana), verduras (brócoli, tomate, champiñón y coliflor morada) y legumbres (soja, frijol adzuki, frijol rojo y frijol negro) cuando se combinaron en pares.

4.3.2. Cuantificación de fenoles totales en chocolates con leche.

Los resultados de los fenoles totales para los chocolates con leche se muestran en el (Cuadro 7 y Figura 11), existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0,05$) (A-IX) y según la prueba de Tukey para la comparación de medias se observa que la concentración de los fenoles totales fue desde $0,532 \pm 0,02$ hasta $0,651 \pm 0,02$ para los chocolates con leche e inclusión ($\emptyset_p=10-15$, Aguaymanto; $\emptyset_p = 16-20$, Gongapa) respectivamente. Se sabe que los chocolates con leche tienen menos contenidos de sólidos de cacao y por lo tanto presentan menor contenido de fenoles totales que el oscuro (**AFOAKWA, 2016**)^a. Estos resultados fueron similares a los reportados por **GENOVESE *et al.***

(2009) evaluados en chocolates de copuassu (cacao blanco) con leche ($0,540 \pm 25$ g EAG/100g) y **ZUJKO y WITKOWSKA, (2014)** que reportaron $0,515 \pm 79$ EAG/100 g en chocolates con leche (35 % de sólidos de cacao), cabe indicar que estos chocolates no presentaron adición de frutos secos ni otros compuestos que aumentaron los contenidos fenólicos aun así presentaron resultados similares a los encontrados en esta investigación. Según **NURHAYATI et al. (2019)** indican que la concentración de los fenoles totales está influenciada por las interacciones de los granos de cacao en relación con sus factores genéticos (genotipos, variedades, clones) y posteriores etapas de procesamiento de los granos (fermentación, secado, tostado). Por otro lado, las investigaciones de **KOMES et al. (2013)** en chocolates con leche con inclusiones de 20 % de arándanos secos y 16 % de licor de cacao mostraron desde 0,212 (testigo) - 0,234 (con fruta) gEAG/100g de muestra, los cuales aumentaron un 10,4 % más de fenoles respecto al testigo sin fruta. Así mismo **TODOROVIC et al. (2015)** encontraron una media de fenoles totales 0,270 gEAG/100g de en muestras en chocolates con leche con 28 % de licor de cacao., estos resultados a simple vista son menores que los encontrados en esta investigación esto podría deberse a la diferencia del porcentaje de licor de cacao empleados y los diferentes métodos de procesamiento aplicados, así como indican **BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al. (2012)** los compuestos bioactivos en términos fenólicos está directamente relacionado con la cantidad de sólidos de cacao, procedimientos y métodos empleados.

De los resultados (Figura 11) los fenoles totales no aumentaron los compuestos bioactivos respecto al testigo, es más se puede observar que los

chocolates con leche (testigo) fue superior numéricamente respecto a los chocolates con inclusión de aguaymanto ($\emptyset_p = 16-20$) y gongapa ($\emptyset_p=10-15, 16-20$) (Cuadro 7). Este comportamiento fue similar a la investigación de **BELŠČAK-CVITANOVIĆ *et al.* (2012)** que adicionaron extracto de frambuesa liofilizado a los chocolates con leche y no variaron respecto al chocolate control, al respecto indicaron que existe una interacción química de los componentes azúcar y leche con las catequinas que reportan valores bajos en su actividad antirradical., por otra parte, **CARVALHO *et al.* (2018)** indicaron que al anillo de benceno y los grupos hidroxilos (compuestos fenólicos), generan una interacción química entre los grupos amina o carboxilo (proteínas) que crean una red que modifican la biodisponibilidad de los compuesto fenólicos.

Cuadro 7. Cuantificación de fenoles totales y antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa .

Tamaño partícula (μm) e inclusión	Chocolates			
	* Fenoles totales		* Antocianinas	
	Oscuro	Leche	Oscuro	Leche
10-15, Aguaymanto	1,231 \pm 0,03 ^a	0,651 \pm 0,02 ^a	0,105 \pm 0,002 ^c	0,039 \pm 0,001 ^b
16-20, Aguaymanto	1,085 \pm 0,02 ^{bc}	0,576 \pm 0,01 ^{bc}	0,102 \pm 0,001 ^{cd}	0,024 \pm 0,001 ^c
10-15, Gongapa	1,200 \pm 0,03 ^{ab}	0,579 \pm 0,01 ^{bc}	0,184 \pm 0,005 ^b	0,037 \pm 0,001 ^b
16-20, Gongapa	1,049 \pm 0,03 ^c	0,532 \pm 0,02 ^c	0,229 \pm 0,002 ^a	0,099 \pm 0,001 ^a
Testigo sin fruta	1,136 \pm 0,01 ^{abc}	0,621 \pm 0,01 ^{ab}	0,090 \pm 0,004 ^d	0,040 \pm 0,002 ^b

Los valores representan (promedio \pm SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0,05$)

* Los fenoles totales fueron expresados (g EAG/ 100g).

* Las antocianinas se expresaron (mg cianidin-3-glucósido/g muestra)

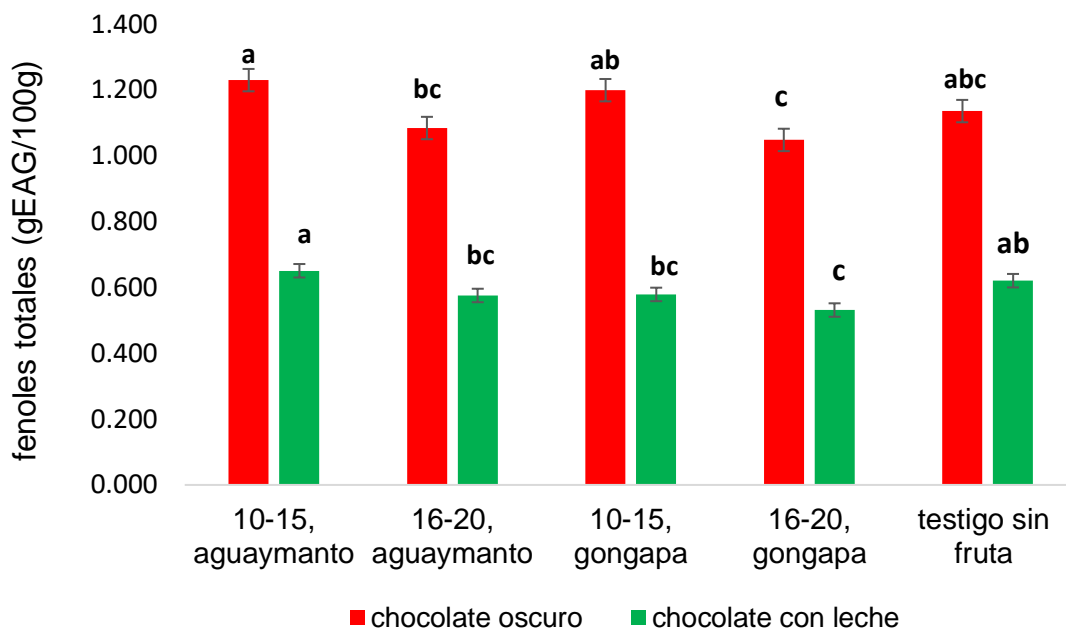


Figura 11. Representación gráfica del contenido de fenoles totales en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

4.3.3. Cuantificación de antocianinas en chocolates oscuros.

Según el (Cuadro 7 y Figura 11) se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) (A-X), de acuerdo con la prueba de Tukey para la comparación de medias apreciamos que las concentraciones de antocianinas en los chocolates oscuros fueron superiores con las inclusiones de **gongapa** ($0,184 \pm 0,005$ - $0,229 \pm 0,002$) > **aguaymanto** ($0,105 \pm 0,002$ - $0,102 \pm 0,001$) > **testigo sin fruta** ($0,090 \pm 0,004$) mg cianidin-3-glucósido/g muestra., se sabe según los estudios de **ABREU et al., (2014)** que los frutos del arándano (*Vaccinium ssp.*) contienen predominantemente polifenoles como: flavonoides y glucósidos principalmente antocianina que tienen la cianidina 3-galactósido como principal compuesto, **LÓPEZ-VIDAÑA et al., (2017)** encontró (236,00 mg

Cianidin-3-glucósido / g de muestra) en *Vaccinium meridionale* Swartz secado a 60 °C, de estos resultados se puede observar que la temperatura tiene una influencia para la degradación de las antocianinas en los frutos. Los resultados en esta investigación muestran que las frutas secas (aguaymanto y gongapa) aumentaron la concentración de antocianinas significativamente respecto al testigo. En los estudios de **CALVA-ESTRADA et al., (2020)**, reportaron el contenido de antocianinas (0,04 – 0,08 mg cianidin-3-glucósido/ g de muestra) en chocolates oscuros de cinco marcas comerciales producidos en las diferentes zonas geográficas (Amazon, Venezuela, México y Ecuador) y variedades de cacao (Criollo, Trinitario, Nacional) con porcentajes de sólidos de cacaos entre (60 y 100 %).

4.3.4. Cuantificación de antocianinas en chocolates con leche.

La concentración de antocianinas en chocolates con leche comprendieron entre 0,024 - 0,099 mg cianidin-3-glucósido/ g de muestra (Cuadro 7), de acuerdo a la prueba de tukey existe diferencia estadística entre los tratamiento ($p < 0,05$) (A-XI), el mayor valor correspondió a los chocolates con leche con tamaño de partícula ($\emptyset_p = 16-20$) e inclusión de gongapa (0,099 mg cianidin-3-glucósido/ g de muestra), esto podría deberse a la adición de la gongapa en el chocolate, esta variedad de fruta es baya globosa que en estado de maduras son de color purpura los cuales tienen altos compuestos fenólicos asociados con alta actividad de antioxidantes (**TOBÓN et al., 2016**), lo cual es confirmado por **GARZÓN et al. (2010)** quienes reportaron el contenido de

antocianinas ($329,0 \pm 28,0$ mg de equivalentes de cianidina-3-glucósido / 100 g en muestra de fruta fresca) de *Vaccinium meridionale* Swartz nativo de Colombia.

Con respecto a la inclusión del aguaymanto en los chocolates con leche no hubo variación en comparación con el testigo, al contrario, se ve unas fluctuaciones positivas y negativas, este comportamiento puede ser explicado por **BELŠČAK-CVITANOVIĆ et al., (2015)^a** que por la presencia de azúcares, polisacáridos, y proteínas en los chocolates los compuestos fenólicos pueden unirse a las proteínas y péptidos y reaccionar para formar complejos solubles e insolubles por interacciones hidrofóbicas y enlaces de hidrógenos que interfieren en la determinación analítica de estos compuestos.

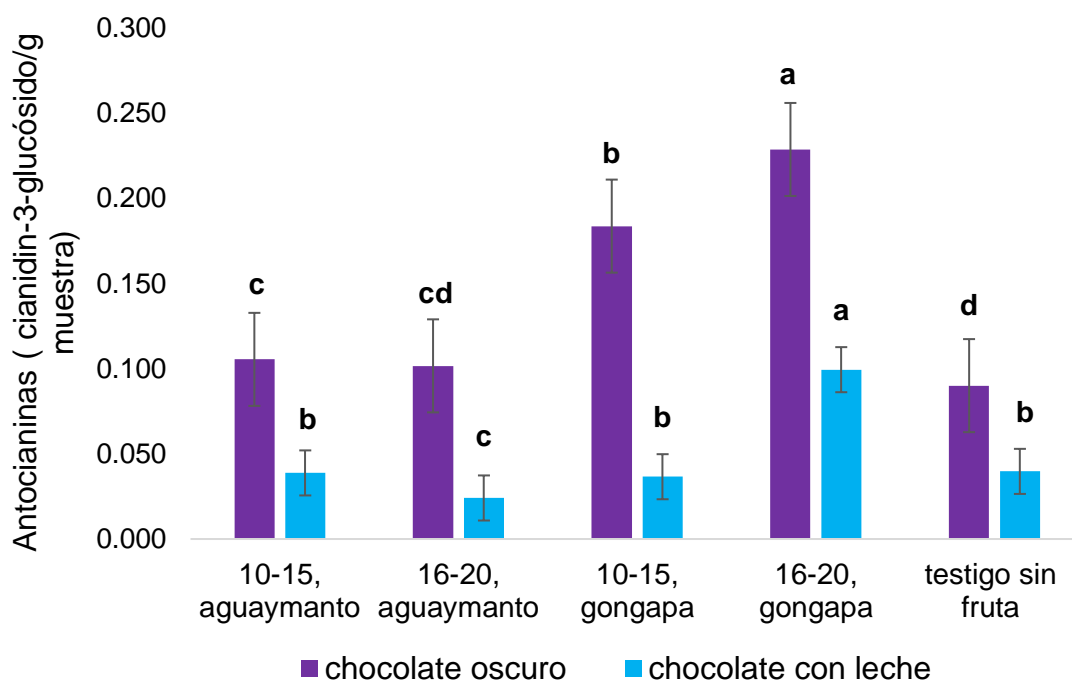


Figura 12. Representación gráfica del contenido de antocianinas en chocolates oscuros y leche con diferentes tamaños de partículas e inclusión de aguaymanto y gongapa.

V. CONCLUSIÓN

- El chocolate oscuro tuvo menor luminosidad, croma a^* y b^* que el chocolate con leche con inclusión de aguaymanto y gongapa, en ambos chocolates con ($\emptyset_P = 10-15 \mu\text{m}$) presentaron mayor luminosidad.
- Según ACP sensorialmente fue mejor los chocolates oscuros ($\emptyset_P = 10-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto calificados como “deseable” en 10 atributos, con correlaciones entre superficie con fusión, retrogusto y astringencia (0,97; 0,98; 1,0), fusión y olor (-0,92), aroma a frutas y astringencia (- 0,66).
- El chocolate con leche ($\emptyset_P = 10-20 \mu\text{m}$) e inclusión de aguaymanto fue superior en 10 atributos con calificativo “agradable” frente a Gongapa. Presentó correlación negativa entre fusión con retrogusto y sensación en la boca (-0,92; -0,95); y positiva entre olor con aromas a frutas y dulzor (0,96; 0,98) y aromas a frutas con retrogusto y dulzor (0,94 y 0,99). según el ACP resaltaron los atributos aroma a frutas, dulzor, arenosidad, brillo, olor, retrogusto y sensación en la boca.
- Los chocolates oscuros y con leche ($\emptyset_P = 10-15$) e inclusión de aguaymanto fueron ligeramente superior en el contenido fenólico y se observó una interacción aditiva y antagónica.
- Fue superior el contenido de antocianinas en chocolates oscuros y con leche con ($\emptyset_P = 10-20$) e inclusión de gongapa.

VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener chocolates con buenas características sensoriales se debe elaborar chocolates oscuros con tamaños de partícula entre 15 – 20 μm e inclusión de aguaymanto
- Estudiar las interacciones aditivas, antagónicas y sinérgicas de los diferentes chocolates con inclusiones de frutos (aguaymanto, arándanos, uvas, entre otros) que contienen altos componentes bioactivos (fenoles, antocianinas, antioxidantes) así como: minerales, carotenos y vitaminas.
- Estudiar los compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, vitaminas minerales, actividades antioxidantes) de diferentes zonas geográficas de las especies *Vaccinium spp* autóctonos del Perú.
- Estudiar los compuestos bioactivos, sensoriales y estabilidad en chocolates oscuros con 40% de sólidos de cacao con inclusiones de aguaymanto y *Vaccinium spp* en polvo.
- Aplicar la *Vaccinium spp* y aguaymanto como ingredientes funcionales en rellenos de otros productos como snack, frutas confitadas (pasa), barras de cereales, etc.

VII. REFERENCIAS

- ABDUL HALIM, H. S. ADIAH, SELAMAT, J., MIRHOSSEINI, S. H., and HUSSAIN, N. 2019. Sensory preference *and* bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 18(4): 443-448.
- ABREU, O. A., BARRETO, G. PRIETO, S. 2014. *Vaccinium (ericaceae)*: Ethnobotany and pharmacological potentials. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 26(7): 577 - 591.
- ACEVEDO ALZATE, L. K., MEJÍA DÍAZ, D. P., ACOSTA OTÁLVARO, E. V., VALENCIA GALLEGO, W. G y PENAGOS VÉLEZ, L. 2017. Efecto de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi-amargo. *Alimentos Hoy*, 25(41): 31–50.
- AFOAKWA, E. O. 2016^a. *Chocolate science and Technology*. *In: Process optimization and product quality characteristics during sugar-free chocolate manufacture*. 2 ed. John Wiley y Sons. Ltd. Reino Unido. Blackwell. p.382 - 398.
- AFOAKWA, E. O. 2016^b. *Chocolate Science and Technology: Second Edition*. *In: Nutritional and health benefits of cocoa and chocolate consumption*. 2 ed. John Wiley y Sons. Ltd. Reino Unido. Blackwell. 223- 235 p.

- AFOAKWA, E. O. 2016^c. *Chocolate Science and Technology: Second Edition. In: Sensory character and flavour perception of chocolates. 2 ed. John Wiley y Sons. Ltd. Reino Unido. Blackwell. 202- 222 p.*
- AFOAKWA, E. O. 2016^d. *Chocolate science and Technology. In: Processing effects on the rheological, textural and melting properties during chocolate manufacture. 2 ed. John Wiley y Sons. Ltd. Reino Unido. Blackwell. 236- 296 p.*
- AFOAKWA, E. O. 2016^d. *Chocolate science and Technology. In: Industrial chocolate manufacture – processes and factors influencing quality. 2 ed. John Wiley y Sons. Ltd. Reino Unido. Blackwell. 117- 153 p.*
- AFOAKWA, E. O., PATERSON, A., FOWLER, M., VIEIRA, J. 2008^a. *Characterization of melting properties in dark chocolates from varying particle size distribution and composition using differential scanning calorimetry. Food Research International. 41(7):751–757.*
- AFOAKWA, E. O., PATERSON, A., FOWLER, M., VIEIRA, J. 2008^b. *Modelling tempering behaviour of dark chocolates from varying particle size distribution and fat content using response surface methodology. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 9(4): 527–533.*
- AFOAKWA, E. O., PATERSON, A., FOWLER, M., VIEIRA, J. 2008^c. *Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. Journal of Food Engineering. 87(2): 181–190.*

- AIDOO, R.P., AFOAKWA, E.O., DEWETTINCK, K. 2014. Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture – Rheological, microstructure and physical quality characteristics. *Journal of Food Engineering*. 126:35–42.
- APROTOSOAIÉ, A. C., LUCA, S. V., and MIRON, A. 2016. Flavor chemistry of cocoa *and* cocoa products-an overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 15(1): 73–91.
- AUGUSTO, P. P. C., VISSOTTO, F. Z *and* BOLINI, H. M. A. 2019. Sensory impact of three different conching times on white chocolates with spray-dried and freeze-dried açai (*Euterpe oleracea*). *Food Science and Technology International*, 25(6): 480–490.
- ÁVILA RODRÍGUEZ, H. G., CUSPOCA RIVEROS, J. A., FISCHER, G., LIGARRETO MORENO, G. A., y QUICAZÁN DE CUENCA, M. C. 2007. Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) almacenado. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*. 60(2): 4179–4193.
- BARIŠIĆ, V., CVIJETIĆ, M., STOKANOVIĆ STOKANOVIĆ, C., FLANJAK, I., DOKO, K., JOZINOVIĆ, A. J., BABIĆ, J., ŠUBARIĆ, D., MILIČEVIĆ, B., CINDRIĆ, I., and ĐURDICA AČKAR. 2020. Molecules cocoa shell as a step forward to functional chocolates-bioactive components in chocolates with different composition. *Molecules*. 25(22). 2–12.
- BARIŠIĆ, V., JOZINOVIĆ, A., FLANJAK, I., ŠUBARIĆ, D., BABIĆ, J., MILIČEVIĆ, B *and* AČKAR, Đ. 2019 Effect of addition of fibres and polyphenols on properties of chocolate – A Review. *Food Reviews International*. Informa UK Limited. 19:1–19.

- BAZALAR PEREDA, M. S., NAZARENO, M. A., and VITURRO, C. I. 2020. Optimized formulation of a *Physalis peruviana* L. fruit nectar: physicochemical characterization, sensorial traits and antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*. 57(9). 3267–3277.
- BECKETT, S. T. 2000. The science of chocolate. *In: Journal of Chemical Education*. 240p.
- BECKETT, S. T., FOWLER, M. S., AND ZIEGLER, G. R. 2017. Beckett's industrial chocolate manufacture and use. *In Journal of Petrology* 369p.
- BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A., KOMES, D., BENKOVIĆ, M., KARLOVIĆ, S., HEČIMOVIĆ, I., JEŽEK, D., and BAUMAN, I. 2012. Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* L. leaves and characterization of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Research International*. 48(2): 820–830.
- BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A., KOMES, D., DUJMOVIĆ, M., KARLOVIĆ, S., BIŠKIĆ, M., BRNČIĆ, M., and JEŽEK, D. 2015^a. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. *Food Chemistry*. 167(6). 61–70.
- BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A., KOMES, D., DURGO, K., VOJVODIĆ, A., and BUŠIĆ, A. 2015^b. Nettle (*Urtica dioica* L.) extracts as functional ingredients for production of chocolates with improved bioactive composition and sensory properties. *Journal of Food Science and Technology*. 52(12): 7723–7734.

- BERNAL-ROA, L. J y DÍAZ-MORENO, C. 2014. Análisis de la capacidad antioxidante en frutos rojos durante el proceso de obtención de pulpa. *Acta Horticulturae*. 1016: 103–108.
- BISWAS, N., CHEOW, Y. L., TAN, C. P and SLOW, L. F. 2017. Physical, rheological and sensorial properties, and bloom formation of dark chocolate made with cocoa butter substitute (CBS). *LWT - Food Science and Technology*. 82(4): 420–428.
- BOLENZ, S., THIESSENHUSEN, T., and SCHÄPE, R. 2003. Influence of milk components on properties and consumer acceptance of milk chocolate. *European Food Research and Technology*. 216(1): 28–33.
- BRIONES, V., AGUILERA, J.M., and BROWN, C and 2006. Effect of surface topography on color and gloss of chocolate samples. *Journal of Food Engineering*. 77(4):776 - 83.
- BUI, L. T. T., and COAD, R. 2014. Military ration chocolate: The effect of simulated tropical storage on sensory quality, structure and bloom formation. *Food Chemistry*. 160(2): 365-370.
- CALVA-ESTRADA, S. J., UTRILLA-VÁZQUEZ, M., VALLEJO-CARDONA, A., ROBLERO-PÉREZ, D. B and LUGO-CERVANTES, E. 2020. Thermal properties and volatile compounds profile of commercial dark-chocolates from different genotypes of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) from Latin America. *Food Research International*. 136(7): 109-594.
- CARVALHO, J. C. S., ROMOFF, P., and LANNES, S. C. DA S. 2018. Improvement of nutritional and physicochemical proprieties of milk

chocolates enriched with kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) and grape (*Vitis vinifera*). *Food Science and Technology*. 38(3). 551–560.

CHAUHAN, O. P., SINGH, A., SINGH, A., RAJU, P. S *and* BAWA, A. S. 2011.

Effects of osmotic agents on colour, textural, structural, thermal, and sensory properties of apple slices. *International Journal of Food Properties*. 14(5): 1037–1048.

CHEN, J. 2007. Surface Texture of Foods: Perception and characterization

surface texture of foods: perception and characterization. *Food Science and Nutrition*. 47(10): 37-41.

CHIA MENG, C., MALEYKI MHD JALIL, A., and ISMAIL, A. 2009. Molecules

phenolic and theobromine contents of commercial dark, milk and white chocolates on the Malaysian market. *Molecules*. 14(12). 200–209.

CHIRE-FAJARDO, G. C., UREÑA -PERALTA, M. O., GARCÍA -TORRES, S. M.,

and HARTEL, R. W. 2019. Optimización de la formulación de chocolate oscuro a partir de la mezcla de granos de cacao y contenido de cacao aplicando método de superficie de respuesta. *Enfoque UTE*. 10(3): 42–54.

CHIRE-FAJARDO, GABRIELA CRISTINA, VALDIVIA -ARRUNATEGUI, ROCÍO

ALICIA, ORIHUELA -RIVERA, CARMEN ADELA, *and* UREÑA -PERALTA, MILBER OSWALDO. 2017. Assessment of physical and physicochemical quality of main chocolates traded in Peru. *Acta Agronómica*, 66(2): 164-171.

CONDORI, D., ASENCIOS, E., GARCIA, L., RUIZ, C., SAAVEDRA, Y., ROJAS,

R. 2014. Optimización del proceso postcosecha del cacao “Chuncho”

- peruano para el mejoramiento de la calidad organoléptica del licor de cacao. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín, Colombia. 67(2): 1149-1150.
- DE JESUS SILVA, G., GONÇALVES, B. H. R. F., CONCEIÇÃO, D. G., FONTAN, G. C. R., SANTOS, L. S., and FERRÃO, S. P. B. 2020. Multivariate analysis applied for correlations between analytical measures and sensory profile of goat milk chocolate. Journal of Food Science and Technology. 57(2): 444–453.
- DE LA CRUZ, Y. 2020. Efecto de citoquininas en el cultivo in vitro de dos especies de berries nativos del Perú: *Vaccinium floribundum* Kunth «pushgay» Y *Macleania rupestris* Kunth A.C. Smith «alicon». Tesis bióloga. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 74 p.
- DE LA VEGA, J. C., CAÑAREJO, M. A., CABASCANGO, O. N and LARA, M. V. 2019. Dehydrated *Physalis peruviana* L. In two ripening states and its effect on total phenolic compounds, antioxidant capacity, carotenes, color and ascorbic acid. Informacion Tecnologica. 30(5): 91–100.
- DE PELSMAEKER, S., DE CLERCQ, G., GELLYNCK, X., and SCHOUTETEN, J. J. 2019. Development of a sensory wheel and lexicon for chocolate. Food Research International. 116(9): 1183–1191.
- DELGADO, J., MANDUJANO, J., REÁTEGUI, D., ORDOÑEZ, E. 2018. Development of dark chocolate with fermented and non-fermented cacao nibs: total polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity and sensory evaluation. Scientia Agropecuaria. 9(4): 543–550.
- DELMORO, J., MUÑOZ, D., NADAL, V., PRANZETTI, V. 2010. El Color en los

- alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*. 13(25): 145–152.
- DEUS, V. L., BISPO, E. S., FRANCA, A. S., and GLORIA, M. B. A. 2020. Influence of cocoa clones on the quality and functional properties of chocolate – Nitrogenous compounds. *Lwt*. 134(June). 110202.
- DOMÍNGUEZ-PÉREZ, L. A., BELTRÁN-BARRIENTOS, L. M., GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. F., HERNÁNDEZ-MENDOZA, A., VALLEJO-CORDOBA, B. 2020. Artisanal cocoa bean fermentation: From cocoa bean proteins to bioactive peptides with potential health benefits. *Journal of Functional Foods*, 73: 104–134.
- DRAKE, M. A. 2007. Invited Review: Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*. 90(11): 4925 - 4937.
- EL-BELTAGI, H. S., MOHAMED, H. I., SAFWAT, G., GAMAL, M., and MEGAHEB, B. M. H. 2019. Chemical composition and biological activity of *Physalis peruviana* L. *Gesunde Pflanzen*. 71(2): 113–122.
- EMBABY, H. E. S., and MOKHTAR, S. M. 2019. Impact of adding goldenberry (*Physalis peruviana* L.) on some quality characteristics and bio-functional properties of pasteurized carrot (*Daucus carota* L.) nectar. *Journal of Food Science and Technology*. 56(2): 966–975.
- ETZBACH, L., PFEIFFER, A., WEBER, F., SCHIEBER, A. 2018. Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MS. *Food Chemistry*, 245: 508 - 517.
- FELICIANO, E. 2015. Aceptabilidad del vino de arándano (*Vaccinium meridionale*) elaborado con los parámetros óptimos en la ciudad de

- Huánuco. Tesis Ing. Agroindustrial. Huánuco, Perú. Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” Huánuco. 172 p.
- FERNÁNDEZ, V., YEE, A., SULBARÁN, B., PEÑA, J. 2014. Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en chocolates comerciales venezolanos antioxidant activity and polyphenol content in Venezuelan commercial chocolates. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 31: 129–144.
- FRANCO, T., HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali (Colombia). Boletín Técnico nº 8. 94 p.
- GARZÓN, G. A., NARVÁEZ, C. E., RIEDL, K. M., SCHWARTZ, S. J. 2010. Chemical composition, anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and antioxidant activity of wild bilberry (*Vaccinium meridionale* Swartz) from Colombia. *Food Chemistry*. 122(4): 980–986.
- GARZÓN, G. A., SOTO, C. Y., LÓPEZ-R, M., RIEDL, K. M., BROWMILLER, C. R. HOWARD, L. 2020. Phenolic profile, in vitro antimicrobial activity and antioxidant capacity of *Vaccinium meridionale* Swartz pomace. *Heliyon*, 6(5): e03845.
- GENOVESE, M. I., CAETANO DA, S., LANNES, S. 2009. Comparação entre o conteúdo de fenólicos totais e a capacidade antirradical de produtos de chocolate derivados de cacau e de cupuaçu. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 29(4): 810–814.
- GIBSON, M. and NEWSHAM, P. 2018. Food science and the culinary arts. *Chocolate/Cacao*. Food Science 1 ed., 303–321p.

- GLICERINA, V., BALESTRA, F., DALLA ROSA, M. ROMANI, S. 2015. Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate. *Journal of Food Engineering*, 145(6): 45–50.
- GONZÁLEZ, Y., PÉREZ, E y PALOMINO, C. 2012. Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. *Actualización en Nutrición*. 13(4): 314–331.
- GUTIÉRREZ, B. A. 2002. Chocolate, polifenoles y protección a la salud. *Acta Farmaceutica Bonaerense*. 21(2): 149–152.
- GUTIÉRREZ, D., SINUCO, D. C., y OSORIO, C. 2010. Caracterización de los compuestos volátiles activos olfativamente en uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Colombiana de Química*. 39(3): 389–399.
- HALIB, H., ISMAIL, A., MOHD YUSOF, B.-N., OSAKABE, N., AZUAN MAT DAUD, Z. 2020. Effects of cocoa polyphenols and dark chocolate on obese adults: A Scoping Review. *Nutrients*. 12(12). 3695.
- HAN, R. M., ZHANG, J. P., SKIBSTED, L. H. 2012. Reaction dynamics of flavonoids and carotenoids as antioxidants. *Molecules*. 17(2): 2140–2160.
- HANDIATI, Y. D., PRASEPTIANGGA, D., MANUHARA, G. J. KHASANAH, L. U. 2019. Effects of *Kaempferia galanga* L. essential oil incorporation on sensory and physical properties of dark chocolate bar. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 633(1): 1–6.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., BAPTISTA, P. 2014. Metodología de la investigación. Ed. Mc. Mc Graw – Hill Interamericana S. A. México. 600 p.
- HINNEH, M., ABOTSI, E. E., VAN DE WALLE, D., TZOMPA -SOSA, D. A., DE WINNE, A., SIMONIS, J., MESSENS, K., VAN DURME, J., AFOAKWA, E.

- O., DE COOMAN, L., DEWETTINCK, K. 2019^a. Pod storage with roasting: ¿A tool to diversifying the flavor profiles of dark chocolates produced from 'bulk' cocoa beans? (part I: aroma profiling of chocolates). *Food Research International*. 119(1): 84–98.
- HINNEH, M., ABOTSI, E. E., VAN DE WALLE, D., TZOMPA -SOSA, D. A., DE WINNE, A., SIMONIS, J., MESSENS, K., VAN DURME, J., AFOAKWA, E. O., DE COOMAN, L and DEWETTINCK, K. 2020. Pod storage with roasting: A tool to diversifying the flavor profiles of dark chocolates produced from 'bulk' cocoa beans? (Part II: Quality and sensory profiling of chocolates). *Food Research International*. 132(2): 109-116.
- HINNEH, M., VAN DE WALLE, D., HAECK, J., ABOTSI, E.E., DE WINNE, A., SAPUTRO, A.D. 2019^b. Applicability of the melanger for chocolate refining and Stephan mixer for conching as small-scale alternative chocolate production techniques. *Journal of Food Engineering*. 253:59 - 71.
- JAHANGIR, M. A., SHEHZAD, A., BUTT, M. S., SHAHID, M. 2018. Influence of supercritical fluid extract of *cinnamomum zeylanicum* bark on physical, bioactive and sensory properties of innovative cinnamaldehyde-enriched chocolates. *Czech Journal of Food Sciences*. 36(1): 28–36.
- KADIVAR, S., DE CLERCQ, N., MOKBUL, M., DEWETTINCK, K. 2016. Influence of enzymatically produced sunflower oil based cocoa butter equivalents on the phase behavior of cocoa butter and quality of dark chocolate. *LWT - Food Science and Technology*. 66(2): 48–55.
- KIM, S. H., AND JEON, H. M. 2020. Chocolate choice motives and attitudes in foodservice market: Fine store product vs. manufactured product

- consumers. *Journal of Foodservice Business Research*. 23(2): 149 -168.
- KITA, A., LACHOWICZ, S., FILUTOWSKA, P. 2020. Effects of package type on the quality of fruits and nuts panned in chocolate during long-time storage. *LWT - Food Science and Technology* 125(2): 109-212.
- KIUMARSI, M., MAJCHRZAK, D., YEGANEHZAD, S., JÄGER, H., SHAHBAZI, M. 2020. Comparative study of instrumental properties *and* sensory profiling of low-calorie chocolate containing hydrophobically modified inulin. Part 1: Rheological, thermal, structural *and* external preference mapping. *Food Hydrocolloids*. 104(1). 105-698.
- KONAR, N., ÖZHAN, B., ARTIK, N., DALABASMAZ, S. POYRAZOGLU, E. S. 2014. Rheological and physical properties of Inulin-containing milk chocolate prepared at different process conditions. *CYTA - Journal of Food*. 12(1): 55–64.
- KONAR, N., TOKER, O. S., RASOULI PIROUZIAN, H., OBA, S., GENÇ POLAT, D., PALABIYIK, İ., SAGDIC, O. 2018. Enrichment of milk chocolate by using epa and dha originated from various origins: Effects on product quality. *Sugar Tech*. Springer Science and Business Media LLC. 20(6):745 - 55.
- KOMES, D., BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A., ŠKRABAL, S., VOJVODIĆ, A., and BUŠIĆ, A. 2013. The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT - Food Science and Technology*. 53(1). 360–369.
- KOUA, B. K., KOFFI, P. M. E., GBAHA, P. 2019. Evolution of shrinkage, real

- density, porosity, heat and mass transfer coefficients during indirect solar drying of cocoa beans. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(1), 72–82.
- LEE, K. W., KIM, Y. J., LEE, H. J., LEE, C. Y. 2003. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(25). 7292–7295.
- LEITE, P. B., BISPO, E. DA S., SANTANA, L. R. R. DE. 2013. Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 35(2): 594–602.
- LENFANT, F., HARTMANN, C., WATZKE, B., BRETON, O., LORET, C. and MARTIN, N. 2013. Impact of the shape on sensory properties of individual dark chocolate pieces. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2): 545–552.
- LI, L. and LIU, G. 2019. Corn oil-based oleogels with different gelation mechanisms as novel cocoa butter alternatives in dark chocolate. *Journal of Food Engineering*, 263(02): 114–122.
- LIN, Y., HUANG, G., ZHANG, Q., WANG, Y., DIA, V. P., MENG, X. 2020. Ripening affects the physicochemical properties, phytochemicals and antioxidant capacities of two blueberry cultivars. *Postharvest Biology and Technology*. 162(12): 111- 097.
- LONČAREVIĆ, I., PAJIN, B., FIŠTEŠ, A., TUMBAS ŠAPONJAC, V., PETROVIĆ, J., JOVANOVIĆ, P., VULIĆ, J. ZARIĆ, D. 2018. Enrichment of white chocolate with blackberry juice encapsulate: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *Lwt-Food*

Science and Technology, 92(3): 458–464.

- LONČAREVIĆ, I., PAJIN, B., TUMBAS ŠAPONJAC, V., PETROVIĆ, J., VULIĆ, J., FIŠTEŠ, A., JOVANOVIĆ, P. 2019. Physical, sensorial and bioactive characteristics of white chocolate with encapsulated green tea extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99(13): 5834–5841.
- LÓPEZ-VIDAÑA, E. C., PILATOWSKY FIGUEROA, I., CORTÉS, F. B., ROJANO, B., and NAVARRO OCAÑA, A. 2017. Effect of temperature on antioxidant capacity during drying process of mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). *International Journal of Food Properties*. 20(2): 294–305.
- LULE, S. U., and XIA, W. 2005. Food phenolics, pros and cons: A review. *Food Reviews International*. 21(4): 367–388.
- LUNA, F., CROUZILLAT, D., CIROU, L., and BUCHELI, P. 2002. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(12). 3527–3532.
- MAPELLI-BRAHM, P., RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J., STINCO, C. M., HEREDIA, F. J., MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. 2019. Applications of Visible Spectroscopy and Color Measurements in the Assessments of Carotenoid Levels in Foods. In: *Plant and Food Carotenoids*. Ed. Por M. Rodríguez-Concepción, R. Welsch. New York, U.S.A. 103–116 p.
- MARTINI, S., CONTE, A and TAGLIAZUCCHI, D. 2018. Comprehensive evaluation of phenolic profile in dark chocolate and dark chocolate enriched with Sakura green tea leaves or turmeric powder. *Food Research International*. 112(7): 1–16.

- MATERAZZI, S., DE ANGELIS CURTIS, S., VECCHIO CIPRIOTI, S., RISOLUTI, R. and FINAMORE, J. 2014. Thermogravimetric characterization of dark chocolate. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 116(1), 93–98.
- MATHIAS-RETTIG, K., AH-HEN K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur. Sistema de Bibliotecas UACH*. 42(2):57–66.
- MINAGRI, 2016. Notas informativas. [en línea]: (https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/rediagro/2016/notas/notas_noviembre2016.pdf, documentos, nov. 2016)
- MIRKOVIĆ, M., SERATLIĆ, S., KILCAWLEY, K., MANNION, D., MIRKOVIĆ, N., RADULOVIĆ, Z. 2018. The sensory quality *and* volatile profile of dark chocolate enriched with encapsulated probiotic lactobacillus plantarum bacteria. *Sensors (Switzerland)*. 18(8): 2-16.
- MISNAWI, A., JINAP, S., JAMILAH, B., and NAZAMID, S. 2004. Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*. 15(5). 403–409.
- FERREIRA, J. M., AZEVEDO, B. M., LUCCAS, V *and* BOLINI, H. M. A. 2017. Sensory profile and consumer acceptability of prebiotic white chocolate with sucrose substitutes and the addition of goji berry (*Lycium barbarum*). *Journal of Food Science*, 82(3): 818–824.
- MOSTACERO-LEON, J., RÁZURI-GONZÁLES, T., and GIL-RIVERO, A. E. 2017. Phytogeography and morphology of *Vaccinium* (Ericaceae) “native blueberries” of Peru. instituto de investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Perú. 3(1): 43–52.

- MUHAMMAD, D. R. A., SAPUTRO, A. D., ROTTIERS, H., VAN DE WALLE, D.,
and DEWETTINCK, K. 2018. Physicochemical properties and antioxidant
activities of chocolates enriched with engineered cinnamon nanoparticles.
European Food Research and Technology. 244(7):1185 - 202.
- NAWIRSKA -OLSZAŃSKA, A., STĘPIEŃ, B., BIESIADA, A., KOLNIAK-OSTEK,
J., OZIEMBŁOWSKI, M. 2017. Rheological, Chemical and Physical
Characteristics of Golden Berry (*Physalis peruviana* L.) after Convective
and Microwave Drying. Foods. 6(8): 2304-8158.
- NOVOA, R. H. 2006. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el
comportamiento postcosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis
peruviana* L.). Agronomía Colombiana. 24(1): 77–86.
- NURHAYATI, R., HERAWATI, E. R. N., OKTAVIANI, B., and RACHMAWATI, I.
D. 2019. The effect of refining time to the antioxidant capacity, phenolic
content, sensory and physical properties of dark chocolate couverture. IOP
Conference Series: Earth and Environmental Science. 251(1): 1–6.
- OBERRAUTER, L. M., JANUSZEWSKA, R., SCHLICH and MAJCHRZAK, D.
2018. Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates
applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). *Food Research
International*, 111(04): 39–49.
- OLIVARES-TENORIO, M. L., DEKKER, M., VERKERK, R., and VAN BOEKEL,
M. A. J. S. 2016. Health-promoting compounds in cape gooseberry
(*Physalis peruviana* L.): Review from a supply chain perspective. Trends
in Food Science and Technology. 57: 83–92.
- ORDOÑEZ, E. S., QUISPE C., Y., AND GARCÍA C., L. F. 2020. Quantification

- of phenols, anthocyanins and sensory characterization of nibs and liquor of five cocoa varieties, in two fermentation systems. *Scientia Agropecuaria*. 11(4): 473-481.
- OSTROWSKA-LIGEŻA, E., GÓRSKA, A., WIRKOWSKA-WOJDYŁA, M., BRYŚ, J., DOLATOWSKA-ŻEBROWSKA, K., SHAMILOWA, M and RATUSZ, K. 2018. Thermogravimetric characterization of dark and milk chocolates at different processing stages. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 134(1): 623–631.
- OSTROWSKA-LIGEŻA, E., MARZEC, A., GÓRSKA, A., WIRKOWSKA-WOJDYŁA, M., BRYŚ, J., REJCH, A and CZARKOWSKA, K. 2019. A comparative study of thermal and textural properties of milk, white and dark chocolates. *Thermochimica Acta*, 671(10): 60–69.
- PASTOR, C., SANTAMARÍA, J., CHIRALT, A., and AGUILERA, J. M. 2007. Gloss and colour of dark chocolate during storage. *Food Science and Technology International*. 13(1): 27–34.
- PEÑA C, R. F., CORTÉS, M., MONTOYA, O. 2013. Evaluation of the physicochemical, physical and sensory properties of fresh cape gooseberry and vacuum impregnated with physiologically active components. *Vitae Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*. 20(1): 13–22.
- PIRES, T. C. S. P., INÊS DIAS, M., CALHELHA, R. C., JOSÉ ALVES, M., SANTOS-BUELGA, C., FERREIRA, I. C. F. R., and BARROS, L. 2021. Development of new bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) based snacks: Nutritional, chemical and bioactive features. *Food Chemistry*.

334(February 2020). 127511.

- POPOV-RALJIĆ, J. V., and LALIČIĆ-PETRONIJEVIĆ, J. G. 2009. Sensory properties and color measurements of dietary chocolates with different compositions during storage for up to 360 days. *Sensors*. 9(3): 1996–2016.
- PRASEPTIANGGA, D., INVICTA, S. E., KHASANAH, L. U. 2019. Sensory and physicochemical characteristics of dark chocolate bar with addition of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) bark oleoresin microcapsule. *Journal of Food Science and Technology*. Springer Science and Business Media LLC. 56(9):4323 - 4332.
- PUENTE, L. A., PINTO-MUÑOZ, C. A., CASTRO, E. S., CORTÉS, M. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*. 44(7): 1733–1740.
- QUAST, L. B., LUCCAS, V., RIBEIRO, A. P. B., CARDOSO, L. P., KIECKBUSCH, T. G. 2013. Physical properties of tempered mixtures of cocoa butter, CBR and CBS fats. *International Journal of Food Science and Technology*. 48(8): 1579–1588.
- QUIÑONES-MUÑOZ, T., GALLEGOS-INFANTE, J. A., ROCHA -GUZMÁN, N. E., OCHOA -MARTINEZ, L. A., MORALES-CASTRO, J., GONZÁLEZ-LAREDO, R. F., and MEDINA -TORRES, L. 2011. Mixing and tempering effect on the rheological and particle size properties of dark chocolate coatings. *CYTA - Journal of Food*. 9(2): 109–113.
- QUINTERO-QUIROZ, J., GALVIS-PÉREZ, Y., GALEANO-VÁSQUEZ, S., MARÍN-ECHEVERRI, C., FRANCO-ESCOBAR, C., CIRO-GÓMEZ, G.,

- NÚÑEZ-RANGEL, V., ARISTIZÁBAL-RIVERA, J. C., and BARONA-ACEVEDO, J. 2019. Physico-chemical characterization and antioxidant capacity of the colombian berry (*Vaccinium meridionale swartz*) with a high-polyphenol content: Potential effects in people with metabolic syndrome. *Food Science and Technology*. 39(3): 573–582.
- RICHARDSON, A. M., TYUFTIN, A. A., KILCAWLEY, K. N., GALLAGHER, E., O' SULLIVAN, M. G., and KERRY, J. P. 2018. The impact of sugar particle size manipulation on the physical and sensory properties of chocolate brownies. *Lwt*. 95(4): 51–57.
- RIMACHI, E. 2020. Evaluación de cuatro sustratos para el enraizamiento de estacas de dos ecotipos de “pushgay”(*Vaccinium floribundum* Kunth) mediante el uso de Ácido indol-3-Butirico. Tesis biólogo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 70 p.
- ROCHA, I. S., DE SANTANA, L. R. R., SOARES, S. E., BISPO, E. DA S. 2017. Effect of the roasting temperature and time of cocoa beans on the sensory characteristics and acceptability of chocolate. *Food Science and Technology*. 37(4): 522–530.
- ROSALES, C. K., SUWONSICHON, S., KLINKESORN, U. 2018. Influence of crystal promoters on sensory characteristics of heat-resistant compound chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*. 53(6): 1459–1467.
- ROUSSEAU, D. SONWAI, S. 2008. Influence of the dispersed particulate in chocolate on cocoa butter microstructure and fat crystal growth during storage. *Food Biophysics*. 3(2): 273–278.

- RUÍZ, M., MERA, O., PRADO, A., CEDEÑO, W. 2015. Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López-ESPAMCIENCIA. Manabí, Ecuador. 5(2): 79-87.
- SAID TOKER, O., PALABIYIK, I., PIROUZIAN, H. R., AKTAR, T., AND KONAR, N. 2020. Chocolate aroma: Factors, importance and analysis. Trends in Food Science & Technology. 99: 580–592.
- SAPUTRO, A. D., VAN DE WALLE, D., AIDOO, R. P., MENSAH, M. A., DELBAERE, C., DE CLERCQ, N., DURME, J.V *and* DEWETTINCK, K. 2016. Quality attributes of dark chocolates formulated with palm sap-based sugar as nutritious and natural alternative sweetener. European Food Research and Technology. 243(2):177 - 91.
- SIM, S. Y. J., NG, J. W., NG, W. K., FORDE, C. G., *and* HENRY, C. J. 2016. Plant polyphenols to enhance the nutritional *and* sensory properties of chocolates. Food Chemistry. 200(12). 46–54.
- SOLÓRZANO, E.; AMORES, F.; JIMÉNEZ, J.; NICKLIN, C *and* BARZOLA, S. 2015. Comparación sensorial del cacao Theobroma. Ciencia y Tecnología. 8(1): 37–47.
- SÖZERI ATIK, D., BÖLÜK, E., TOKER, O. S., PALABIYIK, I *and* KONAR, N. 2020. Investigating the effects of lecithin-PGPR mixture on physical properties of milk chocolate. LWT. 129:109 - 548.
- SVANBERG, L., AHRNÉ, L., LORÉN, N., *and* WINDHAB, E. 2013. Impact of pre-crystallization process on structure and product properties in dark chocolate. *Journal of Food Engineering*, 114(1): 90–98.

- TAN, J., BALASUBRAMANIAN, B. M. 2017. Particle size measurements and scanning electron microscopy (SEM) of cocoa particles refined/conched by conical and cylindrical roller stone melangers. *Journal of Food Engineering*. 212. 146–153.
- THAMKE, I., DÜRRSCHMID, K., and ROHM, H. 2009. Sensory description of dark chocolates by consumers. *LWT - Food Science and Technology*. 42(2): 534-539.
- TOBÓN, Y. N. F., ROJANO, B. A., ARBELÁEZ, A. F. A., SAAVEDRA, D. M. M., CELIS, M. E. M. 2016. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 66(4): 261–271.
- TODOROVIC, V., REDOVNIKOVIC, I. R., TODOROVIC, Z., JANKOVIC, G., DODEVSKA, M., and SOBAJIC, S. 2015. Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia. *Journal of Food Composition and Analysis*. 41: 137–143.
- TOKER, O. S., OBA, S., PALABIYIK, I., RASOULI PIROUZIAN, H., KONAR, N., ARTIK, N., SAGDIC, O. 2019^a. Alternative tempering of sugar-free dark chocolates by β v seeding: sensorial, micro-structural *and* some physical properties *and* volatile profile. *International Journal of Food Engineering*. 15(10): 1–16.
- TOKER, O. S., PALABIYIK, I *and* KONAR, N. 2019^b. Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science and Technology*. 91(4): 446–453.
- VARGAS Q.R. 2018. Evaluación fitoquímica y elaboración de un gel a base del

- extracto etanólico de frutos de *Physalis peruviana*. Trabajo de Grado Bachiller en enfermería . Lima, Perú. Universidad María Auxiliadora. 43 p.
- WANG, S., MECKLING, K. A., MARCONE, M. F., KAKUDA, Y and TSAO, R. 2011. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(3): 960–968.
- ZAPATA, I. C., ÁLZATE, A. F., ZAPATA, K., ARIAS, J. P., PUERTAS, M. A. and ROJANO, B. 2019. Effect of pH, temperature, and time of extraction on the antioxidant properties of *Vaccinium meridionale Swartz*. *Journal of Berry Research*, 9(1): 39 - 49.
- ZAPATA, L., HEREDIA, A., QUINTEROS, C., MALLERET, A., CLEMENTE, G., CÁRCEL, J. 2014. Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología, Argentina*. 25(49): 166–192
- ZUJKO, M. E and WITKOWSKA, A. M. 2014. Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. *International Journal of Food Properties*. 17(1): 86–92.
- ŻYŻELEWICZ, D., KRYSIAK, W., ORACZ, J., SOSNOWSKA, D., BUDRYN, G., and NEBESNY, E. 2016. The influence of the roasting process conditions on the polyphenol content in cocoa beans, nibs and chocolates. *Food Research International*. 89: 918–929.
- RADIONACIONAL. 2020. El consumo de chocolate crece en el Perú. [En línea]: (<https://www.radionacional.com.pe/novedades/el-informativo/el-consumo-de-chocolate-crece-en-el-peru>, documentos, 29 Sep. 2020).
- LLIVISACA, S., MANZANO, P., RUALES, J., FLORES, J., MENDOZA, J.,

PERALTA, E., and CEVALLOS-CEVALLOS, J. M. 2018. Chemical, antimicrobial, and molecular characterization of mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) fruits and leaves. *Food Science and Nutrition*. 6(4): 934–942.

VIII. ANEXOS.

A -I. Ficha de evaluación sensorial para chocolate oscuro.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: Fecha:.....

Le presentamos muestras de chocolate oscuro con diferentes porcentajes de frutas. Colocar el número de calificativo de la escala de evaluación según su criterio

Escala de evaluación sensorial: :

- | | |
|-------------|---------------------------|
| 1 Sin gusto | 4 Muy deseable |
| 2 Tolerable | 5 Extremadamente deseable |
| 3 Deseable | |

Atributos		muestras			
		T10	T20	T30	T40
Vista	Brillo				
	Superficie				
Tacto	Rotura				
	Fusión				
	Arenosidad				
Olor	Olor				
	Aromas a frutas				
Sabor	Retrogusto				
	Dulzor				
	Sensación en la boca				
	Amargura				
	Astringencia				

Observaciones:.....

.....

Gracias por su colaboración

A- II. Ficha de evaluación sensorial para chocolate con leche**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Nombre:Fecha:.....

Le presentamos muestras de chocolate oscuro con diferentes porcentajes de frutas. Colocar el número de calificativo de la escala de evaluación según su criterio

Escala de evaluación sensorial: :

- | | |
|-------------|---------------------------|
| 1 Sin gusto | 4 Muy deseable |
| 2 Tolerable | 5 Extremadamente deseable |
| 3 Deseable | |

Atributos		muestras			
		T10	T20	T30	T40
Vista	Brillo				
	Superficie				
Tacto	Rotura				
	Fusión				
	Arenosidad				
Olor	Olor				
	Aromas a frutas				
Sabor	Retrogusto				
	Dulzor				
	Sensación en la boca				

Observaciones:.....

.....

Gracias por su colaboración

A - IIIa. Análisis de varianza de la luminosidad croma (L*) en chocolate oscuro.

F. V	G. L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	7,8725	2,62417	16,36	0,0002	**
Error experimental	12	1,925	0,160417			
Total	15	9,7975				

R2 = 0,878175 C.V = 1,479062 M.S.E = 0,368273 MEDIA = 6,94

A - IIIb. Análisis de varianza del croma (a*) en chocolate oscuro

F. V	G. L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,4269	0,1423	5,38	0,0141	**
Error experimental	12	0,3175	0,0265			
Total	15	0,7444				

R2 = 0,5735 C.V = 1,5464 M.S.E = 0,1627 MEDIA = 10,5188

A - IIIc. Análisis de varianza croma (b*) en chocolate oscuro

F. V	G. L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	3,6869	1,2290	18,97	0,0001	**
Error experimental	12	0,7775	0,0648			
Total	15	4,4644				

R2 = 0,8258 C.V = 4,4030 M.S.E = 0,2545 MEDIA = 5,7813

A - IVa. Análisis de varianza de luminosidad (L*) en chocolate leche

F. V	G. L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	7,1850	2,3950	14,85	0,0002	**
Error experimental	12	1,9350	0,1613			
Total	15	9,1200				

R2 = 0,7878 C.V = 1,2974 M.S.E = 0,4016 MEDIA = 30,9500

A - IVb. Análisis de varianza del croma (a*) en chocolate con leche

F. V	G. L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,3819	0,1273	2,02	0,1654	
Error experimental	12	0,7575	0,0631			
Total	15	1,1394				

R2 = 0,3352 C.V = 2,0191 M.S.E = 0,2512 MEDIA = 2,4437

A - Iv. Análisis de varianza del croma (b*) en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	1,1650	0,3883	2,35	0,1241	
Error experimental	12	1,9850	0,1654			
Total	15	3,1500				
R ² = 0,3698 C.V = 4,2256 M.S.E = 0,4067 MEDIA = 9,6250						

A - Va. Análisis de varianza del atributo **brillo** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,4	0,13333	0,53	0,6613	
Error experimental	56	14	0,25000			
Total	59	14,4				
R ² = 0,026786 C.V = 14,41797 M.S.E = 0,509435 MEDIA = 3,533333						

A - Vb. Análisis de varianza del atributo **superficie** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,20	0,066667	0,27	0,8454	
Error experimental	56	13,73	0,245238			
Total	59	13,9333				
R ² = 0,014354 C.V = 14,70936 M.S.E = 0,495215 MEDIA = 3,366667						

A - Vc. Análisis de varianza del atributo **rotura** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,40	0,133333	0,51	0,6745	
Error experimental	56	14,53	0,259524			
Total	59	14,9333				
R ² = 0,026786 C.V = 14,41797 M.S.E = 0,509435 MEDIA = 3,533333						

A - Vd. Análisis de varianza del atributo **fusión** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	2,58333	0,861111	4,16	0,0099	*
Error experimental	56	11,60000	0,207143			
Total	59	14,18330				
R ² = 0,182139 C.V = 14,14910 M.S.E = 0,455129 MEDIA = 3,216667						

A - Ve. Análisis de varianza del atributo **arenosidad** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	1,11667	0,372222	1,6	0,2008	
Error experimental	56	13,06670	0,233333			
Total	59	14,18330				

$R^2 = 0,078731$ C.V = 13,35611 M.S.E = 0,483046 MEDIA = 3,616667

A - Vf. Análisis de varianza del atributo **olor** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,98333	0,327778	2	0,1251	
Error experimental	56	9,20000	0,164286			
Total	59	10,18330				

$R^2 = 0,096563$ C.V = 12,60068 M.S.E = 0,405322 MÉDIA = 3,216667

A - Vg. Análisis de varianza del atributo **aroma a frutas** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	3,00	1,000000	5,12	0,0033	*
Error experimental	56	10,9333	0,195238			
Total	59	13,9333				

$R^2 = 0,402390$ C.V = 15,27387 M.S.E = 0,422577 MEDIA = 2,766667

A - Vh. Análisis de varianza del atributo **retrogusto** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	2,58	0,861111	4,36	0,0079	*
Error experimental	56	11,07	0,197619			
Total	59	13,65				

$R^2 = 0,189255$ C.V = 14,11250 M.S.E = 0,444544 MEDIA = 3,150000

A - Vi. Análisis de varianza del atributo **dulzor** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,18	0,061111	0,24	0,8697	
Error experimental	56	14,40	0,257143			
Total	59	14,5833				

$R^2 = 0,012571$ C.V = 14,84173 M.S.E = 0,507093 Media = 3,416667

A - Vj. Análisis de varianza del atributo **sensación en boca** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	3,33	1,111110	5,83	0,0015	*
Error experimental	56	10,67	0,190476			
Total	59	14				

$R^2 = 0,238095$ C.V = 14,54786 M.S.E = 0,436436 MEDIA = 3,000000

A - Vk. Análisis de varianza del atributo **amargura** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,05	0,016667	0,06	0,9791	
Error experimental	56	14,80	0,264286			
Total	59	14,85				

$R^2 = 0,003367$ C.V = 14,90108 M.S.E = 0,514087 MEDIA = 3,450000

A - VI. Análisis de varianza del atributo **astringencia** en chocolate oscuro

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	10,32	3,43889	13,89	0,0001	*
Error experimental	56	13,87	0,247619			
Total	59	24,1833				

$R^2 = 0,426602$ C.V = 14,70778 M.S.E = 0,497613 MEDIA = 3,383333

A - Vm. Análisis de componentes principales de los atributos de catación en **chocolates oscuros** con inclusión de aguaymanto y gongapa

autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop. Acumulado
1,00	7,24	0,60	0,60
2,00	3,30	0,28	0,88
3,00	1,45	0,12	1,00
4,00	0,00	0,00	1,00
5,00	0,00	0,00	1,00
6,00	0,00	0,00	1,00
7,00	0,00	0,00	1,00
8,00	0,00	0,00	1,00
9,00	0,00	0,00	1,00
10,00	0,00	0,00	1,00
11,00	0,00	0,00	1,00
12,00	0,00	0,00	1,00

autovalores		
Variables	e1	e2
Brillo	0,3	-0,28
Superficie	0,35	-0,16
Rotura	-0,27	-0,34
Fusión	0,36	-0,08
Arenosidad	0,12	0,49
Olor	-0,34	-0,12
Aroma frutas	-0,29	-0,16
Retrogusto	0,33	-0,19
Dulzor	-0,28	-0,35
Sensación boca	0,24	-0,15
Amargura	-0,03	0,53
Astringencia	0,36	-0,14

correlación con las variables originales			
Variables	CP 1	CP 2	
Brillo		0,8	-0,52
Superficie		0,95	-0,3
Rotura		-0,72	-0,62
Fusión		0,96	-0,15
Arenosidad		0,32	0,9
Olor		-0,9	-0,21
Aroma frutas		-0,77	-0,29
Retrogusto		0,89	-0,35
Dulzor		-0,76	-0,63
Sensación boca		0,66	-0,28
Amargura		-0,07	0,97
Astringencia		0,97	-0,25

Correlación cofenética= 0,976

A - VIa. Análisis de varianza del atributo **brillo** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,85	0,2833	1,12	0,3477	
Error experimental	56	14,13	0,2523			
Total	59	14,9833				

R² = 0,056730 C.V = 14,42226 M.S.E = 0,502375 MEDIA = 3,483333

A - VIb. Análisis de varianza del atributo **superficie** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,58	0,194444	0,8	0,4987	
Error experimental	56	13,60	0,242857			
Total	59	14,1833				

R² = 0,041128 C.V = 14,56568 M.S.E = 0,492805 MEDIA = 3,383333

A - VIc. Análisis de varianza del atributo **rotura** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,20	0,0666667	0,26	0,8561	
Error experimental	56	14,53	0,259524			
Total	59	14,7333				

R² = 0,013575 C.V = 14,83791 M.S.E = 0,509435 MEDIA = 3,433333

A - VIId. Análisis de varianza del atributo **fusión** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,40	0,133333	0,51	0,6745	
Error experimental	56	14,53	0,259524			
Total	59	14,9333				

R² = 0,026786 C.V = 14,69523 M.S.E = 0,509435 MEDIA = 3,466667

A - VIe. Análisis de varianza del atributo **arenosidad** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,20	0,066667	0,25	0,8594	
Error experimental	56	14,80	0,264286			
Total	59	15				

R² = 0,013333 C.V = 14,68821 M.S.E = 0,514087 MEDIA = 3,500000

A - Vif. Análisis de varianza del atributo **olor** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,27	0,0888889	0,34	0,7969	
Error experimental	56	14,67	0,261905			
Total	59	14,9333				

$R^2 = 0,017857$ C.V = 14,76249 M.S.E = 0,511766 MEDIA = 3,466667

A - Vig. Análisis de varianza del atributo **aroma a fruta** en chocolate con leche

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	7,20	2,4	10,5	0,0001	
Error experimental	56	12,80	0,228571			
Total	59	20				

$R^2 = 0,360000$ C.V = 15,93638 M.S.E = 0,478091 MEDIA = 3,000000

A - Vih. Análisis de varianza del atributo **retrogusto** en chocolate con leche.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,33	0,1111111	0,43	0,7308	
Error experimental	56	14,40	0,257143			
Total	59	14,7333				

$R^2 = 0,022624$ C.V = 14,21755 M.S.E = 0,507093 MEDIA = 3,566667

A - Vii. Análisis de varianza del atributo **dulzor** en chocolate con leche.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	8,40	2,80	12,51	0,0001	
Error experimental	59	12,53	0,22381			
Total	59	18,9833				

$R^2 = 0,402985$ C.V = 16,50274 M.S.E = 0,45741 MEDIA = 3,016667

A - Vij. Análisis de varianza del atributo **sensación en la boca** en chocolate con leche.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	3	0,20	0,066667	0,25	0,8594	
Error experimental	56	14,80	0,264286			
Total	59	15				

$R^2 = 0,013333$ C.V = 14,68821 M.S.E = 0,514087 MEDIA = 3,500000

A - Vlk. Análisis de componentes principales de los atributos de catación en **chocolates con leche** con inclusión de aguaymanto

autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop. Acumulado
1,00	6,06	0,61	0,61
2,00	2,39	0,24	0,85
3,00	1,55	0,15	1,00
4,00	0,00	0,00	1,00
5,00	0,00	0,00	1,00
6,00	0,00	0,00	1,00
7,00	0,00	0,00	1,00
8,00	0,00	0,00	1,00
9,00	0,00	0,00	1,00
10,00	0,00	0,00	1,00

autovalores		
Variables	e¹	e²
Brillo	0,14	0,59
Superficie	-0,22	-0,19
Rotura	-0,17	-0,41
Fusión	-0,33	0,37
Arenosidad	0,34	0,26
Olor	0,37	-0,05
Aroma frutas	0,4	0,05
Retrogusto	0,4	-0,12
Dulzor	0,39	0,05
Sensación boca	0,27	-0,47

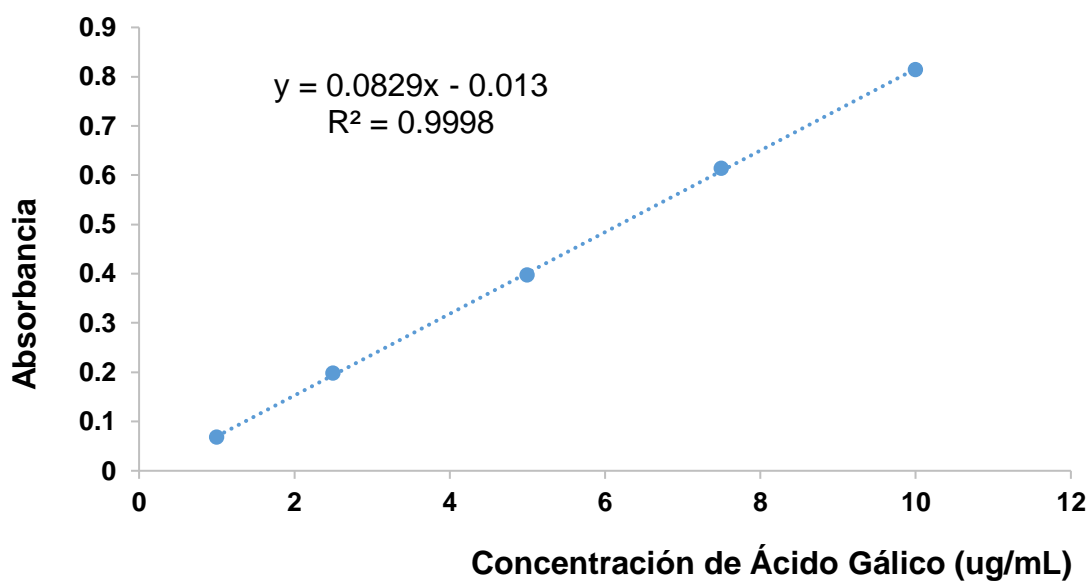
correlacion con las variables originales		
Variables	CP 1	CP 2
Brillo		0,92
Superficie	-0,55	-0,3
Rotura	-0,41	-0,63
Fusión	-0,82	0,57
Arenosidad	0,83	0,4
Olor	0,92	-0,08
Aroma frutas	0,98	0,07
Retrogusto	0,98	-0,19
Dulzor	0,96	0,08
Sensación boca	0,65	-0,73

Correlación cofenética= 0,965

A – VII. Comportamiento de la curva estándar de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales.

Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbancia
1	0.068
2.5	0.198
5	0.397
7.5	0.613
10	0.814

A – VIII. Resultados de las absorbancias a partir de las concentraciones de trabajo para la curva estándar de polifenoles



A – VIII. Análisis de varianza de contenido de fenoles totales en chocolate oscuro.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	4	0,06950137	0,01737534	9,43	0,002	**
Error experimental	10	0,01841915	0,00184191			
Total	14	0,08792052				

R2 = 0,790502 C.V = 3,763992 M.S.E = 0,042918 Media= 1,140213

A – IX. Análisis de varianza de contenido de fenoles totales en chocolate con leche.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	4	0,0251835	0,0062959	9,32	0,0021	**
Error experimental	10	0,0067516	0,0006752			
Total	14	0,0319351				

R2= 0,788583 C.V= 4,391054 M.S.E= 0,025984 Media= 0,591747

A – X. Análisis de varianza de contenido de antocianinas en chocolate oscuro.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	4	0,0446741	0,0111685	413,09	0,0001	**
Error experimental	10	0,0002704	2,704E-05			
Total	14	0,0449445				

R2 = 0,993984 C.V= 3,667256 M.S.E= 0,005200 Media= 0,141787

A – XI. Análisis de varianza de contenido de antocianinas en chocolate con leche.

F.V	G.L	S.C	C.M	F cal.	P valor	Sig.
Tratamientos	4	0,010481	0,002620	648,990000	0,000100	**
Error experimental	10	0,000040	0,000004			
Total	14	0,010521				

R2= 0,996163 C.V= 4,214750 M.S.E= 0,002009 Media= 0,047673