

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) con extracto de almendra (*Prunus dulcis*),
edulcorada con panela“**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial**

Autores:

**Bach. Mozo Malca, Wendy Estefani
Bach. Chuquicusma Chiquicusma, Elver Kenlly**

Asesora:

**Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
DNI. N°. 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874**

**Nuevo Chimbote - Perú
2023**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE TESIS

Yo, **Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis: **“BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium Myrtillus*) CON EXTRACTO DE ALMENDRA (*Prunus Dulcis*), EDULCORADA CON PANELA”**, elaborado por los **Bachilleres Mozo Malca, Wendy Estefani y Chuquicusma Chiquicusma, Elver Kenlly**, para obtener el título profesional de **Ingeniero Agroindustrial** en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

.....
Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

Asesor

DNI N°: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

**“BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium Myrtillus*) CON
EXTRACTO DE ALMENDRA (*Prunus Dulcis*), EDULCORADA CON PANELA”,**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Ms. Elizalde Carranza Caballero
Presidente
ORCID: 0000-0002-4571-765X
DNI N°: 17886227

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
Secretario
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874
DNI N°: 19096335

Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641
DNI N°: 43775869

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas del día quince de agosto del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 477-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Ms. Elizalde Carranza Caballero (Presidente)
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Secretaria)
- Ms. Any Berenice Córdova Chang (Integrante)
- Ms. Wilson Daniel Símpalo López (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium Myrtillus*) CON EXTRACTO DE ALMENDRA (*Prunus Dulcis*), EDULCORADA CON PANELA”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- MOZO MALCA WENDY ESTEFANI
- CHUQUICUSMA CHIQUICUSMA ELVER KENLLY

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas.**

Finalizada la sustentación, la Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MOZO MALCA WENDY ESTEFANI	19	EXCELENTE

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 15 de agosto del 2023.



Ms. Elizalde Carranza Caballero
Presidente



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Secretaria



Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas del día quince de agosto del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula 1 y a media de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 472023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Ms. Elizalde Carranza Caballero (Presidente)
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Secretaria)
- Ms. Any Berenice Córdova Chang (Integrante)
- Ms. Wilson Daniel Símpalo López (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANOS (*Vaccinium Myrtillus*) CON EXTRACTO DE ALMENDRA (*Prunus Dulcis*), EDULCORADA CON PANELA”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- MOZO MALCA WENDY ESTEFANI
- CHUQUICUSMA CHIQUICUSMA ELVER KENLLY

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: Dra. Elza Berta Aguirre Vargas.

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CHUQUICUSMA CHIQUICUSMA ELVER KENLLY	18	BUENO

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 15 de agosto del 2023.



Ms. Elizalde Carranza Caballero
Presidente



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Secretaria



Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Wendy Mozo
Título del ejercicio: 02
Título de la entrega: "Bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium myrtillus*...
Nombre del archivo: os_con_extracto_de_Almendra,_edulcorada_con_Panela_-ORI...
Tamaño del archivo: 3.51M
Total páginas: 147
Total de palabras: 22,502
Total de caracteres: 129,887
Fecha de entrega: 15-ago.-2023 11:40p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2146489736

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



"Bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) con extracto de almendra (*Prunus dulcis*), edulcorada con panela"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

Bach. Mozo Malca, Wendy Stefani

Bach. Chuquicusma Chiquicusma, Eiver Kenly

ASESORA:

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

DNI. N°: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2023 - Agosto - 15

“Bebida funcional a base de arándanos (Vaccinium myrtillus) con extracto de almendra (Prunus dulcis), edulcorada con panela”

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	1library.co Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	accefyn.org.co Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios Todopoderoso, por concederme la vida y la fortaleza necesaria para llegar hasta este momento y alcanzar mis metas propuestas. Le agradezco por brindarme sabiduría, comprensión y conocimiento cada día, permitiéndome crecer y aprender en mi camino.

A mis padres, Lucy Malca y Florencio Mozo porque cada día son mi motor y motivo para ser cada día una mejor persona, y porque a ellos les debo quien soy, por su apoyo incondicional en todo momento. Los amo muchísimo. A mis hermanas, Diana y Vanessa por ser mi ejemplo a seguir, las cuales me han enseñado a luchar hasta el último minuto y a sobrellevar cualquier dificultad en el camino con positivismo y valentía.

A la Ing. Yuriko Esteves por haberme brindado su apoyo y sus permisos para poder realizar todos mis tramites. A Renzo Salas por haberme brindado su ayuda y apoyo.

A la Ing Fátima, a los Ingenieros del IITA y a todos los docentes que siempre estuvieron conmigo en los momentos más difíciles y por brindarme su apoyo incondicional.

A mis mascotas, Lanita, Coqueta, Lassie, Lucas y Canela que son mi motivo para salir adelante a luchar y valorar la vida ya que a pesar de las circunstancias siempre me llenan de alegría y a mis mascotas que están en el cielo Salirrosas, Angelito y Yaco que siempre derraman su bendición y por todo el amor que me dieron.

WENDY ESTEFANI MOZO MALCA

A Dios por su gran amor y misericordia, por bendecirme día tras día y permitir que pueda continuar con mi formación profesional.

A mi familia, en especial a mis padres, Elver y Mari por el apoyo incondicional desde pequeño y a lo largo de toda esta carrera, por su ejemplo de responsabilidad y constancia y más aún por el amor y la comprensión que siguen mostrándome hasta ahora.

A mi asesora la Dra. Elza Aguirre Vargas y docentes quienes me han instruido con su conocimiento y experiencia a lo largo de toda mi carrera, por el apoyo y comprensión mostrados hacia mi persona.

A mi fiel compañera que, durante estos últimos meses, ha alegrado mis días con sus travesuras y me ha acompañado en las noches de desvelo, Croqueta.

ELVER KENLLY CHUQUICUSMA CHIQUICUSMA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios Todopoderoso, por ser la fuente espiritual y guía en el camino del conocimiento de nosotros y por conducirnos en una vida correcta y por mantener a nuestros seres queridos.

Se expresa nuestro agradecimiento a nuestras familias, ya que nos brindaron comprensión y apoyo incondicional durante nuestra etapa universitaria, ofreciendo toda la ayuda posible para que pudiéramos culminar nuestros estudios. Sus valiosos consejos y palabras de aliento nos han dado la fuerza necesaria para perseverar y no rendirnos en ningún momento. Estamos profundamente agradecidos por todo su amor y respaldo.

A nuestra asesora Dra. Elza Berta Aguirre Vargas por su paciencia y abierta disponibilidad para poder culminar con éxito la presente investigación, también por sus consejos y correcciones, que Dios lo cuide e ilumine en unión de su familia.

A cada uno de nuestros docentes por su apoyo incondicional en toda nuestra etapa universitaria, ya que nos aportaron sus enseñanzas, consejos en nuestro crecimiento profesional y sugerencias que fueron muy positivos para lograr con éxito nuestra presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO.....	II
CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XIX
I. INTRODUCCIÓN	21
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	23
2.1. Arándano.....	23
2.1.1. Arándanos azules	23
2.1.2. Beneficios para la salud	23
2.1.3. Composición nutricional	24
2.1.4. Conservación.....	26
2.1.5. Exportación	26
2.1.6. Arándanos rojos	26
2.2. Almendra.....	27
2.2.1. Beneficios para la salud	27
2.2.2. Composición nutricional	28
2.3. Panela.....	29
2.3.1. Beneficios para la salud	29
2.3.2. Composición nutricional	30
2.4. Bebidas.....	30
2.4.1. Bebida funcional	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. Lugar de ejecución	35
3.2. Materiales e instrumentación	35
3.2.1. Materia prima.....	35
3.3. Materiales de Laboratorio	36

3.4.	Otros materiales	36
3.5.	Reactivos.....	37
3.5.1.	Equipos e Instrumentos.....	37
3.6.	Metodología	39
3.6.1.	Población.....	39
3.6.2.	Muestra.....	39
3.6.3.	Muestreo.....	39
3.6.4.	Determinación de las características fisicoquímicas, funcionales, sensoriales y microbiológicas de la bebida funcional.....	39
3.6.5.	Metodología del proceso de la elaboración de la bebida funcional	42
3.6.6.	Elaboración de la bebida funcional	46
3.7.	Formulación de hipótesis	48
3.7.1.	Hipótesis.....	48
3.7.2.	Variables	48
3.7.3.	Operacionalización de las variables.....	49
3.8.	Propuesta experimental	50
3.8.1.	Diseño experimental.....	50
3.8.2.	Diseño estadístico	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	53
4.1.	Composición proximal de las materias primas que participan en la formulación de la bebida.....	53
4.2.	Características fisicoquímicas de las materias primas	54
4.3.	Determinación de la formulación optima en base a la aceptabilidad.....	55
4.3.1.	Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial.....	57
4.4.	Evaluación de las características organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales de la bebida.....	66
4.4.1.	Composición funcional de la bebida	71
4.4.2.	Análisis microbiológico de la bebida.....	82
V.	CONCLUSIONES	84
VI.	RECOMENDACIONES	85

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	86
VIII.ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	49
Tabla 2 <i>Niveles de las variables independientes del Diseño Factorial Categórico.</i>	51
Tabla 3 <i>Valores codificados y valores reales del Diseño Factorial Categórico 3².</i>	51
Tabla 4 <i>Factor A: Dilución de la almendra en agua</i>	52
Tabla 5 <i>Factor B: Concentración o Formulación.</i>	52
Tabla 6 Composición proximal de las materias primas	53
Tabla 7 Características fisicoquímicas de las materias primas	54
Tabla 8 Promedios y desviación estándar de los puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento.....	56
Tabla 9 Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de la bebida funcional.....	57
Tabla 10 Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.....	58
Tabla 11 Análisis de varianza para el atributo olor de los tratamientos de la bebida funcional.....	59
Tabla 12 Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.....	60
Tabla 13 Análisis de varianza para el atributo sabor de los tratamientos de la bebida funcional.....	61
Tabla 14 Prueba de Tukey HSD para el atributo “sabor” de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.....	62
Tabla 15 Análisis de varianza para la aceptabilidad general de los tratamientos de la bebida funcional.....	63
Tabla 16 Prueba de Tukey HSD para la aceptabilidad general de los tratamientos de la	

bebida funcional en base a las formulaciones.	64
Tabla 17 Composición fisicoquímica de la bebida.	66
Tabla 18 Contenido de vitamina C en los tratamientos.....	68
Tabla 19 Análisis de varianza de vitamina C de los tratamientos de la bebida funcional.	69
Tabla 20 Prueba de Tukey HSD para vitamina C de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.	69
Tabla 21 Capacidad antioxidante (DPPH) de los tratamientos	71
Tabla 22 Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de los tratamientos de la bebida funcional.....	72
Tabla 23 Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.	73
Tabla 24 Contenido de polifenoles totales de los tratamientos	75
Tabla 25 Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional.	76
Tabla 26 Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.	77
Tabla 27 Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las diluciones.	77
Tabla 28 Contenido de antocianinas de los tratamientos.	79
Tabla 29 Análisis de varianza del contenido de antocianinas de los tratamientos de la bebida funcional.....	80
Tabla 30 Prueba de Tukey HSD para el contenido de antocianinas de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.	80
Tabla 31 Resultados microbiológicos de la bebida funcional con mayor aceptación.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol FUENTE: FAO, 2019.	31
Figura 2 Diferentes bebidas funcionales	33
Figura 3 Diagrama de flujo para la obtención del extracto de almendra.	43
Figura 4 Diagrama de flujo para la obtención de zumo de arándano.....	45
Figura 5 Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional.	47
Figura 6 Esquema del diseño experimental.	50
Figura 7 Gráfico de medias del tributo color	58
Figura 8 Gráfico de medias del atributo olor	60
Figura 9 Gráfico de medias del atributo sabor	62
Figura 10 Grafico de medias de la aceptabilidad general	65
Figura 11 Valores promedios del contenido de vitamina C.....	70
Figura 12 Valores promedio de capacidad antioxidante	74
Figura 13 Valores promedio del contenido de polifenoles totales.....	78
Figura 14 Valores promedio del contenido de antocianinas.	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1	Determinación de humedad de las materias primas.....	94
Anexos 2	Equipo de extracción Soxhlet.	95
Anexos 3	Pesado de los balones de vidrio.	95
Anexos 4	Determinación de cenizas de las materias primas.	96
Anexos 5	Pesado de las muestras para determinación de fibra.....	96
Anexos 6	Pesado de los crisoles.	97
Anexos 7	Acondicionado con buffer fosfato de la enzima α -amilasa.	97
Anexos 8	Incubación de la enzima α -amilasa en las muestras.	98
Anexos 9	Pesado y secado del celite.....	98
Anexos 10	Primer ajuste de pH (7.5) de las muestras con NaOH.	99
Anexos 11	Adición de proteasa.	99
Anexos 12	Segunda incubación de las muestras.....	100
Anexos 13	Segundo ajuste de pH (4 - 4.5) de las muestras con HCl.....	100
Anexos 14	Adición de amilogucosidasa.	101
Anexos 15	Tercera incubación de las muestras junto con el alcohol.....	101
Anexos 16	Montado del equipo con las muestras.....	102
Anexos 17	Extracción de las muestras.....	102
Anexos 18	Secado de las muestras con el celite.	103
Anexos 19	Pesado de los crisoles con celite + residuos.	103
Anexos 20	Determinación de cenizas del celite + residuos.	104
Anexos 21	Pesado final celite + cenizas.	104
Anexos 22	Determinación de pH de las materias primas.	105
Anexos 23	Determinación de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de las materias primas.	105
Anexos 24	Determinación de acidez de las materias primas.	106
Anexos 25	Reactivos para la determinación de Vitamina C.....	106

Anexos 26	Pesado de las muestras.....	107
Anexos 27	Centrifugado de las muestras diluidas.	107
Anexos 28	Preparado de la curva patrón.	107
Anexos 29	Lectura de la curva patrón	108
Anexos 30	Tabla de las concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para vitamina C.	108
Anexos 31	Curva de calibrado para vitamina C.	108
Anexos 32	Preparación de las muestras.....	109
Anexos 33	Lectura de concentración de vitamina C en las muestras.	109
Anexos 34	Recepción del arándano.	110
Anexos 35	Selección y pesado.....	110
Anexos 36	Desinfección y lavado.....	111
Anexos 37	Pulpeado del arándano.	111
Anexos 38	Filtrado y pesado del zumo de arándano.	112
Anexos 39	Recepción y pesado de la almendra.	112
Anexos 40	Triturado de la almendra.....	113
Anexos 41	Secado de la almendra.	113
Anexos 42	Prensa hidráulica.....	114
Anexos 43	Prensado de la almendra.	114
Anexos 44	Dilución, licuado y filtrado de la almendra desgrasada.	115
Anexos 45	Centrifugado del extracto de almendra.....	115
Anexos 46	Extracto de almendra centrifugado.	116
Anexos 47	Reservado de las diluciones de almendra.	116
Anexos 48	Dilución del arándano	116
Anexos 49	Mezcla de las proporciones de zumo de arándano y extracto de almendra...117	
Anexos 50	Brix iniciales de la bebida.....	117

Anexos 51	Pesado de los insumos para la bebida funcional.....	118
Anexos 52	Pesado de la panela.	118
Anexos 53	Integrado del CMC y sorbato de potasio en la panela.	118
Anexos 54	Molino Coloidal.....	119
Anexos 55	Homogenizado de la bebida funcional.....	119
Anexos 56	Pasteurizado de la bebida funcional.....	120
Anexos 57	Envasado de la bebida funcional.	120
Anexos 58	Producto terminado.....	120
Anexos 59	pH del producto terminado.	121
Anexos 60	Pesado de las muestras.....	121
Anexos 61	Dilución y adición de fenolftaleína.....	122
Anexos 62	Titulación con NaOH 0.1N.....	122
Anexos 63	Medición del pH de la muestra con NaOH 0.1N.....	123
Anexos 64	Solidos solubles del producto terminado.....	123
Anexos 65	Preparación de ácido oxálico.	124
Anexos 66	Pesado de las muestras.....	124
Anexos 67	Agregado de ácido oxálico a las muestras.....	125
Anexos 68	Pesado del ácido ascórbico.	125
Anexos 69	Baño ultrasónico de las muestras.....	126
Anexos 70	Centrifugado y filtrado de las muestras.....	126
Anexos 71	Preparación de la curva patrón.....	127
Anexos 72	Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para vitamina C.....	127
Anexos 73	Curva de calibrado para vitamina C.	127
Anexos 74	Preparación de muestras para lectura.....	128
Anexos 75	Pesado de las muestras.....	128

Anexos 76	Reactivos Metanol (izquierda) y Acetona (derecha).	129
Anexos 77	Dilución de los reactivos con agua destilada.	129
Anexos 78	Ajuste de pH del metanol con HCl.	130
Anexos 79	Adición del metanol a la muestra.	130
Anexos 80	Baño ultrasónico de las muestras con metanol.	130
Anexos 81	Centrifugado y filtrado de las muestras.	131
Anexos 82	Adición de la acetona al precipitado de la muestra	131
Anexos 83	Mezclado de los sobrenadantes de metanol y acetona.	132
Anexos 84	Reservado de las muestras.	132
Anexos 85	Reactivo DPPH	133
Anexos 86	Tratamiento de las soluciones Trolox y DPPH en baño María.	133
Anexos 87	Preparación de la curva patrón.	133
Anexos 88	Preparación de las muestras.	134
Anexos 89	Lectura de las muestras y curva patrón.	134
Anexos 90	Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de capacidad antioxidante (DPPH).	135
Anexos 91	Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)	135
Anexos 92	Reactivos para el análisis de polifenoles	136
Anexos 93	Tratamiento de las soluciones de ácido gálico y carbonato de calcio en baño María.	136
Anexos 94	Preparación de la curva patrón.	136
Anexos 95	Preparación de las muestras	137
Anexos 96	Lectura de las muestras	137
Anexos 97	Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.	138

Anexos 98	Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.	138
Anexos 99	Reactivos Cloruro de Potasio y Acetato de Sodio	139
Anexos 100	Pesado de los reactivos	139
Anexos 101	Dilución de los reactivos con agua destilada.	140
Anexos 102	Ajuste de pH de las soluciones con HCl.....	140
Anexos 103	Pesado de las muestras.....	141
Anexos 104	Dilución de las muestras con metanol.	141
Anexos 105	Extracción y preparación de las muestras.....	142
Anexos 106	Muestras y soluciones buffer preparadas.....	142
Anexos 107	Lectura de las muestras.....	143
Anexos 108	Tabla de absorbancias de las formulaciones elaboradas para la determinación del contenido de antocianinas.	144
Anexos 109	Informe del ensayo microbiológico de la bebida funcional.....	145
Anexos 110	Panelistas de la evaluación sensorial	149

RESUMEN

Las bebidas funcionales aprovechan el valor nutricional de las materias primas que lo componen de modo que brinden beneficios y autocuidado a la salud de las personas quienes lo consuman. El propósito de esta investigación consistió en desarrollar y evaluar una bebida funcional elaborada con arándano (*Vaccinium Myrtillus*) y extracto de almendra (*Prunus Dulcis*), endulzada con panela. En la primera fase del estudio, se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica de las materias primas utilizadas (arándano, almendra y panela), obteniendo datos sobre el contenido de humedad del arándano, entre otros parámetros fue 84,67%, grasas 0.40%, fibra 1.16%, cenizas 0.49%, pH 3.10, acidez 2.16%, sólidos solubles 12°Brix y Vitamina C 12.08 mg/100g. Para la almendra de: humedad 4,87%, grasas 48.58%, fibra 13.82%, cenizas 2.69%, pH 5.53, acidez 0.05%, sólidos solubles 3.5°Brix y Vitamina C 0 mg/100g. Finalmente, para la panela de: humedad 5,30%, grasas 0%, fibra 0.29%, cenizas 0.91%, pH 4.78, acidez 0.26%, sólidos solubles 80°Brix y Vitamina C 10.04 mg/100g.

En la siguiente etapa, se elaboró un flujograma detallando las operaciones que conforman el proceso de producción de la bebida funcional, dividido en 3 etapas. La primera etapa consiste en la obtención del extracto de almendra, para lo cual se llevaron a cabo las siguientes operaciones: recepción, selección y pesado, molido, secado, prensado, secado nuevamente, homogenizado, licuado, filtrado y reservado. En la segunda etapa, se obtuvo el zumo de arándano a través de las siguientes operaciones: recepción, selección, pesado, lavado y desinfectado, pulpeado, filtrado y reservado. Finalmente, para formular la bebida funcional, se llevaron a cabo las siguientes operaciones: mezclado, estandarizado, homogenizado, pasteurizado, envasado, enfriado y almacenado.

Luego de elaborar la bebida funcional, se procedió a realizar el análisis fisicoquímico de los 9 tratamientos, obteniendo resultados dentro de los siguientes rangos: el pH varió entre 4.055 y 4.566, la acidez osciló entre 1.625% y 1.894%, y la concentración de sólidos solubles se situó entre 14.03 y 15.13. Además, se realizó el análisis funcional de la bebida, evaluando diversos componentes: el contenido de vitamina C se ubicó entre 6.938 mg/100g y 14.559 mg/100g, la actividad antioxidante varió entre 369.396 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ y 727.334 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$, el contenido de polifenoles totales estuvo en el rango de 122.127 mg GAE/100g y 157.165 mg GAE/100g, y el contenido de antioxidantes para los 10 tratamientos se situó entre 43.157 mg cianidina 3-glucosido/100g y 65.625 mg cianidina 3-glucosido/100g.

Luego se llevó a cabo la evaluación de los atributos sensoriales de la bebida, incluyendo olor, color, sabor y aceptabilidad general, con la participación de 25 panelistas utilizando una ficha de evaluación sensorial. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en los atributos de color, olor y sabor entre los tratamientos. Sin embargo, se encontró que el tratamiento 9 (dilución 1:5; formulación 70% - 30%) fue el más aceptado por los panelistas en términos de la aceptabilidad general de la bebida.

La formulación más destacada y preferida de la bebida funcional resultó ser el T9 (dilución 1:5; formulación 70% - 30%). Los análisis de esta formulación arrojaron los siguientes resultados: Vitamina C 14.559 ± 2.372 mg/100 g, Actividad Antioxidante 727.334 ± 51.179 μ mol ET/100 ml, Polifenoles Totales 147.091 ± 8.387 mg GAE/100g y Antocianinas 65.625 ± 2.863 mg cianidina 3-glucosido/100g. Además, presentó un pH de 4.055 ± 0.006 , una acidez de $1.894 \pm 0.01\%$ y un contenido de sólidos solubles de $14.3 \pm 0.1^\circ$ Brix.

Palabra clave: Bebida funcional, vitamina C, actividad antioxidante, polifenoles totales, antocianinas.

ABSTRACT

Functional beverages take advantage of the nutritional value of the raw materials that compose it so that they provide benefits and self-care to the health of the people who consume it. The purpose of this research was to develop and evaluate a functional beverage made with cranberry (*Vaccinium Myrtillus*) and almond extract (*Prunus Dulcis*), sweetened with brown sugar. In the first phase of the study, the physicochemical characterization of the raw materials used (blueberry, almond and panela) was carried out, obtaining data on the moisture content of the blueberry, among other parameters it was 84.67%, fat 0.40%, fiber 1.16%, ash 0.49%, pH 3.10, acidity 2.16%, soluble solids 12°Brix and Vitamin C 12.08 mg/100g. For the almond: moisture 4.87%, fat 48.58%, fiber 13.82%, ash 2.69%, pH 5.53, acidity 0.05%, soluble solids 3.5°Brix and Vitamin C 0 mg/100g. Finally, for panela: humidity 5.30%, fat 0%, fiber 0.29%, ash 0.91%, pH 4.78, acidity 0.26%, soluble solids 80°Brix and Vitamin C 10.04 mg/100g.

In the next stage, a flowchart was prepared detailing the operations that make up the production process of the functional drink, divided into 3 stages. The first stage consists of obtaining the almond extract, for which the following operations were carried out: reception, selection and weighing, ground, dried, pressed, dried again, homogenized, blended, filtered and reserved. In the second stage, the cranberry juice was obtained through the following operations: reception, selection, weighing, washing and disinfection, pulping, filtering and reserved. Finally, to formulate the functional drink, the following operations were carried out: mixing, standardization, homogenization, pasteurization, packaging, cooling, and storage.

After preparing the functional drink, the physicochemical analysis of the 9 treatments was carried out, obtaining results within the following ranges: the pH varied between 4.055 and 4.566, the acidity oscillated between 1.625% and 1.894%, and the concentration of soluble solids was between 14.03 and 15.13. In addition, the functional analysis of the drink was carried out, evaluating various components: the vitamin C content was between 6,938 mg/100g and 14,559 mg/100g, the antioxidant activity varied between 369,396 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ and 727,334 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$, the content of total polyphenols was in the range of 122,127 mg GAE /100g and 157,165 mg GAE/100g, and the antioxidant content for the 10 treatments was between 43,157 mg cyanidin 3-glucoside/100g and 65,625 mg cyanidin 3-glucoside/100g.

Then, the evaluation of the sensory attributes of the beverage, including smell, color, flavor and general acceptability, was carried out with the participation of 25 panelists using a

sensory evaluation form. The results indicated that there were no significant differences in the attributes of color, smell and taste between the treatments. However, it was found that treatment 9 (1:5 dilution; 70% - 30% formulation) was the most accepted by the panelists in terms of the general acceptability of the drink.

The most prominent and preferred formulation of the functional drink turned out to be T9 (1:5 dilution; 70% - 30% formulation). The analysis of this formulation yielded the following results: Vitamin C $14,559 \pm 2,372$ mg/100 g, Antioxidant Activity $727,334 \pm 51,179$ μ mol TE/100 ml, Total Polyphenols $147,091 \pm 8,387$ mg GAE/100g and Anthocyanins $65,625 \pm 2,863$ mg cyanidin 3-glucoside /100g. In addition, it presented a pH of 4.055 ± 0.006 , an acidity of $1.894 \pm 0.01\%$ and a soluble solids content of $14.3 \pm 0.1^\circ$ Brix.

Key word: Functional beverage, vitamin C, antioxidant activity, total polyphenols, anthocyanins.

I. INTRODUCCIÓN

El sobrepeso junto con la obesidad son enfermedades que afecta a casi el 70% de la población peruana. Además, una de las principales enfermedades que acarrea a los niños es la desnutrición donde el 28% de niños la padecen según el (Organización Mundial de la Salud, 2019). En los últimos años ha habido un cambio enorme en el que la salud de la mayoría de personas es una prioridad y se espera que siga así, dado que las actitudes sobre la dieta han cambiado drásticamente. Por lo que, las personas buscan formas de compensar la dieta desequilibrada que suelen tener, dado que contienen alto contenido en grasas saturadas y muy poco en grasas insaturadas, minerales, vitaminas y fibra, hecho que ha conllevado a consumir alimentos funcionales. Este tipo de alimento ayuda a una o más funciones del cuerpo humano, asegurando un mejor estado de salud y bienestar, llegando a prevenir muchas enfermedades. En Canadá y EE. UU., podemos observar que ya el 40% de la población ha integrado el consumo de alimentos funcionales en su dieta diaria (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria) (León, 2020). Actualmente los problemas de salud antes mencionados preocupan a la población, por esta razón el consumidor tiene la necesidad de optar por un estilo de vida más sana, relacionadas con el consumo de bebidas funcionales y alimentos que solo ocupan un 15 % en el mercado (Jiménez, 2019). El arándano es uno de los cultivos más importante en nuestro país, el área de siembra del cultivo se incrementa cada año debido a que nuestro país cuenta con climas altamente favorables para su desarrollo. El comercio de este producto ha crecido entre un 16% a un 18%, por ello Perú se ha posicionado como principal proveedor de arándanos en el mundo representando un 30% de las exportaciones del volumen total, a nivel mundial según la campaña realizada en 2019/2020 (Salazar, 2020). El arándano es un fruto de exportación que se cosecha durante todo el año y ha sido revalorizado por su valor nutricional ya que aporta grandes beneficios para la salud ayudando a prevenir el sobrepeso, además posee un alto contenido de vitamina C, antioxidantes, contiene propiedades antiinflamatorias que ayuda a la memoria y previene enfermedades cardiovasculares (Castro, 2019). Por otro lado, las almendras contienen una cantidad significativa de minerales esenciales, como el calcio, el potasio, antioxidantes, vitaminas A y D, ácidos oleico y linoleico, además contiene un alto nivel de fibra natural insoluble y soluble (Jeske *et al.*, 2019). La panela es un producto de altas cualidades nutricionales y es libre de procesos químicos e industrializados, con la capacidad de reemplazar al azúcar aportando no solo su sabor dulce sino incrementar los niveles de energía (Guevara & Ipanaqué, 2019).

En el mercado existen las bebidas que poseen propiedades funcionales y que están elaboradas a partir de zumos de frutas, que protegen el sistema inmunológico y que aportan energía para mejorar el desarrollo funcional del cuerpo. Sin embargo, estos suplementos de vitaminas y minerales que mejoran el rendimiento se fabrican principalmente con fines comerciales, utilizando edulcorantes artificiales y con un porcentaje mínimo de frutas y zumos naturales, debido a esto, el enfoque de la investigación se dirige hacia la creación de una bebida funcional elaborada a partir de arándanos y extracto hidrosoluble de almendra, endulzada con panela.

El objetivo general de esta investigación es formular y elaborar una bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium Myrtillus*) con extracto de almendra (*Prunus Dulcis*) y edulcorada con panela. Los objetivos específicos incluyen evaluar la composición proximal de las materias primas utilizadas en la formulación de la bebida, analizar las características fisicoquímicas del arándano, la almendra y la panela, como pH, sólidos solubles totales y acidez, así como la concentración de vitamina C. Además, se busca determinar la mejor formulación y dilución de la bebida funcional basándose en su mayor aceptabilidad. También se evaluarán las características organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales de la bebida final.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Arándano

El arándano es una especie de baya de un tamaño pequeño cuyo color característico es el rojo o azul oscuro, pertenecientes a los comúnmente llamados fruta común del bosque y es considerada una de las frutas más nutritivas y saludables del planeta. Conocido como un superalimento debido a su elevado contenido de antioxidantes que neutralizan los radicales libres frente al envejecimiento prematuro y la inflamación, es apto para dietas de corazón, visión, memoria y adelgazamiento (Cardoso, 2022).

Es una fruta del bosque que se caracteriza debido a sus numerosas ventajas para la salud, estas bayas redondas, que vienen en tonos rojos o azules, se encuentran de forma natural.

Los arándanos en su clasificación taxonómica pertenecen al género *Vaccinium* y a la familia de las Ericáceas.

Existen muchas especies diferentes de arándanos y todas mantienen sus propiedades que lo convierten en un superalimento por su alto contenido de antioxidantes y en vitaminas; sin embargo, solo hay dos tipos principales, arándanos azules y arándanos rojos.

Las dos especies principales de arándanos provienen de arbustos de la familia de plantas ericáceas. (Jiménez-Bonilla, 2020)

El consumo de arándanos controla los niveles de insulina en el cuerpo, sería beneficioso para las personas que sufren diabetes o prediabetes, además de favorecer a la memoria ya que disminuye el deterioro cognitivo, a la vez disminuye el daño a nivel de las células del musculo así reduce la fatiga muscular después de realizar una intensa actividad física (Zanin, 2020).

De acuerdo con los informes de pruebas de laboratorio publicados en el Journal of Agricultural Food Chemistry, se concluye que los compuestos fenólicos contenidos en los arándanos poseen la capacidad de detener el crecimiento de células cancerígenas en el colon (Abad, 2019).

2.1.1. Arándanos azules

Su nombre científico es *Vaccinium corimbosum* y también se les conoce como Blueberry, asimismo pertenecen al reino de las plantas de la clase Magnoliopsida, orden Ericales, familia Ericaceae y género *Vaccinium*. Las flores de este arbusto nacen de brotes laterales o también de brotes terminales, cuyo número de pétalos puede variar de 8 a 10 por flor. (Espinoza G., 2019).

2.1.2. Beneficios para la salud

Las bayas azules son una fruta rica en antioxidantes, principalmente antocianinas, de las cuales destaca los flavonoides también conocidos como kaempferol. En 1984 y 2002, una

encuesta de unas 66 940 mujeres cuyas dietas incluían el consumo de arándanos redujo su riesgo de cáncer de ovario en un 40%. (SIICEX, 2021)

Por otro lado, una de las propiedades más representativas de esta fruta es su contenido en vitamina C que nos protege contra la gripe. El consumo de arándanos ayuda a controlar los niveles de insulina en el cuerpo, lo cual es beneficioso para las personas con diabetes o prediabetes. Entre otros beneficios, favorece la memoria ya que reduce el deterioro cognitivo. Comer arándanos reduce el daño de las células del músculo, lo que reduce la fatiga muscular después de una actividad física extenuante. (Zanin, 2020).

Los estudios de laboratorio publicados en el Journal of Agricultural Food Chemistry sugieren que los compuestos fenólicos hallados en los arándanos tienen la capacidad de detener la proliferación de células cancerosas en el colon, además de poder inducir el proceso de apoptosis (Abad, 2019).

2.1.3. Composición nutricional

Según estudios el contenido de humedad registró un valor de 81,5%, así como la acidez total de estas bayas en ellas para 1157,03 mg/100g de fruta fresca, expresada en mg de ácido cítrico, por otro lado, el valor de fenol es 1681 mg ácido gálico / 100 g FF (Márquez et al., 2019).

En cuanto a los arándanos se refiere, éstos suelen presentar dentro de su composición química cantidades como 82 a 85 g de humedad, 0,7 gramos de proteínas, 320 miligramos de antocianinas, 14 gramos de carbohidratos, 15 miligramos de fósforo, 6 miligramos de calcio, 1 miligramo de sodio, 0.16 miligramos de hierro y 6,2 miligramos de ácido fólico (Ronquillo et al., 2020).

Además, de su elevado índice de polifenoles en los cuales se encuentran las antocianinas, que le dan su capacidad antioxidante; vitamina A y C, magnesio y potasio; también, de ser bajo en grasas y sodio. Todo en base a 100 gramos de arándano (Mendelova et al., 2021).

Tabla 1*Valor nutricional del arándano basada en una porción fresca de 100 g*

Valor nutricional basada en una porción de 100 g		
COMPONENTES	CANTIDAD	MÍNIMO - MÁXIMO
Agua	84.2 g	80.7 - 86.8 g
Proteínas	0.87 g	0.6 - 1.14 g
Lípidos	0.33 g	0.2 - 0.5 g
Ácido graso saturado	0.028 g	
Glúcidos	10.6 g	
Azúcar	9.96 g	7.67 - 12.3 g
Fibras	2.4 g	2.3 - 2.8 g
Ácidos orgánicos	1.37 g	
Energía	57 kcal	
VITAMINAS		
Provitamina A Beta-caroteno	32 ug	13 - 89 ug
vitamina A	5.34 ug	2.17 - 14.84 ug
vitamina B1	0.037 mg	0.022 - 0.069 mg
vitamina B2	0.041 mg	0.02 - 0.06 mg
vitamina B3	0.42 mg	0.22 - 0.87 mg
vitamina B5	0.12 mg	0.058 - 0.16 mg
vitamina B6	0.052 mg	0.024 - 0.08 mg
vitamina B9	6 ug	3 - 11 ug
Vitamina C	9.7 mg	7.4 - 11.5 mg
Vitamina E	0.57 mg	0.4 - 1 mg
MINERALES Y OLIGO-ELEMENTOS		
Cobre	0.057 mg	0.015 - 0.088 mg
Hierro	0.28 mg	0.11 - 0.41 mg
Yodado	0.5 ug	
Magnesio	6 mg	5 - 7 mg
Manganeso	0.34 mg	0.16 - 0.43 mg
Fósforo	12 mg	7 - 16 mg
Potasio	77 mg	72 - 83 mg
Sodio	1 mg	
Zinc	0.16 mg	0.1 - 0.28 mg
Ácidos fenólicos	2.9 mg	
Flavonoides	1.27 mg	
Estilbeno	0.67 mg	
Polyfenol total	4.84 mg	

Nota. Fuente: Tomado de MINCETUR –2019

2.1.4. Conservación

Los arándanos son frutos climatéricos porque cuando se cosechan en madurez fisiológica pueden alcanzar un estado de madurez máxima e incluso después se produce una sobremaduración rápida, asociada con un ablandamiento excesivo de la fruta, pérdida de sabor y olor; la tasa de maduración de los frutos está directamente relacionada con la temperatura de almacenamiento a la que se manipulan después de la cosecha de los arándanos (García J., 2019).

El manejo adecuado de la temperatura postcosecha contribuye de manera importante a la calidad de la fruta. Por ejemplo, a temperaturas de 4 °C a 5 °C, la tasa respiratoria de los arándanos se considera de baja a moderada. Sin embargo, cuanto mayor sea el valor de la escala los cambios fisiológicos relacionados con la madurez y la calidad serán mayores (Espinoza G., 2019).

2.1.5. Exportación

En el año de cosecha 2019/2020, se exportaron 261.500 toneladas desde el hemisferio sur, un 18% menos que la cosecha anterior, 2018/2019. Los países que contribuyen a este aumento de las exportaciones son Perú y Chile. 88% de las exportaciones totales, sin embargo, en 2020, Perú ha incrementado su volumen exportado a 27,5%, ampliando la distancia con Chile, que no ha experimentado un crecimiento significativo (Salazar, 2020). Desde la campaña 2011/2012, las exportaciones de arándanos en Perú han experimentado un notable crecimiento en su tasa, partiendo de un volumen de exportación de apenas 9 toneladas. En la actualidad, Perú ha alcanzado el estatus de líder mundial en exportaciones de arándanos (EAST FRUIT, 2021).

En un 56% las exportaciones de arándanos son compradas por Estados Unidos y México por sus menores costos logísticos hacia estos países del norte (Salazar, 2020).

2.1.6. Arándanos rojos

El nombre científico de esta clase de arándano es *Vaccinium vitis-idaea* y también se les conoce como cranberry, variedades de moras, provienen de un arbusto y sus ramas alcanzan una altura promedio de 20 cm, sin embargo, estas plantas solo crecen a una altura de 500 msnm y en ambientes sombríos, estas condiciones son necesarias para la retención de humedad y la posible fructificación. Sus bayas son rojas, no tan dulces como los arándanos porque su sabor es muy ácido (Portillo, 2019).

2.2. Almendra

La almendra (*Prunus amygdalus* o *Prunus dulcis*, *Amygdalus communis*), este fruto, que pertenece a la familia Rosaceae, presenta un color marrón amarillento y una textura ligeramente dura y crujiente. Su forma se asemeja a una lágrima aplanada, y su longitud oscila entre 1 y 2 cm, la producción peruana se encuentra en Madre de Dios en la parte sureste del país Buendía y Rojas (2021).

La almendra ha sido un alimento fundamental desde tiempos antiguos, incluyendo los días bíblicos, y proviene originalmente del oeste de Asia. Los fenicios llevaron su cultivo a lo largo de toda la cuenca mediterránea, y los romanos lo enaltecieron. En la actualidad, California lidera la producción mundial de almendras, con más de 500.000 hectáreas dedicadas a su cultivo, siendo el árbol más plantado en el estado. En tiempos recientes, el cultivo de almendras está atrayendo más atención debido a su facilidad de mecanización y su capacidad para obtener un producto de alta calidad con un consumo de agua moderado. Además, permite combinar las labores agrícolas con otras ocupaciones, lo que resulta especialmente interesante en una época de creciente empleo agrícola a tiempo parcial. Por todas estas razones, la producción de almendras es un cultivo fascinante desde diversos puntos de vista (Córdova, 2020).

2.2.1. Beneficios para la salud

Las almendras son una fuente rica de grasas no saturadas, con 3,5 g de ácido linoleico en una porción de 28 g, lo que contribuye a mantener niveles de colesterol saludables en el organismo. Reemplazar las grasas saturadas con grasas no saturadas en la dieta también ayuda a mantener el colesterol en niveles normales. Gracias a su contenido elevado de α -tocoferol y componentes polifenólicos, las almendras poseen una destacada capacidad antioxidante, mejorando la absorción de hierro en la dieta. El consumo de almendras, a pesar de contener aproximadamente la mitad de su contenido en grasa, ha demostrado beneficios para la salud. Ingerir 7 g de este fruto puede contribuir a reducir el colesterol en las lipoproteínas de baja densidad en un 1%. Además, se ha evidenciado que es seguro consumir hasta 84 g de almendras diariamente sin aumentar de peso, según investigaciones realizadas por Khorramian en 2021.

Por otro lado, Pribis y Hale-Shukitt (2021) sostienen que incluir regularmente frutos secos y bayas en la dieta puede ser una estrategia complementaria para el tratamiento y prevención de enfermedades neurodegenerativas y trastornos cerebrales relacionados con el envejecimiento. Aunque la evidencia de ensayos en seres humanos es limitada, los resultados preliminares muestran posibles efectos beneficiosos, especialmente en personas

de edad avanzada, como una mejora en la función de la memoria, cognición global y reducción de la depresión.

2.2.2. Composición nutricional

Las almendras son ricas en magnesio, riboflavina, vitamina E, fibra y fósforo. A la misma vez proporcionan 6 gramos de proteína vegetal, son naturalmente bajas en azúcares y libres de sodio. Una porción de 28 gramos tiene 1 gramo de grasas saturadas y 13 gramos de grasas insaturadas “buenas” (Ronquillo et al., 2020).

Tabla 2

Valor nutricional de la almendra basada en una porción fresca de 100 g

Valor nutricional basada en una porción de 100 g		
	CANTIDAD	MÍNIMO - MÁXIMO
COMPONENTES		
Agua	4.41 g	4.05 – 5.12 g
Proteínas	21.15 g	20.75 – 21.56 g
Lípidos	49.93 g	49.62 – 52.14 g
Azúcar	4.35 g	4.16 – 4.85 g
Fibra dietaria total	12.5 g	12.2 – 12.8 g
Carbohidratos	21.55 g	21.3 – 21.9 g
Cenizas	2.97 g	
Energía	579 kcal	
VITAMINAS Y MINERALES		
Calcio	269 mg	250 – 285 mg
Hierro	3.71 mg	3.54 – 3.96 mg
Magnesio	270 mg	
Fósforo	481 mg	460 – 490 mg
Tiamina	0.205 mg	
Riboflavina	1.138 mg	1.115 – 1.160 mg
Niacina	3.618 mg	3.425 – 3.756 mg
Folato, total	44 µg	
Folato, alimentario	44 µg	
Folato, DFE	44 µg	
LÍPIDOS, AMINOÁCIDOS Y FLAVONOIDES		
Á. grasos saturados	3.802 g	3.525 – 3.974 g
Á. grasos monoinsaturados	31.551 g	30.65 – 33.41 g
Á. grasos poliinsaturados	12.329 g	11.05 – 13.45 g
Ácidos grasos trans	0.015 g	0.011 – 0.026 g
Stigmasterol	4 mg	
Campesterol	5 mg	
Beta – sitosterol	13 mg	
Antocianinas		
Cianidina	2.4 mg	2.12 – 2.65 mg
Flavan-3-oles		
(+) – Catequina	1.3 mg	
(-) – Epigallocatequina	2.6 mg	2.4 – 2.8 mg
(-) – Epicatequina	0.6 mg	

Notas. Fuente: Buendia y Rojas (2021).

2.3. Panela

La panela es un producto 100% natural con un contenido calórico reducido. Su base principal es el jugo de caña de azúcar, y es relevante destacar que no contiene altos niveles de calorías, a diferencia de otros edulcorantes como el azúcar. La obtención de la panela se lleva a cabo mediante la extracción del jugo de la caña de azúcar sin someterlo a procesos de refinamiento o tratamientos químicos, preservando así su carácter natural. El proceso de producción implica secar el jugo a alta temperatura, lo que da como resultado una mezcla viscosa que, al enfriarse y endurecerse, se corta o raspa para obtener el polvo de panela como producto final. Para conservar todos sus nutrientes, es importante almacenar la panela en un lugar fresco y seco (Gómez, 2021).

La panela es un producto natural obtenido de la caña de azúcar, utilizado como edulcorante y valorado como un alimento esencial en las comunidades rurales como sustituto del azúcar refinado. A diferencia de este último, la panela presenta un alto contenido de nutrientes, vitaminas y minerales debido a que su producción es totalmente artesanal, lo que permite preservar todas las propiedades beneficiosas del producto. Entre sus elementos se encuentran carbohidratos, vitaminas, proteínas, grasas, agua y minerales como calcio y fósforo, los cuales son fundamentales para la salud ósea, dental, y para el correcto funcionamiento del metabolismo, incluyendo el intercambio de energía y grasas. También es rica en hierro, sodio, potasio y magnesio, nutrientes importantes para la nutrición, especialmente en el caso de los niños (Suárez, y Nieto, 2019).

Desde tiempos ancestrales, la panela ha sido utilizada como un sustituto de azúcar blanca, y actualmente, sigue siendo un endulzante natural muy versátil en diversas bebidas como té, jugo, café y postres. Sin embargo, también se consume en su estado natural, diluida con agua, con la adición de hierbas o simplemente con limón, a veces acompañada de trozos de queso, lo cual es típico en muchos lugares. Cada vez más, la panela está siendo empleada en la alta cocina debido a sus propiedades y beneficios altamente favorables (Nastul, 2022).

2.3.1. Beneficios para la salud

La panela es conocida por ser un producto completamente natural, beneficioso para la salud y de origen orgánico. Su componente principal proviene del jugo de caña de azúcar. Sin embargo, su composición incluye un 6% de fructosa, un 6% de glucosa, un 83% de sacarosa y un 85-95% de carbohidratos, pero no contiene grasas. Se destaca como un endulzante libre de sustancias dañinas para el organismo, lo que contribuye a prevenir enfermedades respiratorias. Además, su consumo ayuda a evitar la aparición de osteomalacia, anemia y raquitismo (Gómez, 2019).

2.3.2. Composición nutricional

Los análisis químicos realizados en la composición de la panela han revelado su valor nutricional, que se destaca por su contenido energético y abundancia de sales minerales, como el calcio, potasio, sodio, hierro y magnesio (Huamán y Navarro, 2021).

Según Gómez (2019), la composición porcentual del jugo de caña de azúcar incluye: agua (73-76%), sólidos (2-27%), fibra seca (11-16%) y sólidos solubles (10-16%). Por otro lado, la composición química de la panela por cada 100 gramos es la siguiente: sacarosa (72 a 92%), fructosa (1,5 a 7%), glucosa (1,5 a 7%), almidón (0,001 a 0,05%), carboxilos (1,1 a 3,0%), materia seca (29%), hemicelulosa (20%), y proteína cruda (2%).

Tabla 3

Valor nutricional de la panela basada en una porción fresca de 100 g

Valor nutricional basada en una porción de 100 g		
COMPONENTES	CANTIDAD	MÍNIMO - MÁXIMO
Proteínas	0.7 g	
Lípidos	0.14 g	0.11 – 0.17 g
Fibra	0.27 g	0.23 – 0.34 g
Carbohidratos	80 g	
Energía	351 kcal	
MINERALES		
Sodio	60 mg	
Calcio	204 mg	190 – 213 mg
Hierro	5 mg	3.54 – 3.96 mg
Fósforo	66 mg	60 – 70 mg
Potasio	165 mg	
VITAMINAS		
Vitamina A	1 mg	
Vitamina B1	5 mg	4 – 6 mg
Vitamina B2	1.5 mg	1 – 2.5 mg
Vitamina C	3 mg	1.5 – 5.5 mg

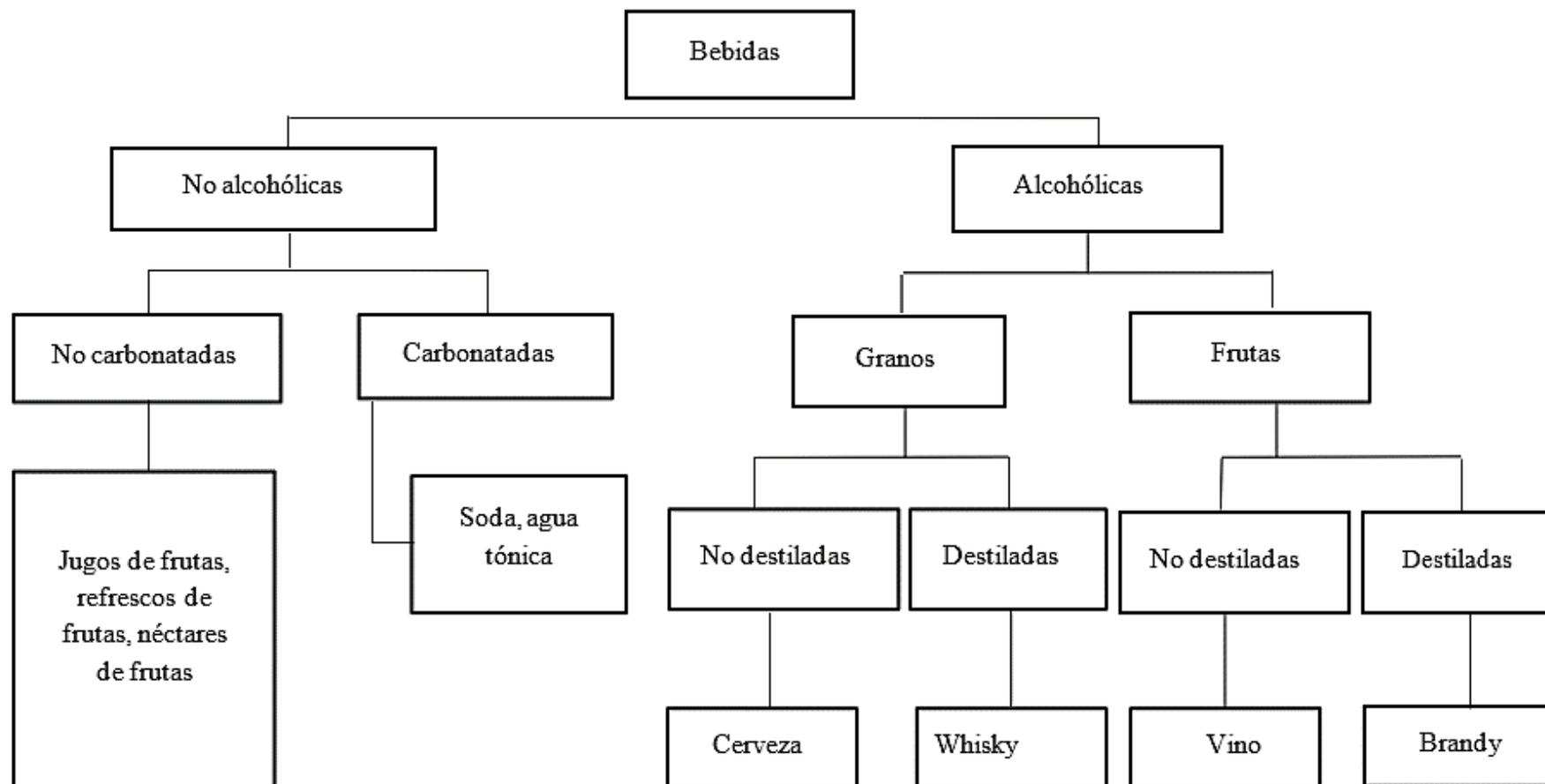
Notas. Fuente: (Gómez, 2016)

2.4. Bebidas

En el ámbito de la industria alimentaria, un sector importante y altamente solicitado es el de las bebidas, que se categorizan principalmente en función de su contenido de alcohol o su carencia de este componente (FAO, 2019).

Figura 1

Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol FUENTE: FAO, 2019.



El mercado de bebidas está en constante expansión y los expertos señalan que la preferencia de los consumidores está inclinándose hacia las bebidas no alcohólicas. Esto se debe al creciente interés de las personas por cuidar su salud y la percepción de una estrecha relación entre la alimentación y las bebidas que consumen. (Berto, 2019).

Una bebida no alcohólica se define como aquella que no ha sido sometida a fermentación, pudiendo ser carbonatada o no, y es elaborada utilizando agua, ingredientes característicos de la bebida específica, y productos autorizados para su preparación (Wilson, 2021).

2.4.1. Bebida funcional

2.4.1.1. Definición

Calvo et al. (2019) menciona que las bebidas funcionales son aquellas que se ingieren con propósitos específicos, particularmente aquellas que podrían mejorar la hidratación y abordar otras necesidades fisiológicas. Asimismo, se caracterizan por contener ingredientes no tradicionales que se ha demostrado que ofrecen beneficios para la salud, lo que ayuda a reducir el riesgo de enfermedades (Martínez-Carrera et al., 2021).

Según Naranjo (2019), las bebidas funcionales son aquellas que proporcionan beneficios para la salud y el bienestar personal. Estas bebidas pueden ser naturalmente funcionales, como el té que contiene antioxidantes de forma inherente, o pueden ser enriquecidas con nutracéuticos como calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, probióticos, L. carnitina, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que ofrecen beneficios específicos que se pueden declarar en el producto.

Las bebidas funcionales desempeñan un papel crucial en la protección de la salud y la prevención de enfermedades. Se consideran una forma relevante de incorporar componentes nutracéuticos enriquecedores, como fibra soluble o extractos herbales. Existe una amplia variedad de bebidas funcionales disponibles, como tés helados, cafés, bebidas para deportistas, tés herbales, bebidas carbonatadas congeladas, mezclas de mentas, zumos de verduras y batidos (Kausar et al., 2021). Al incorporar ingredientes funcionales en formato de bebida, se ofrece a los consumidores una opción cómoda y asequible para satisfacer necesidades específicas de salud (Yu y Bogue, 2018).



Figura 2

Diferentes bebidas funcionales

2.4.1.2. Clasificación de Bebidas Funcionales

A continuación, se presenta una clasificación general de las bebidas funcionales, según la función que cumplen:

Tabla 4*Clasificación general de bebidas funcionales.*

PROPIEDAD FUNCIONAL	CARACTERISTICAS
Control de peso o apropiadas para diabéticos	Se constituyen por azúcares o edulcorantes artificiales (bebidas light). Contienen polisacáridos que tienen el efecto de provocar un índice glucémico bajo.
Orgánicas/Naturales	Se elaboran de vegetales cultivados en ausencia de pesticidas o de abonos químicos y procesados sin conservadores o aditivos químicos, pero pueden tener aditivos naturales.
Energizantes/Revitalizantes	Aceleran el sistema nervioso simpático. Se le añade cafeína o algún otro alcaloide estimulante. Puede añadirseles ginseng.
Reductoras de colesterol	Se les añade etanol o sus esteres fitoesteres.
Relajantes	Elaboradas a base de hierbas con opiáceos en bajas concentraciones.
Reconstituyentes/Hidratantes	Aportan valor energético y un índice glucémico alto. Añadidas con hidrolizados de proteínas vegetales o animales, carbohidratos, vitaminas y minerales. Se formulan para grupos específicos: niños, ancianos, mujeres, deportistas, etc.
Cultivadas de úlceras	Se utilizan extractos de aloe vera (sábila) y nopal. Proveen gomas y otros agentes químicos con propiedades antiinflamatorias, regeneradoras de tejido, antibióticos y que aceleran el metabolismo de los lípidos.
Mitigantes del envejecimiento	Se les adicionan ácidos grasos omega-3, omega-6 o compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes.
Simbióticas	Contienen una o más especies de bacterias lácticas o actinomicetos con carácter prebiótico, además de contener oligosacáridos que funcionan como prebióticos y como fibra biológica.

FUENTE: Ramos *et al.* 2021.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este estudio de investigación fue llevado a cabo en diversos laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Del Santa, que se enumeran a continuación:

- Planta Piloto Agroindustrial (PPA)
- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (IITA)
- Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales
- Laboratorio de Fisicoquímica

3.2. Materiales e instrumentación

3.2.1. Materia prima

- El arándano es una especie de baya esférica de tamaño pequeño de 1 a 3 cm de diámetro, cuyo peso es de 0.5 a 0.4 g y su color característico es el rojo o azul oscuro, siendo las principales zonas productoras las provincias de Virú, Trujillo, Chepén y Ascope. Camelo y López (2021)
- La almendra, conocida científicamente como *Prunus amygdalus* o *Prunus dulcis*, *Amygdalus communis*, es miembro de la familia Rosaceae. Este fruto presenta un color marrón amarillento, una textura ligeramente dura y crujiente, y tiene una forma similar a una lágrima aplanada, con una longitud de 1 a 2 cm. La producción peruana de almendras se encuentra ubicada en la región de Madre de Dios, en la parte sureste del país. Buendía y Rojas (2021)
- La panela es una forma de azúcar obtenida directamente del jugo de la caña de azúcar, a diferencia del azúcar convencional que se extrae de la remolacha. Su proceso de elaboración es completamente manual y no incluye refinamiento ni blanqueamiento. La panela es esencialmente jugo de caña de azúcar que, tras algunos hervores, pierde humedad y forma melaza Castillo, (2022).

3.3. Materiales de Laboratorio

- Tubo de ensayo
- Vaso beaker de 50, 100, 250 y 1000 ml
- Gradilla para tubos de ensayo
- Pisceta
- Pipeta graduada 1 y 10 ml
- Vaso de plástico
- Probetas de 50 ml
- Varilla de agitación
- Jarras milimetradas
- Matraz Erlenmeyer 250 ml
- Fiolas
- Crisoles
- Placas Petri
- Espátula
- Pinza metálica
- Pinza de madera
- Pera de succión
- Agua destilada
- Hielo
- Papel filtro
- Picnómetro
- Mechero Bunsen
- Campanas de Durham

3.4. Otros materiales

- Mesa de acero inoxidable
- Olla de aluminio n°50
- Cucharas de acero inoxidable
- Botellas de vidrio de 286 ml
- Cuchillos
- Embudo
- Algodón
- Aluminio
- Agua mineral

- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Jeringas
- Cucharón

3.5. Reactivos

- Reactivo de folin-ciocalteu (2n)
- Ácido gálico
- Metanol 80%
- Sol. Estándar radical DPPH
- Sol. Estándar de trolox
- Ácido cítrico
- Carbonato de sodio al 7%
- Alcohol isoamílico
- Cultivo de mesófilos aerobios
- Cultivo para coliformes totales
- Fenolftaleína 2%
- Agua destilada
- NaOH 0.1 N
- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Glucosa
- Caldo Brila
- Agar Plate Count (APC)
- DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico)

3.5.1. Equipos e Instrumentos

- Equipo: Balanza analítica
 Marca: PRECISA
 Modelo: XB 2200C
 Serie: 320XB5200093
- Instrumento: Refractómetro
 Marca: ATC
 Rango: 0 – 85 °Bx
- Instrumento: Termómetro de mercurio
 Marca: BOECO Germany
- Equipo: PH-metro multiparámetro
 Marca: THERMO SCIENTIFIC

Modelo: ORION STAR A211

- Equipo: Centrifugadora
Marca: SIGMA
Modelo: 4 – 16KS
Serie: 5710385
- Equipo: Espectrofotómetro UV – Visible
Marca: Unico
Modelo: 2800 UV/VIS
- Equipo: Kjeldahl
Marca: FOSS
Modelo: Kjeltac™ 8100
- Equipo: Cocina eléctrica
Marca: Lizeth
- Equipo: Licuadora Industrial
Marca: Ecoserv
- Equipo: Colorímetro digital
Marca: KONICA MINOLTA
Modelo: CR – 400
- Equipo: Viscosímetro digital
Marca: BROOKFIELD
Modelo: DV-III ULTRA
- Equipo: HPLC
Marca: THERMO SCIENTIFIC
Modelo: Ultra Mate 3000
Columna: Amino

3.6. Metodología

3.6.1. Población

El objeto de estudio de esta investigación es el arándano cultivado en el valle del Chao por la empresa Camposol. Esta compañía produce alrededor de 30 mil toneladas de arándanos, distribuyendo aproximadamente el 85% para exportación y el 15% para el mercado nacional y desecho Camelo y López (2021).

3.6.2. Muestra

La muestra con respecto al arándano, la cantidad por utilizar serán alrededor de 20 kg de la variedad de arándano azul o también conocido como blueberry, llamado científicamente llamado *Vaccinium myrtillus*, producida de la zona del Valle del Santa, con una uniformidad en el estado maduro y un color azul oscuro sin presencia de deterioro o daño.

Por otro lado, la cantidad a utilizar de almendra será alrededor de 15 kg de la variedad común o también llamada comuna, llamado científicamente *Prunus dulcis*, producida en su mayoría en California Estados Unidos, con una uniformidad en todo el fruto, una cubierta marrón rojizo y un fruto color blanco brillante sin alteraciones en su estructura como grietas, agujereamiento y deformaciones.

Finalmente, se utilizará aproximadamente 3 kg de panela, también conocida como chancaca, un producto elaborado a partir de la caña de azúcar, científicamente denominada *Saccharum officinarum*. Esta panela se produce en la región norte del Perú, especialmente en los departamentos de Piura, Cajamarca y Lambayeque. El objetivo es obtener un producto limpio y compacto, con un color que varíe desde café claro hasta pardo oscuro (Ramos et al 2021).

3.6.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado es el muestreo no probabilístico e intencional, también conocido como muestreo por conveniencia.

3.6.4. Determinación de las características fisicoquímicas, funcionales, sensoriales y microbiológicas de la bebida funcional.

- **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD:** Se utilizó el método gravimétrico, siguiendo las normas AOAC 2005 y NTP-ISO 6496-2005.
- **PROTEÍNAS TOTALES:** La cantidad de proteína se determinó mediante el Método de Kjeldahl, siguiendo las directrices de AOAC (2005), procedimiento 2005.11.
- **DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE GRASAS TOTALES:** Se determinará mediante el método AOAC 996.06, método de Röse-Gottlieb

- **DETERMINACIÓN DE ACIDEZ:** La determinación se llevará a cabo mediante la neutralización con NaOH, utilizando la técnica de titulación, y los resultados se expresarán en términos de equivalente de ácido cítrico, ya que es el ácido de referencia. Para esto, se seguirá el método AOAC.939.05 (2019).
- **DETERMINACIÓN DE pH:** Para la medición del pH se usará el refractómetro digital automático de la marca Rudolph Research, que previamente se calibrará. Para después obtener el valor del pH.
- **DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE:** La determinación se realizará utilizando la técnica del 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH).
- **DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE POLIFENOLES TOTALES:** El contenido de fenoles totales será evaluado mediante el método de Folin-Ciocalteu. Este procedimiento mide la capacidad reductora de los compuestos fenólicos sobre el reactivo Folin-Ciocalteu, lo cual produce un complejo azul que se leerá a una longitud de onda de 760 nm.
- **DETERMINACIÓN DE VITAMINA C:** Se determinará mediante espectrofotometría, haciendo uso del equipo multimodal y la curva estándar de vitamina C previamente realizada. Se usó el método volumétrico del 2,6-Diclorofenolindofenol, método de la AOAC.967.21,45.1.14.
- **DETERMINACIÓN ANTOCIANINAS:** La cantidad de antocianinas totales se evaluará utilizando el método de pH diferencial con dos sistemas buffer: cloruro de potasio (KCl) y acetato de sodio (CH₃COONa) con pH 1 y 4,5 respectivamente, realizando la medición mediante un espectrofotómetro UV- visible con una longitud de onda a 520 y a 700 nm.
- **DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES:** Los sólidos solubles se expresarán como °Brix, mediante el uso de un refractómetro digital automático, a 23°C. Donde se colocará una gota de bebida funcional en el refractómetro calibrado con agua destilada, leyéndose los °Brix.
- **DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SENSORIALES:** Se lleva a cabo en condiciones de laboratorio controladas y con jueces semientrenados. Esta prueba consiste en medir el grado de satisfacción en términos de color, sabor, olor y aceptabilidad general del producto para obtener información detallada sobre su aceptación a lo largo del tiempo.

- **DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:** Dentro de los análisis microbiológicos se incluye la determinación del recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables, mohos, levaduras y coliformes totales. Estas pruebas son realizadas siguiendo el Método Oficial de Análisis 10.9 establecido por AOAC.

3.6.5. Metodología del proceso de la elaboración de la bebida funcional

3.6.5.1. Elaboración del extracto de almendra.

Recepción: Se recogen los frutos de almendras para su posterior selección y pesado

Selección: Se eliminan los granos dañados y/o material extraño.

Pesado: Se realiza el pesado de la almendra con una balanza digital para determinar rendimientos y pérdidas.

Molido: Haciendo uso de una licuadora industrial, se adicionaron las almendras con cascaras para ser trituradas hasta obtener partículas medianas.

Secado: Se dejó secar la almendra molida en una estufa a 70°C durante 3 horas para eliminar el contenido de agua existente.

Prensado: Con el uso de una prensa hidráulica se extrajo la mayor parte de contenido de aceite dejando así una torta de almendra sin grasa para su posterior dilución.

Dilución: Se diluyeron los gránulos desgrasados de almendra con agua en relación 1:3, 1:4 y 1:5 para obtener el extracto.

Licuada: Después de homogeneizar la mezcla, se vierte en la licuadora y se licúa hasta que las partículas de almendra se vuelvan lo más finas posible y se liberen todos los sabores por completo.

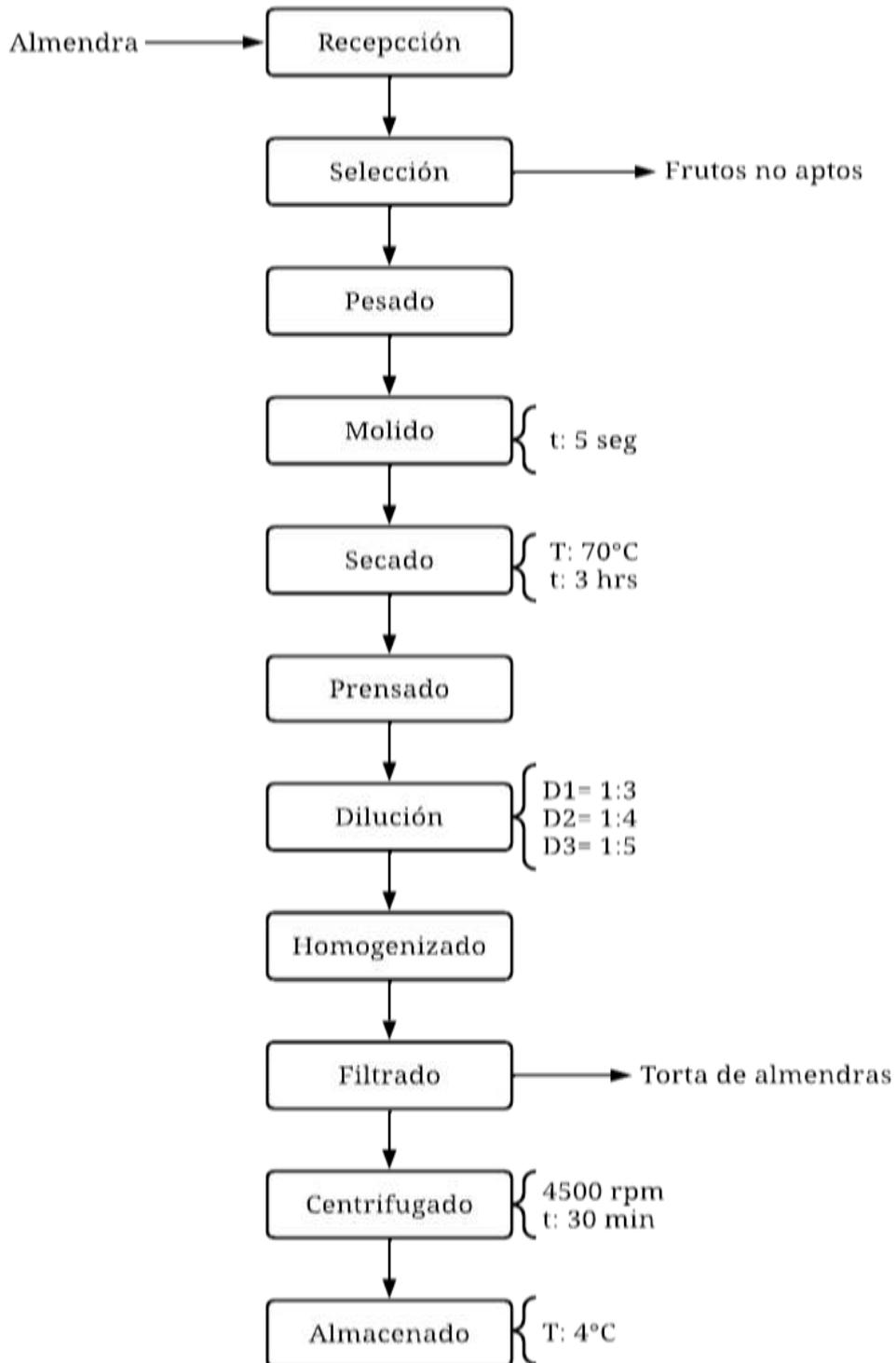
Filtrado: Se realizó un filtrado mediante un nylon previamente lavado y desinfectado, lo que resultó en la obtención de una fase líquida (extracto de almendras) y una fase sólida (torta de almendras).

Centrifugado: Se llevó el extracto filtrado a una centrífuga a 4500 rpm durante 30 minutos para separar cualquier partícula que no haya sido retenida por el proceso de filtrado y así eliminar posible contenido graso que no haya sido extraído en el prensado.

Almacenado: El extracto remanente se preservó en botellas de vidrio previamente desinfectadas y se almacenó en refrigeración para su futura incorporación en la bebida funcional.

Figura 3

Diagrama de flujo para la obtención del extracto de almendra.



3.6.5.2.Elaboración de zumo de arándano.

Recepción: La recolección de la muestra se llevó a cabo utilizando el método de muestreo aleatorio simple.

Seleccionado: Se seleccionan los frutos en estado maduro, firmes y con un color negro azulado uniforme en todo el fruto.

Pesado: Se determinó el peso de los frutos para el posterior cálculo del rendimiento.

Desinfectado: El lavado y desinfección se efectuó sumergiendo la muestra en una solución clorada de 20 ppm junto con agua potable.

Pulpeado: La materia prima fue introducida en un equipo pulpeador del IITA con el objetivo de obtener una pulpa fina sin partículas de gran tamaño o semillas.

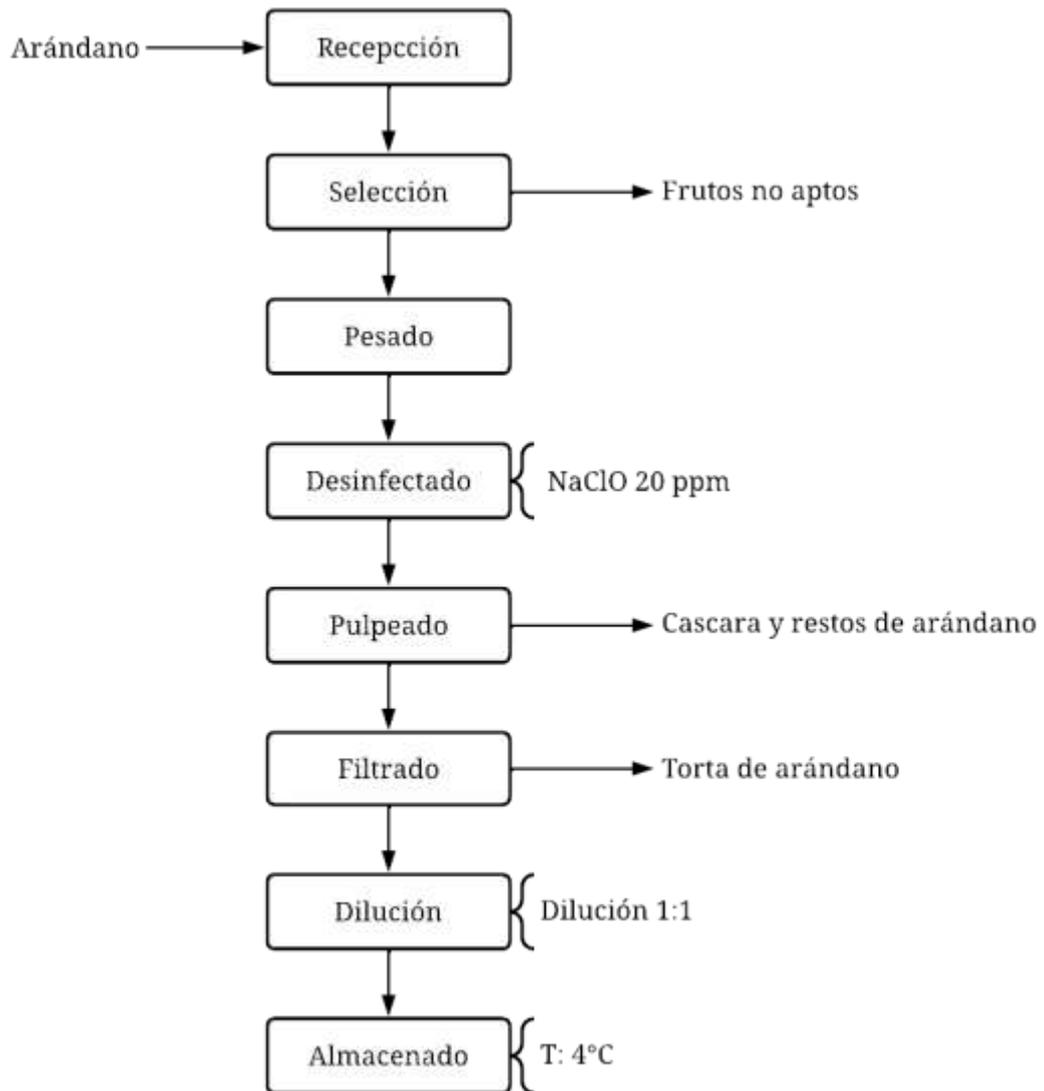
Filtrado: Mediante una tela de nylon lavada y desinfectada para retener cualquier partícula que no haya retenido el pulpeador obteniendo una fase líquida (zumo de arándano) y una fase sólida (bagazo).

Dilución: Se diluyó la pulpa de arándano con agua en una relación 1:1 para obtener el zumo.

Almacenado: El jugo obtenido se guardó en botellas de vidrio previamente desinfectadas y se refrigeró para su futura incorporación en la bebida funcional.

Figura 4

Diagrama de flujo para la obtención de zumo de arándano.



3.6.6. Elaboración de la bebida funcional

Formulación: Se procede a combinar las muestras que forman parte de la bebida funcional siguiendo las proporciones indicadas en el diagrama de flujo.

- **Formulación 1:** 50% de extracto de almendra, 50% de zumo de arándano.
- **Formulación 2:** 40% de extracto de almendra, 60% de zumo de arándano.
- **Formulación 3:** 30% de extracto de almendra, 70% de zumo de arándano.

Estandarizado: En esta operación se añaden los edulcorantes, aditivos, espesantes y conservantes para la bebida funcional para las proporciones mencionadas anteriormente.

Homogenizado: Haciendo uso de un molino coloidal se homogenizó la bebida durante 2 min para evitar una separación por fases entre el extracto de almendras y el zumo de arándano.

Pasteurizado: Se pasteurizó el producto a temperatura promedio de 90 °C, durante 10 segundos.

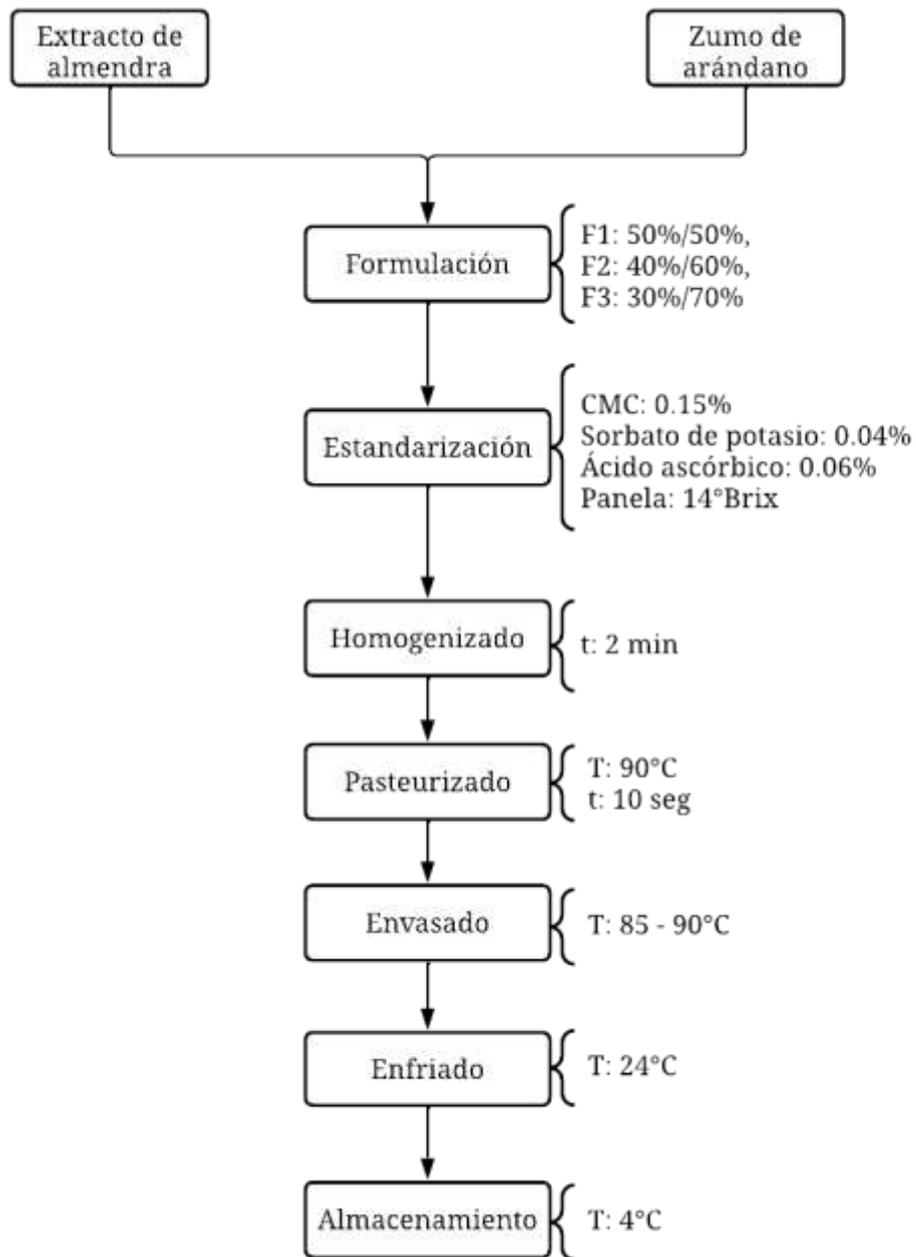
Envasado: La bebida funcional es envasada en botellas de vidrio previamente esterilizadas con una capacidad de 300 mL mediante el método de envasado en caliente a una temperatura entre 85 a 90 °C, con el fin de garantizar una óptima conservación de los compuestos presentes en la bebida.

Enfriado: El producto es enfriado de forma rápida mediante una corriente de agua para reducir su temperatura bruscamente al ambiente (24 °C), lo que ocasionará un vacío dentro del envase.

Almacenado: El producto es almacenado a una temperatura de refrigeración de 4°C.

Figura 5

Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional.



3.7. Formulación de hipótesis

3.7.1. Hipótesis

La formulación óptima consiste en una combinación de extracto de almendra en un rango del 30% al 50%, zumo de arándano entre el 50% y el 70%, y una dilución entre 1:1 y 1:3. Esta mezcla permite obtener una bebida funcional con propiedades funcionales, nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales adecuadas.

3.7.2. Variables

3.7.2.1.Independientes

- Proporción en porcentaje de extracto de almendra y de zumo de arándano.
- Factor de dilución del extracto de almendras.

3.7.2.2.Dependientes:

- Características funcionales (cantidad de polifenoles totales, vitamina C, capacidad antioxidante).
- Características sensoriales (sabor, olor, color y aspecto general).

3.7.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente:					
<ul style="list-style-type: none"> Proporción en porcentaje de extracto de almendra en base al zumo de arándano. 	<ul style="list-style-type: none"> La formulación de la bebida funcional utilizando un porcentaje de extracto de almendra y zumo de arándano con panela. 	<ul style="list-style-type: none"> El extracto de almendra se incorporará con el zumo de arándano para la elaboración de la bebida. 	Porcentaje de extracto de almendra 40%, 50% y 60%. Porcentaje de zumo de arándano 60%, 50% y 40%. Porcentaje de panela 8% del total.	Porcentaje	Razón
<ul style="list-style-type: none"> Factor de dilución 	<ul style="list-style-type: none"> Operación que consta en añadir a una solución un líquido para bajar su concentración. 	<ul style="list-style-type: none"> Se debe tomar en cuenta para lograr una óptima concentración a la bebida. 	Factor de dilución extracto: agua 1:3 - 1:5	Porcentaje	Razón
Variable Dependiente:					
<ul style="list-style-type: none"> Características nutricionales 	<ul style="list-style-type: none"> Son propiedades que nos permiten medir el valor nutricional de la bebida. 	<ul style="list-style-type: none"> La bebida obtenida se someterá a distintas evaluaciones nutricionales y sensoriales para determinar su calidad optima. 	Cantidad de polifenoles totales Vitamina C Capacidad antioxidante Contenido de antocianinas	mgGAE/100g mg ácido ascórbico/100g μmol TROLOX eq. /g mg cianidina 3-glucosido/100g	Razón Razón
<ul style="list-style-type: none"> Características sensoriales 	<ul style="list-style-type: none"> Son propiedades que se pueden describir por los sentidos. 		Sabor, olor, color, aspecto general.	Escala Hedónica (0-5)	

3.8. Propuesta experimental

3.8.1. Diseño experimental

El diseño estadístico empleado en este proyecto de investigación es el Diseño Factorial Categórico.

Se consideran como variables independientes:

- i) Factor de dilución almendra: agua (1:3, 1:4, 1:5). (X1)
- ii) La proporción de extracto de almendra: zumo de arándano (50%:50%, 40%:60%, 30%:70%). (X2)

Se realizará un Diseño Factorial Categórico de 2 factores con 3 niveles: 3^2 .

Se analizarán las variables dependientes o respuestas:

- i) Determinación de vitamina C.
- ii) Determinación de la capacidad antioxidante.
- iii) Determinación de polifenoles totales.
- iv) Determinación de antocianinas.
- v) Determinación de la calidad sensorial (sabor, olor, color y apariencia general).

En la formulación de la elaboración de la Bebida Funcional, se consideraron dos factores, cada uno con dos niveles respectivos. Estos fueron:

Formulación (X1)

Factor de dilución (X2)

El rango correspondiente a X1, será de 50 a 70% y para X2, 1:1 a 1:3.

Figura 6

Esquema del diseño experimental.

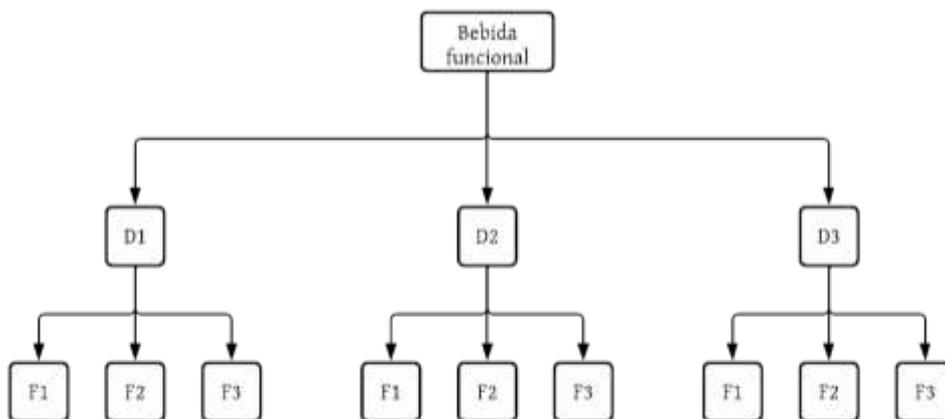


Tabla 2

Niveles de las variables independientes del Diseño Factorial Categórico.

Símbolo	Variables independientes	Niveles		
		-1	0	1
X1	Factor de dilución (D)	1:3	1:4	1:5
X2	Formulación (F)	50%:50%	40%:60%	30%:70%

Tabla 3

Valores codificados y valores reales del Diseño Factorial Categórico 3².

TRATAMIENTO	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	X1	X2	D (g/ml)	F (%)
1	-1	-1	1:3	50:50
2	0	-1	1:3	40:60
3	1	-1	1:3	30:70
4	-1	0	1:4	50:50
5	0	0	1:4	40:60
6	1	0	1:4	30:70
7	-1	1	1:5	50:50
8	0	1	1:5	40:60
9	1	1	1:5	30:70

3.8.2. Diseño estadístico

Se empleó el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II para evaluar los impactos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión (R²), realizar el análisis de la varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta, con un nivel de significancia del 5%. Con el fin de determinar la formulación óptima de la bebida funcional, se realizó una evaluación sensorial basada en el formato hedónico con la participación de 25 panelistas no entrenados. Los resultados fueron analizados mediante un DCA con un arreglo factorial de 3x3=9 y tres repeticiones, lo que dio un total de 27 experimentos. Se evaluaron la cantidad de vitamina C, antocianinas, capacidad antioxidante, polifenoles totales y el análisis sensorial.

3.8.2.1. Diseño de Modelo Estadístico de la Bebida Funcional

Tabla 4

Factor A: Dilución de la almendra en agua

Dilución	torta: agua
D1	1 : 3
D2	1 : 4
D3	1 : 5

D_i = Formulación en el nivel "i"

Tabla 5

Factor B: Concentración o Formulación.

Formulación	Extracto de Almendra (%)	Zumo de Arándano (%)
F1	50	50
F2	40	60
F3	30	70

F_j =Dilución en el nivel "j"

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición proximal de las materias primas que participan en la formulación de la bebida.

La pulpa de arándano, almendra y panela fueron caracterizadas todas por triplicado respecto a los análisis de humedad, grasas, fibra, cenizas, carbohidratos y proteínas. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de dichos análisis.

Tabla 6

Composición proximal de las materias primas

Composición Proximal	Arándano	Almendra	Panela
Humedad	84.67±0.89	4.87±0.07	5.30±0.53
Grasas	0.40±0.08	58.58±0.24	0
Fibra	1.16±0.35	20.82±2.22	0.29±0.13
Cenizas	0.49±0.2	2.69±0.09	0.91±0.01

Se caracterizó el fruto del arándano, con valores de humedad promedio de 84,67%, un contenido de grasas del 0.4%, fibra de 1.16% y cenizas 0.49%. Estos valores son similares a los reportados por Curo y Montenegro (2018) cuyos valores de humedad (86.12%), grasas (0.51%), fibra (1.5%) y cenizas (0.66%), del mismo modo Parria y Terrones (2021) en su caracterización reportaron valores de humedad de 84.73% y un contenido de cenizas del 0.22%, siendo los valores reportados en este trabajo similares a estos.

Las almendras contienen una humedad promedio de 4,87%, un contenido de grasas del 58.58%, fibra de 20.82% y cenizas 2.69%. Según Buendia y Rojas (2021), la composición principal de las almendras son las grasas ya que constituyen alrededor del 54% de su peso seco, esto debido al alto contenido de ácidos grasos, entre monoinsaturados (65%), poliinsaturados (26%) y grasas saturadas (<10%) concuerdan con los reportados en la investigación. Asimismo, la USDA (2015) sostiene datos similares (49.93%) con respecto al contenido de grasas, del mismo modo, con respecto a su contenido de humedad (4.41%), fibra dietética total (12.5%) y cenizas (2.97%) los datos son similares por lo cual se corrobora que los métodos utilizados fueron efectivos para determinar la composición

proximal de la almendra. Asimismo, la presencia mayoritaria de fibra en este fruto se encuentra en su cascara o piel. Finalmente, Benavides (2021) menciona que además que por 30 gramos de producto (1 oz) se obtienen 4 gramos de fibra, además que, en su composición grasa total, predominan principalmente con un 92% la insaturadas de la cual un 70% es únicamente monoinsaturada mientras que el 25.8% es grasa poliinsaturada, en donde entre ellas se encuentra el omega 6.

En el caso de la panela, contiene en su composición proximal una humedad promedio de 5.30%, no se detectó la presencia de grasas, así como de proteínas en las muestras analizadas, fibra de 0.29% y cenizas 0.91%, al respecto Obando (2019) menciona que este subproducto del azúcar compuesta por principalmente por carbohidratos siendo estos un 90% de todo el compuesto, asimismo contiene proteínas, vitaminas, agua, minerales y grasas, siendo este último un compuesto que no se ha detectado al momento de realizar los análisis. Cruz Valderrama (2020) menciona que, entre su composición proximal, principalmente se compone de sacarosa (76 – 89%) y agua (1.5–15.8%). Explica además que la variación en su contenido de agua se debe principalmente al procedimiento y a las condiciones en las que es obtenida y por ende varía respecto a la localidad o región. Además, debido a su contenido mineral, este también posee un porcentaje considerable de cenizas entre 0.3 y 3.6%.

4.2. Características fisicoquímicas de las materias primas

Tabla 7

Características fisicoquímicas de las materias primas

Parámetro	Arándano	Almendra	Panela
pH	3.10±0.105	5.53±0.04	4.78±0.065
Acidez (%)	2.16±0.05	0.05±0.01	0.26±0.02
Sólidos totales disueltos	12°Brix	3.5°Brix	80°Brix
Vitamina C (mg/100g)	12.08±3.62	0	10.04±1.2

Con respecto al análisis fisicoquímico de las materias primas observamos que el arándano presentó valores de pH de 3.10, acidez 1.16%, sólidos disueltos 12° y vitamina C de 12.08 valores similares a los reportados por Paria y Terrones (2021) quienes obtuvieron un pH de

3.02, una acidez de 2.27% una concentración de sólidos disueltos de 13.08 y una concentración de vitamina C de 13.07mg/100g lo cual indica que los métodos de lectura fueron los correctos para determinar su composición fisicoquímica.

En los análisis realizados para la panela, se obtuvieron valores de pH de 4.78, acidez de 0.26 y una concentración de sólidos disueltos expresada en 80° Brix. Además, se encontró un contenido de vitamina C de 10.04 mg/100g. Según Castillo (2021), la panela es rica en micronutrientes, lo que contribuye a que su composición no sea completamente sacarosa debido al proceso de elaboración. Asimismo, se menciona que contiene vitaminas como A, C y D. Por otro lado, Cruz Valderrama (2020) indica que la sacarosa es el componente predominante en la panela, con un contenido que varía entre 76.55% y 89.48%, seguido de azúcares reductores que representan entre el 3.69% y el 10.5%. Esto explica por qué su contenido de sólidos disueltos no alcanza el 100%, ya que otros compuestos como el agua contribuyen a la acidez del producto debido a la presencia de vitamina C o ácido ascórbico.

4.3. Determinación de la formulación óptima en base a la aceptabilidad

Se sometió cada tratamiento a un análisis sensorial el cual permitió evaluar la bebida funcional por los atributos color, olor, sabor y aceptabilidad general con una escala hedónica de 9 puntos conformada por 25 panelistas. Además, se analizó la intención de compra de los panelistas.

Tabla 8

Promedios y desviación estándar de los puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento

Tratamiento	Factor de dilución (Almendra: Agua)	Formulación (extracto – zumo)	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad general
T1		50% - 50%	5.84±1.62	6.12±1.72	6.48±1.58	5.76±1.56
T2	1:3	60% - 40%	5.92±1.4z1	6.36±1.58	6.44±1.33	6±1.41
T3		70% - 30%	5.92±1.47	6.28±1.34	6.44±1.42	6.28±1.34
T4		50% - 50%	6.36±1.38	6.52±1.23	6.4±1.38	6.24±1.33
T5	1:4	60% - 40%	6.12±1.39	6.32±1.35	6.44±1.5	6.28±1.1
T6		70% - 30%	6.32±1.18	6.68±1.18	6.72±1.31	6.72±1.1
T7		50% - 50%	6.2±1.32	6.36±1.32	6.84±1.4	6.64±1.22
T8	1:5	60% - 40%	6.28±1.59	6.72±1.43	7±1.41	6.72±1.34
T9		70% - 30%	6.08±1.32	6.56±1.26	6.92±1.5	6.92±1.47

4.3.1. Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial

El análisis sensorial realizado con la participación de 25 panelistas no entrenados fue sometido a un análisis estadístico para determinar si existían diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Para este análisis, se empleó el software STATGRAPHICS CENTURION XVI.

4.3.1.1. Evaluación sensorial del atributo "color".

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de los 9 tratamientos formulados y se analizó el atributo "color" para determinar su significancia mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 9

Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Panelistas	290.107	24	12.0878	16.16	0.0000
B: Formulaciones	7.23556	8	0.904444	1.21	0.2957
Residuos	143.653	192	0.748194		
Total (corregido)	440.996	224			

Los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional con respecto al atributo "Color" se muestran en la tabla 9. Se puede observar que, con excepción de los panelistas, las formulaciones no influyen significativamente en el resultado del color, ya que los valores-P son mayores a 0.05. Esto indica que las formulaciones realizadas no tienen un impacto significativo en el color percibido por los panelistas, con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 10

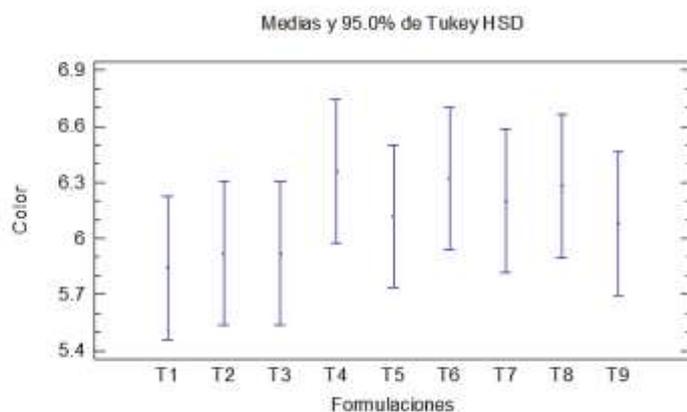
Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	25	5.84	0.172996	X
T3	25	5.92	0.172996	X
T2	25	5.92	0.172996	X
T9	25	6.08	0.172996	X
T5	25	6.12	0.172996	X
T7	25	6.2	0.172996	X
T8	25	6.28	0.172996	X
T6	25	6.32	0.172996	X
T4	25	6.36	0.172996	X

La Tabla 10 nos muestra que, pese a que ningún tratamiento es significativamente diferente de otro, se puede observar que en cuanto al color el tratamiento 4 presentó el mayor valor (6.36) en cambio el tratamiento 1 (5.84) presenta la menor preferencia con respecto a las demás, sin embargo, en ninguna de ellas se obtuvieron puntajes menores a 5 (no me gusta ni me disgusta). En consecuencia, no se encontró una relación significativa entre los tratamientos realizados y el color de la bebida funcional, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 7

Gráfico de medias del tributo color



Según los resultados de la figura 7, en el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, se observa que el tratamiento 4 (dilución 1:4; formulación 50% -50%) es la bebida funcional con mayor aceptación por los panelistas en términos del atributo de Color. En contraste, el tratamiento 1 (dilución 1:3; formulación 50% -50%) obtuvo la menor media en comparación con los demás tratamientos. No obstante, es importante señalar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos de confianza se traslapan en dirección vertical.

4.3.1.2. Evaluación sensorial del atributo “olor”.

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de los 9 tratamientos formulados, centrándose en el atributo "olor". Con el propósito de determinar la relevancia de este atributo, se empleó el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 11

Análisis de varianza para el atributo olor de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Panelistas	305.982	24	12.7493	22.35	0.0000
B: Formulaciones	7.79556	8	0.974444	1.71	0.0987
Residuos	109.538	192	0.570509		
Total (corregido)	423.316	224			

Los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en relación al atributo "Olor" se presentan en la tabla 11. Se puede observar que, con excepción de los panelistas, las formulaciones no tienen una influencia significativa en el resultado del olor, ya que los valores-P son mayores a 0.05. Esto indica que las formulaciones realizadas no tienen un impacto estadísticamente significativo en el olor percibido por los panelistas con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 12

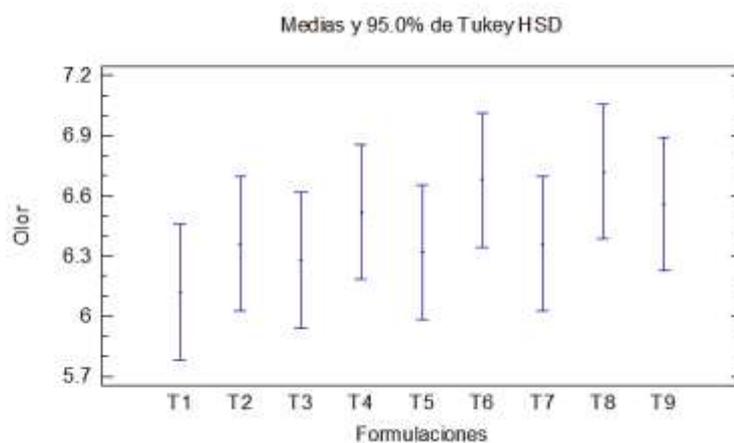
Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	25	6.12	0.151064	X
T3	25	6.28	0.151064	X
T5	25	6.32	0.151064	X
T2	25	6.36	0.151064	X
T7	25	6.36	0.151064	X
T4	25	6.52	0.151064	X
T9	25	6.56	0.151064	X
T6	25	6.68	0.151064	X
T8	25	6.72	0.151064	X

La Tabla 12 nos muestra que, pese a que ningún tratamiento es significativamente diferente de otro, se puede observar que en cuanto al olor el tratamiento 8 presentó el mayor valor (6.72) en cambio el tratamiento 1 (6.12) presenta la menor preferencia con respecto a las demás, sin embargo, en ninguna de ellas se obtuvieron puntajes menores a 5 (no me gusta ni me disgusta). Por tanto, no existe una relación significativa entre los tratamientos realizados respecto al color de la bebida funcional con un nivel de confianza del 95%.

Figura 8

Gráfico de medias del atributo olor



De la Figura 8, en la gráfica de medias a un nivel de confianza del 95%, se puede observar que el Tratamiento 8 (dilución 1:5; formulación 60% - 40%) es la bebida funcional con mayor aceptación entre los panelistas en cuanto al atributo olor, mientras que el Tratamiento 1 (dilución 1:3; formulación 50% - 50%) es la bebida funcional con menor valor medio entre todos los tratamientos. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas ya que los intervalos se superponen en la dirección vertical.

4.3.1.3. Evaluación sensorial del atributo “sabor”

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de las 9 formulaciones de la bebida funcional y se analizó el atributo "sabor" para determinar la significancia de este atributo mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 13

Análisis de varianza para el atributo sabor de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Panelistas	267.938	24	11.1641	12.39	0.0000
B: Formulaciones	11.4222	8	1.42778	1.58	0.1317
Residuos	173.022	192	0.901157		
Total (corregido)	452.382	224			

La tabla 13 muestra los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en relación con el atributo de sabor. Se puede observar que, a excepción de los panelistas, las formulaciones no tienen un impacto significativo en el sabor percibido, ya que los valores-P son mayores a 0.05 con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 14

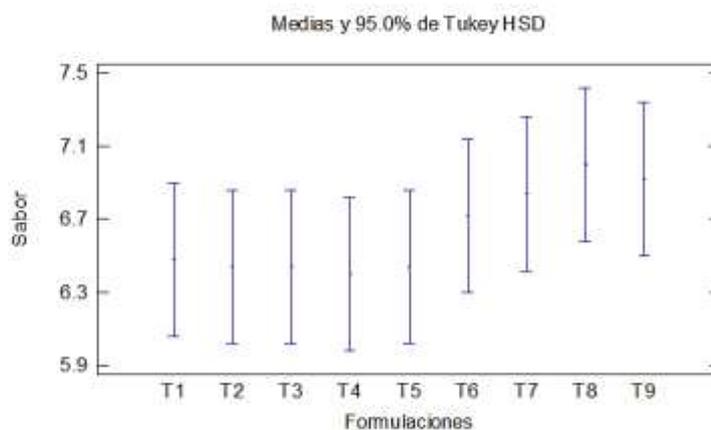
Prueba de Tukey HSD para el atributo "sabor" de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T4	25	6.4	0.189859	X
T3	25	6.44	0.189859	X
T2	25	6.44	0.189859	X
T5	25	6.44	0.189859	X
T1	25	6.48	0.189859	X
T6	25	6.72	0.189859	X
T7	25	6.84	0.189859	X
T9	25	6.92	0.189859	X
T8	25	7.0	0.189859	X

La Tabla 14 muestra que, aunque no hay diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que, en términos de sabor, las medias de los puntajes están por encima de 6 puntos, que corresponde a la denominación "me gusta poco". La formulación número 8 obtuvo la mayor puntuación en este aspecto con un puntaje de 7, mientras que la formulación con el puntaje más bajo fue la número 4 con 6.4 puntos. Por lo tanto, no existe una relación significativa entre los tratamientos realizados y el sabor de la bebida funcional con un nivel de confianza del 95%.

Figura 9

Gráfico de medias del atributo sabor



La figura 9 muestra el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, y se puede observar que el tratamiento 8 (dilución 1:5; formulación 60% - 40%) fue la bebida funcional con mayor aceptación por los panelistas en cuanto al atributo de sabor. Por otro lado, el tratamiento 4 (dilución 1:4; formulación 50% - 50%) fue la bebida funcional con la menor media de sabor en comparación con todos los tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos se superponen en dirección vertical.

4.3.1.4. Evaluación de la aceptabilidad general

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de los 9 tratamientos formulados, y se analizó la aceptabilidad general para determinar la significancia de este atributo mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 15

Análisis de varianza para la aceptabilidad general de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Panelistas	233.351	24	9.72296	12.65	0.0000
B: Formulaciones	28.9156	8	3.61444	4.70	0.0000
Residuos	147.529	192	0.76838		
Total (corregido)	409.796	224			

En la Tabla 15 se presentan los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional con respecto a su aceptabilidad general. Se puede observar que tanto las formulaciones como los panelistas influyen significativamente en este aspecto, ya que los valores-P son menores a 0.05, lo que indica que las formulaciones realizadas tienen una influencia significativa en la aceptabilidad general percibida por los panelistas con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 16

Prueba de Tukey HSD para la aceptabilidad general de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

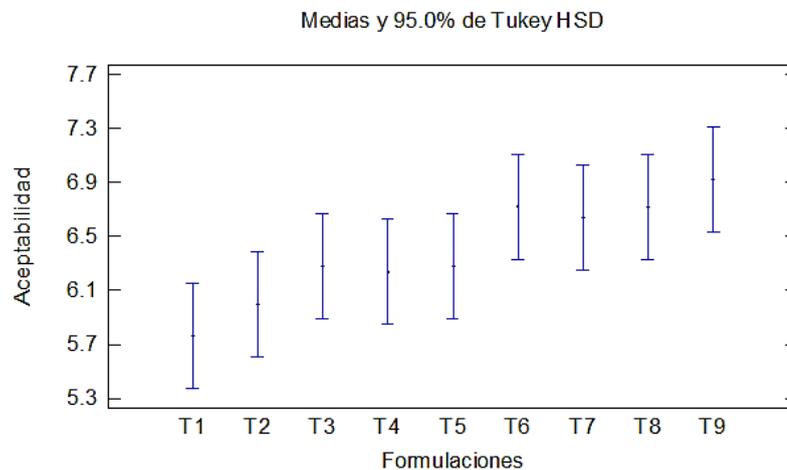
Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	25	5.76	0.175315	X
T2	25	6.0	0.175315	XX
T4	25	6.24	0.175315	XXX
T3	25	6.28	0.175315	XXX
T5	25	6.28	0.175315	XXX
T7	25	6.64	0.175315	XX
T6	25	6.72	0.175315	XX
T8	25	6.72	0.175315	XX
T9	25	6.92	0.175315	X

La Tabla 16 muestra la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes entre sí. Se pueden identificar 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. Entre aquellos niveles que comparten una misma columna de X's, no existen diferencias estadísticamente significativas, mientras que hay 5 pares (T1-T6, T1-T7, T1-T8, T1-T9 y T2-T9) que muestran diferencias significativas con un nivel de confianza del 95%.

La mejor formulación en este apartado fue el tratamiento 9 (6.92), mientras que la menos preferida por los panelistas fue el tratamiento 1 (5.76). Esto sugiere que las formulaciones con un menor contenido de almendra y con una mayor dilución de esta presentan una aceptabilidad general superior en comparación con aquellas con una menor dilución y proporción de almendra. Esto hace que el producto sea considerado ligeramente más atractivo y recomendable para su aplicación en la industria, no solo en términos sensoriales sino también en cuanto a su contenido de polifenoles y capacidad antioxidante.

Figura 10

Grafico de medias de la aceptabilidad general



El gráfico de medias a un 95% de confianza de la Figura 10 muestra que el tratamiento 9 (dilución 1:5; formulación 70% - 30%) es la bebida funcional con mayor aceptación por los panelistas en cuanto a su aceptabilidad general. Por otro lado, el tratamiento 1 (dilución 1:3; formulación 50% - 50%) es la bebida funcional con la menor media respecto a todos los tratamientos. Además, en este caso, se pueden observar diferencias significativas entre los tratamientos, ya que algunos intervalos no se traslapan en dirección vertical. Por ejemplo, entre el tratamiento 1 y los tratamientos 6, 7, 8 y 9, así como entre el tratamiento 2 y el tratamiento 9. Estos resultados indican con un 95% de confianza que sí existe una influencia significativa entre las formulaciones con respecto a la aceptabilidad general percibida por los panelistas.

4.4. Evaluación de las características organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales de la bebida.

Tabla 17

Composición fisicoquímica de la bebida.

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	pH	Acidez	Solidos Solubles (°Brix)
T1		50% - 50%	4.566±0.28	1.625±0.045%	14.87±0.23
T2	1:3	60% - 40%	4.307±0.042	1.703±0.019%	14.47±0.12
T3		70% - 30%	4.182±0.003	1.951±0.017%	14.7±0.1
T4		50% - 50%	4.403±0.003	1.505±0.013%	14.8±0
T5	1:4	60% - 40%	4.202±0.011	1.75±0.006%	15.07±0.15
T6		70% - 30%	4.069±0.009	1.907±0.009%	15.13±0.21
T7		50% - 50%	4.395±0.01	1.464±0.03%	14.7±0.1
T8	1:5	60% - 40%	4.219±0.009	1.686±0.012%	14.73±0.06
T9		70% - 30%	4.055±0.006	1.894±0.01%	14.3±0.1

D1 = 1:3 (almendra: agua) D2 = 1:4 (almendra: agua) D3 = 1:5 (almendra: agua)

F1 = 50%:50% (extracto, zumo), F2 = 40%:60% (extracto, zumo) y F3 = 70%:30% (extracto, zumo).

La caracterización fisicoquímica de la bebida funcional evaluada para el parámetro de pH se ha calculado un rango entre 4.055 (tratamiento 9, formulación 70% - 30%) y 4.566 (tratamiento 1, formulación 50% - 50%), solidos solubles entre 14,3 (tratamiento 9, formulación 70% - 30%) y 15.13 (tratamiento 6, formulación 70% - 30%) °Brix y acidez de 1,625% (tratamiento 1, formulación 50% - 50%) y 1,894% (tratamiento 9, formulación 70% - 30%) estos valores concuerdan con lo reportado por

Según la NTP 203, 110:2019, los valores de pH registrados se encuentran dentro del rango óptimo para bebidas (< 4.5), a excepción del primer tratamiento, están dentro del rango establecido por la NTP. Esta variación en el pH, según Caballero y Escobedo, (2019), se debe a diversos factores como el tiempo y temperatura del tratamiento térmico, así como también de los sólidos solubles presentes en la bebida. Del mismo modo, aquellos

tratamientos con un mayor porcentaje de almendra (50%) presentan valores de pH más altos a comparación de aquellos con un porcentaje de zumo de arándano elevado (60% - 70%) debido a que este fruto (arándano) presenta un pH más bajo por contenido de ácido cítrico, predominante en este fruto, como se evidenció en la Tabla 7 (3.10).

Caso similar ocurre con el porcentaje de acidez registrado esto corrobora la relación inversa entre los valores de pH y la acidez, según Ligia, López y García (2021), este valor es dependiente del ácido con mayor contenido en la muestra puesto que estos ácidos contienen una concentración de iones hidrógeno mayor, es decir que mientras más alto sea el porcentaje de acidez, menor será su pH. En este caso, el ácido cítrico se considera como el componente predominante debido a su alto contenido en la bebida, que proviene principalmente de la materia prima utilizada (arándano). Por lo tanto, la acidez varía desde $1.464 \pm 0.03\%$ para el tratamiento 7 (formulación 50% - 50%, dilución 1:5), llegando a su valor más alto de $1.951 \pm 0.017\%$ para el tratamiento 3 (formulación 70% - 30%, dilución 1:3) debido a que este último presenta un mayor porcentaje de este fruto, así como una menor dilución respecto a las demás.

Los grados Brix de los tratamientos varían desde 14.3 (T9) hasta 15.13 (T6) siendo estandarizadas previa pasteurización hasta los 14 °Brix, respecto a lo anterior Custode (2018) menciona que bebidas y néctares de frutas tropicales deben presentar un contenido de sólidos solubles con valores entre los 12 a 15 °Brix, ya que son elaborados con frutas que de por si poseen cierto dulzor, reflejado en su contenido de azúcares disueltos, por lo todas las formulaciones se encuentran en valores cercanos a este rango. Con respecto a la variación en los valores registrados entre las formulaciones, Burbano (2019) menciona también que esta variación puede deberse a la influencia del tratamiento térmico, debido a que al aplicar altas temperaturas se produce la evaporación del agua presente en la bebida más no de sus compuestos solubles por lo cual estos tienden a concentrarse produciéndose un aumento al momento de realizar la medición de los grados brix. Al no poder tener un control exacto de la temperatura y tiempo de pasteurizado puede existir una variación significativa de sus componentes, aumentando la concentración de algunos y degradando otros.

Tabla 18*Contenido de vitamina C en los tratamientos*

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Vitamina C (mg/100g)
T1		50% - 50%	6.938±0.764
T2	1:3	60% - 40%	10.713±0.303
T3		70% - 30%	14.429±1.825
T4		50% - 50%	7.649±0.76
T5	1:4	60% - 40%	11.300±1.32
T6		70% - 30%	13.194±1.769
T7		50% - 50%	8.563±1.491
T8	1:5	60% - 40%	12.540±0.463
T9		70% - 30%	14.559±2.372

En la Tabla 18 se presenta el contenido de vitamina C en los 9 tratamientos de la bebida funcional. Se observa que, a menor proporción de arándano, las concentraciones de vitamina C son más bajas, ya que la almendra no contiene este compuesto bioactivo. Por lo tanto, los tratamientos T1, T4 y T7, que tienen una menor proporción de arándano (50%) en comparación con los tratamientos T3, T6 y T9 con un mayor porcentaje de este fruto (70%), muestran concentraciones más elevadas de vitamina C. Los valores oscilan entre 6.938 (T1) y 14.559 (T9) mg/100g.

Además, se observa que, en todos los casos, hay un bajo contenido de vitamina C. Según Cuastumal Canacuan et al. (2021), esto se debe a la temperatura y al oxígeno, que desempeñan un papel importante en la degradación y estabilidad de este compuesto bioactivo. Además, la disminución de este compuesto también puede atribuirse a la baja concentración de antioxidantes y polifenoles, ya que estos intervienen en la oxidación de la vitamina C.

Tabla 19

Análisis de varianza de vitamina C de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Diluciones	2.80201	2	1.401	4.00	0.1110
B: Formulaciones	61.1608	2	30.5804	87.35	0.0005
Residuos	1.40032	4	0.350081		
Total (corregido)	65.3631	8			

El ANOVA se presenta en la Tabla 19, donde se analiza la variabilidad del contenido de Vitamina C y sus contribuciones debidas a diferentes factores. Según los valores P para ambos factores, solo se prueba la significancia estadística del factor B (Formulaciones), ya que su valor P es menor que 0.05. Esto indica que las distintas formulaciones que involucran el extracto de almendra y zumo de arándano tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de vitamina C con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 20

Prueba de Tukey HSD para vitamina C de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50% - 50%	3	7.71667	0.341605	X
60% - 40%	3	11.5177	0.341605	X
70% - 30%	3	14.0607	0.341605	X

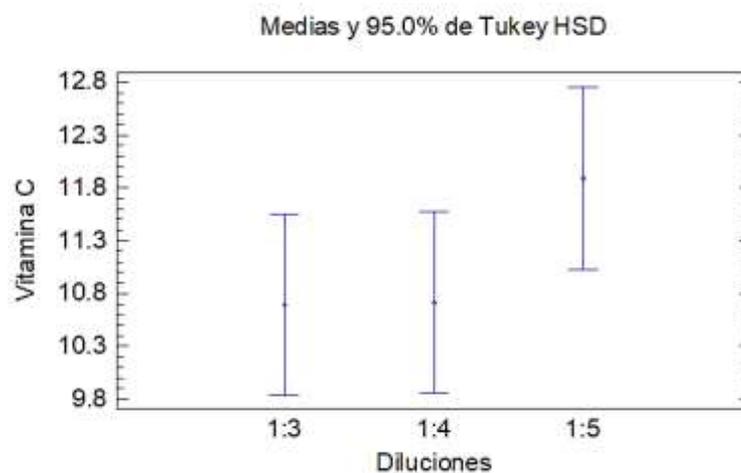
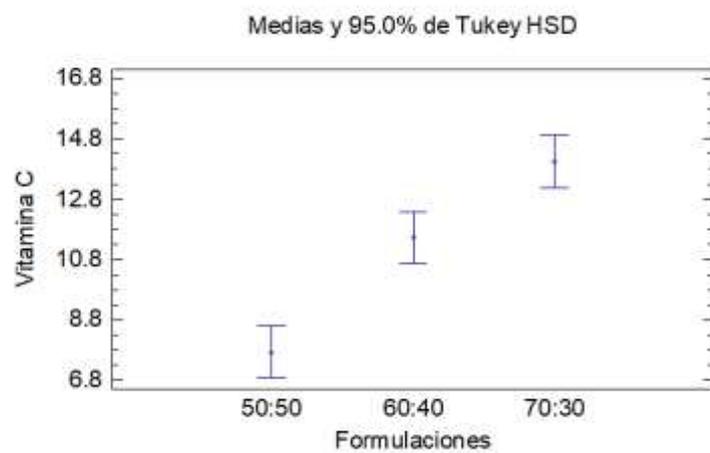
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
50:50 - 60:40	*	-3.801	1.72147
50:50 - 70:30	*	-6.344	1.72147
60:40 - 70:30	*	-2.543	1.72147

* Indica una diferencia significativa.

En la Tabla 20, se llevó a cabo una comparación múltiple mediante el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey para determinar qué medias son significativamente diferentes entre sí con respecto a las formulaciones propuestas, dado que estas tuvieron un efecto significativo en el contenido de vitamina C de las bebidas. Los resultados de la tabla indican que todas las formulaciones son significativamente diferentes entre sí. Además, según las medias obtenidas, se observa que la formulación con un 70% de zumo de arándano y un 30% de extracto de almendra contiene estadísticamente una concentración de vitamina C mayor en comparación con las demás formulaciones. Estos contrastes entre los grupos demuestran que existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 11

Valores promedios del contenido de vitamina C.



En la Figura 11, se presenta gráficamente el contenido promedio de vitamina C utilizando el procedimiento de Tukey HSD, que confirma de manera visual que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las tres formulaciones propuestas. Ningún intervalo se superpone en dirección vertical, lo que indica que las formulaciones tienen un efecto significativo en el contenido de vitamina C. Específicamente, la formulación F3 (70% zumo de arándano - 30% extracto de almendra) muestra la mayor concentración de este compuesto.

Por otro lado, se demuestra que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las tres diluciones establecidas, ya que los intervalos se superponen en dirección vertical. Esto confirma visualmente que ninguna dilución de extracto de almendra afecta significativamente el contenido de vitamina C de la bebida funcional.

4.4.1. Composición funcional de la bebida

Asimismo, a cada formulación se le realizaron los análisis de capacidad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo), polifenoles totales y contenido de antocianinas para determinar su composición funcional en base a dichos análisis los cuales se muestran a continuación.

4.4.1.1. Análisis de la capacidad antioxidante (DPPH)

Tabla 21

Capacidad antioxidante (DPPH) de los tratamientos

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$)
T1		50% - 50%	447.097 \pm 36.304
T2	1:3	60% - 40%	546.005 \pm 39.76
T3		70% - 30%	603.173 \pm 46.559
T4		50% - 50%	369.396 \pm 27.499
T5	1:4	60% - 40%	573.585 \pm 40.774
T6		70% - 30%	602.213 \pm 61.179
T7		50% - 50%	370.516 \pm 17.942
T8	1:5	60% - 40%	574.765 \pm 39.774
T9		70% - 30%	727.334 \pm 51.179

En la Tabla 21, se presentan los resultados del análisis de la capacidad antioxidante de los 9 tratamientos utilizando el método DPPH. Se observa que a medida que aumenta la proporción de arándano, la capacidad antioxidante de la bebida también aumenta. El tratamiento 9, que contiene un mayor contenido de zumo de arándano (70%), muestra la capacidad antioxidante más alta, con un valor máximo de 727.334 $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$.

Se sugiere que los tratamientos térmicos podrían ser la causa principal de la disminución de los antioxidantes naturales en la bebida. Las altas temperaturas aplicadas durante el proceso podrían haber afectado los compuestos fenólicos susceptibles en la bebida, haciéndolos más fácilmente degradables con el tiempo (Paria y Terrones, 2021).

Tabla 22

Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Diluciones	2741.46	2	1370.73	0.45	0.6650
B: Formulaciones	96700.3	2	48350.2	15.97	0.0124
Residuos	12113.4	4	3028.36		
Total (corregido)	111555.	8			

En la Tabla 22 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) donde se desglosa la variabilidad de la capacidad antioxidante en contribuciones atribuibles a diferentes factores. Según los valores de p para ambos factores, solo se prueba la significancia estadística del factor B (Formulaciones), ya que su valor de p es menor a 0.05. Esto indica que las formulaciones que combinan el extracto de almendra y el zumo de arándano tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la capacidad antioxidante con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 23

Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50% - 50%	3	395.67	31.7719	X
60% - 40%	3	564.785	31.7719	X
70% - 30%	3	644.24	31.7719	X

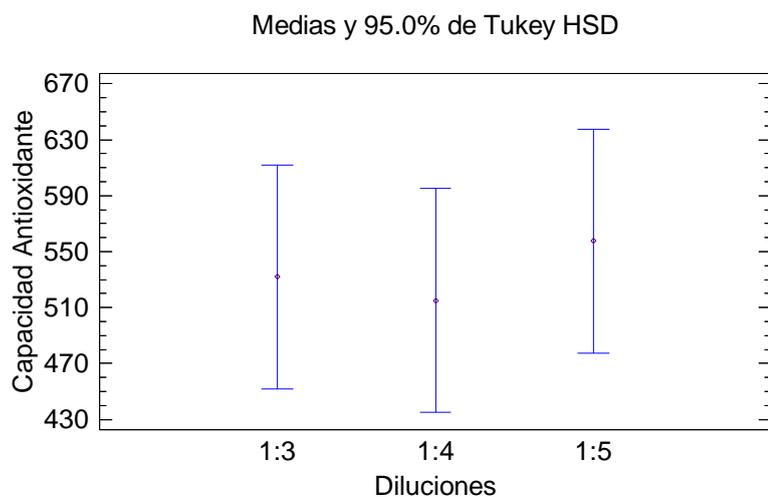
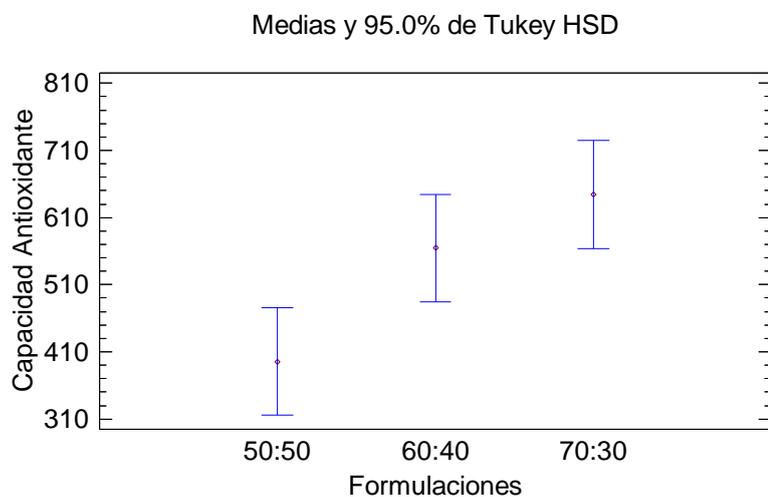
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 – F2	*	-169.115	160.11
F1 – F3	*	-248.57	160.11
F2 – F3		-79.455	160.11

* Indica una diferencia significativa.

En la Tabla 23, se realizó una comparación múltiple mediante el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey para determinar qué medias son significativamente diferentes entre sí en relación con las formulaciones propuestas, ya que estas tuvieron un efecto significativo en la capacidad antioxidante de las bebidas. Según la tabla, las formulaciones F2 y F3 no presentan diferencias significativas entre sí. Además, al observar sus promedios, se nota que la formulación F3 (70% zumo de arándano y 30% de extracto de almendra) tiene estadísticamente una mayor capacidad antioxidante, pero no difiere significativamente de la formulación F2 (60% zumo de arándano y 40% de extracto de almendra). Sin embargo, ambas formulaciones son significativamente diferentes de la formulación F1 (50% zumo de arándano y 50% de extracto de almendra). De acuerdo con el análisis de comparación entre grupos, se confirma que existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, excepto entre F2 y F3, con un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 12

Valores promedio de capacidad antioxidante



En la Figura 12, se muestra gráficamente los valores promedios de la capacidad antioxidante empleando el procedimiento de Tukey HSD, por medio del cual se corrobora de manera gráfica que si existe diferencia estadísticamente significativa de las 2 últimas formulaciones con respecto a la primera ya que estos intervalos no se traslapan en dirección vertical, indicando que las formulaciones tienen un efecto significativo en el capacidad antioxidante de la bebida funcional, siendo la formulación F3 (70% zumo de arándano – 30% extracto de almendra) aquella produce una mayor concentración de este compuesto.

Además, se demuestra que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las 3 diluciones establecidas, ya que los intervalos se superponen verticalmente en el gráfico, lo que confirma que ninguna dilución de extracto de almendra tiene un efecto significativo en la capacidad antioxidante de la bebida funcional.

4.4.1.2. Análisis del contenido de polifenoles totales

Tabla 24

Contenido de polifenoles totales de los tratamientos

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Polifenoles Totales (mg GAE/100g)
T1		50% - 50%	122.127±9.318
T2	1:3	60% - 40%	146.200±15.114
T3		70% - 30%	157.165±13.251
T4		50% - 50%	122.548±8.594
T5	1:4	60% - 40%	145.805±14.286
T6		70% - 30%	138.635±15.321
T7		50% - 50%	135.861±18.84
T8	1:5	60% - 40%	120.026±14.804
T9		70% - 30%	147.091±8.387

En la Tabla 24 se presentan los valores correspondientes al contenido de polifenoles de las 9 formulaciones de bebida funcional. Se observa que aquellas bebidas con un mayor porcentaje de arándano también presentan, en promedio, una mayor concentración de polifenoles, lo que coincide con la relación entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles, según lo informado por Pilco y Piscoche (2022). Estos compuestos fenólicos pueden verse afectados por el calor durante el proceso de pasteurización, lo que puede dar lugar a un aumento o disminución de su concentración.

Además, en las Tablas 21 y 24 se puede notar que las bebidas con cantidades más elevadas de capacidad antioxidante también poseen un contenido mayor de polifenoles, lo cual respalda los hallazgos de Fernández y Romero (2021) que indican una correlación entre polifenoles y capacidad antioxidante. Esta relación también puede estar influenciada por la temperatura de procesamiento, ya que la estructura de los polifenoles y su actividad antioxidante pueden variar en función de la temperatura aplicada. En este sentido, algunos

polifenoles pueden demostrar una mayor eficiencia antioxidante que otros, lo que contribuye a la capacidad total antioxidante de la bebida funcional.

Los valores encontrados indican que existe una relación entre el porcentaje de mora azul y el contenido de ambos compuestos bioactivos siendo las formulaciones 3, 6 y 9 (70% arándano – 30% almendra) aquella con la mayor capacidad antioxidante y contenido de polifenoles).

Tabla 25

Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Diluciones	96.1509	2	48.0755	0.30	0.7582
B: Formulaciones	648.047	2	324.023	2.00	0.2499
Residuos	647.908	4	161.977		
Total (corregido)	1392.11	8			

En la Tabla 25 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) del contenido de polifenoles totales, donde se descompone la variabilidad en contribuciones debidas a varios factores. De acuerdo con los valores P obtenidos para ambos factores, se concluye que ninguno de ellos tiene una significancia estadística, ya que los valores P son mayores que 0.05. Esto indica que tanto las formulaciones que combinan extracto de almendra y zumo de arándano como las diferentes diluciones de harina de almendra y agua no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de polifenoles totales con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 26

Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50% - 50%	3	126.845	7.34795	X
60% - 40%	3	137.344	7.34795	X
70% - 30%	3	147.63	7.34795	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 – F2		-10.4983	37.029
F1 – F3		-20.785	37.029
F2 – F3		-10.2867	37.029

* indica una diferencia significativa.

Tabla 27

Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las diluciones.

Diluciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1:5	3	134.326	7.34795	X
1:4	3	135.663	7.34795	X
1:3	3	141.831	7.34795	X

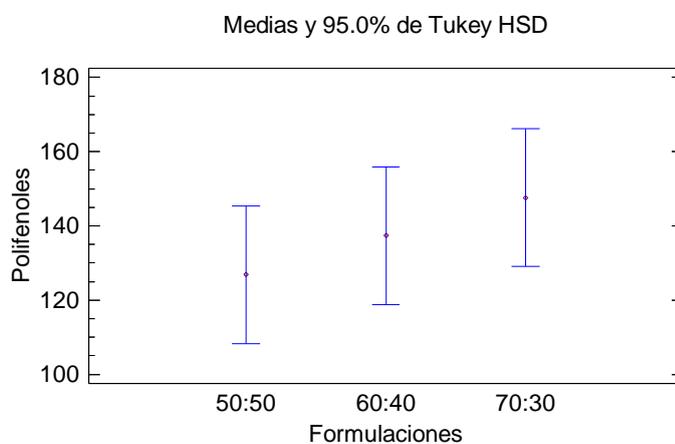
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1:3 - 1:4		6.168	37.029
1:3 - 1:5		7.50467	37.029
1:4 - 1:5		1.33667	37.029

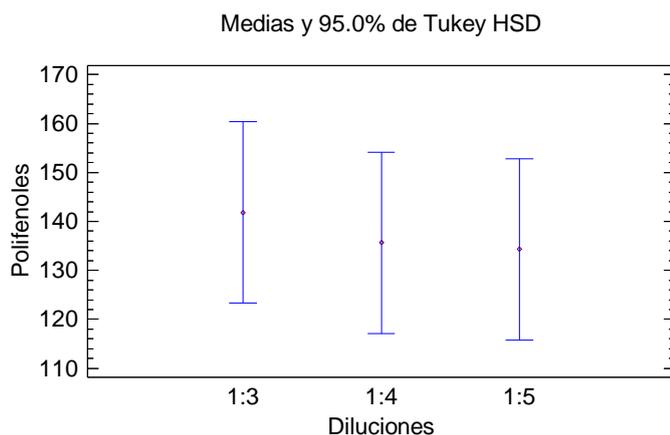
En las Tablas 26 y 27 se realizó una comparación múltiple utilizando el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey para evaluar si existen medias significativamente diferentes entre las formulaciones y diluciones planteadas. Los resultados confirman que no hay medias significativamente diferentes entre ellas, ya que comparten el mismo nivel al compartir una misma columna de X's. Con este método, hay un riesgo del 5.0% ($p < 0.05$) de afirmar que uno o más pares son significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0. Por lo tanto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguna de las combinaciones de formulaciones ni entre las diferentes diluciones, con un nivel de confianza del 95.0%.

A pesar de esto, al observar los valores medios de las muestras, se puede notar que aquellas con una formulación de 70% de zumo de arándano y 30% de extracto de almendra presentan un mayor contenido de este compuesto bioactivo, al igual que una dilución de 1:3 entre harina de almendra y agua.

Figura 13

Valores promedio del contenido de polifenoles totales.





En la Figura 13, se demuestra gráficamente los anterior, mostrando los valores promedios de la capacidad antioxidante empleando el procedimiento de Tukey HSD, donde tanto para las formulaciones y diluciones propuestas en la presente tesis, no existe una influencia significativa debió a que estos intervalos se traslapan en dirección vertical unos con otros para ambos casos, por lo tanto, con respecto al contenido de polifenoles se infiere que no se ven afectado por ambos factores.

4.4.1.3. Análisis del contenido antocianinas

Tabla 28

Contenido de antocianinas de los tratamientos.

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Antocianinas (mg cianidina 3-glucosido/100g)
T1		50% - 50%	43.157±2.386
T2	1:3	60% - 40%	52.724±3.34
T3		70% - 30%	64.626±2.386
T4		50% - 50%	46.876±1.908
T5	1:4	60% - 40%	56.254±5.248
T6		70% - 30%	63.504±4.771
T7		50% - 50%	47.052±2.386
T8	1:5	60% - 40%	59.252±3.34
T9		70% - 30%	65.625±2.863

Tabla 29

Análisis de varianza del contenido de antocianinas de los tratamientos de la bebida funcional.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Diluciones	21.7821	2	10.8911	3.79	0.1194
B: Formulaciones	537.003	2	268.501	93.38	0.0004
Residuos	11.5019	4	2.87548		
Total (corregido)	570.287	8			

En la Tabla 29 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) donde se desglosa la variabilidad en el contenido de antocianinas debido a diferentes factores. Según los valores de p para ambos factores, solo se evaluó la significancia estadística del factor B (Formulaciones), ya que el valor de p es menor a 0.05, lo que indica que las formulaciones que combinan extracto de almendra y zumo de arándano tienen un efecto estadísticamente significativo en el contenido de antocianinas con un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 30

Prueba de Tukey HSD para el contenido de antocianinas de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.

Formulaciones	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50% - 50%	3	45.695	0.979027	X
60% - 40%	3	56.0767	0.979027	X
70% - 30%	3	64.585	0.979027	X

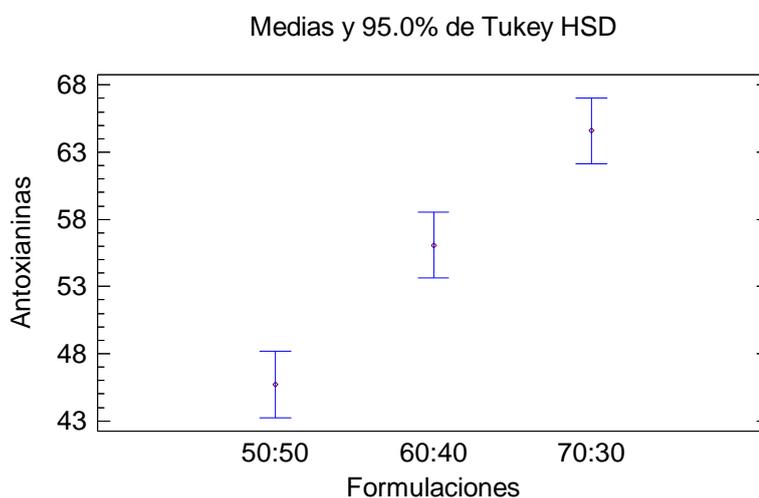
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 – F2	*	-10.3817	4.93367
F1 – F3	*	-18.89	4.93367
F2 – F3	*	-8.50833	4.93367

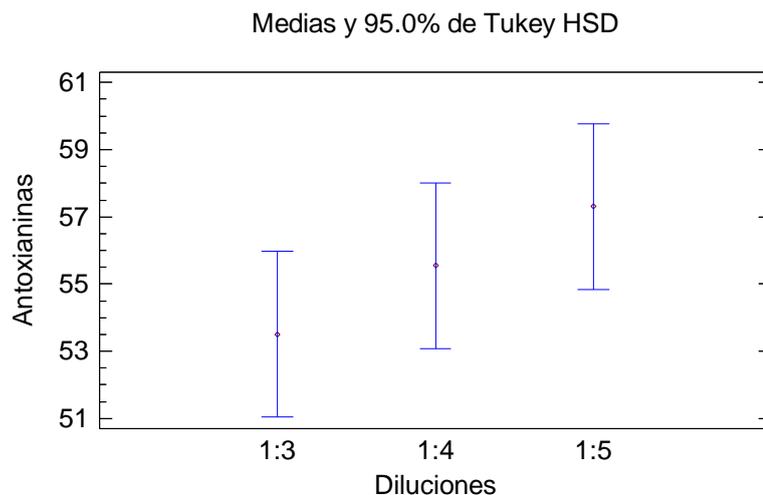
* indica una diferencia significativa.

En la Tabla 30 se llevó a cabo una comparación múltiple utilizando el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, con el fin de identificar qué medias son significativamente diferentes entre sí en relación con las formulaciones propuestas, dado que estas tuvieron un efecto significativo en la capacidad antioxidante de las bebidas. Los resultados de esta tabla indican que todas las formulaciones son significativamente diferentes entre sí. Además, al observar los valores medios, se puede notar que la formulación con un 70% de zumo de arándano y un 30% de extracto de almendra presenta estadísticamente una mayor capacidad antioxidante en comparación con las otras formulaciones de bebidas, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 14

Valores promedio del contenido de antocianinas.





En la Figura 14, se muestra gráficamente los valores promedios del contenido de antocianinas presentes bebida funcional empleando el procedimiento de Tukey HSD, por medio del cual se corrobora de manera gráfica que si existe diferencia estadísticamente significativa de las formulaciones ya que estos intervalos no se traslapan en dirección vertical, indicando que las formulaciones tienen un efecto significativo en la capacidad antioxidante de la bebida funcional, siendo la formulación F3 (70% zumo de arándano – 30% extracto de almendra) aquella que produce una mayor concentración de este compuesto bioactivo.

Por otro lado, se demuestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 3 diluciones establecidas ya que los intervalos se solapan entre sí en dirección vertical, corroborando gráficamente que ninguna dilución de extracto de almendra afecta significativamente la capacidad antioxidante de la bebida funcional.

4.4.2. Análisis microbiológico de la bebida

El análisis microbiológico desempeña un papel fundamental en la producción de alimentos y bebidas, ya que asegura la seguridad y ausencia de microorganismos perjudiciales en el producto final. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas en la Tabla 31.

Tabla 31*Resultados microbiológicos de la bebida funcional con mayor aceptación.*

Análisis microbiológico	M-1	NTP	
		m	M
Aerobio Mesófilos (UFC/g)	<1	10	100
Coliformes (NMP/mL)	<3	<3	--
Mohos (UFC/mL)	<1	1	10
Levaduras (UFC/mL)	<1	1	10

Nota: NTP: Norma Técnica Peruana 203.110 (2019).

Fuente: COLECBI S.A.C.

Donde

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

NMP = Número Más Probable

m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.

M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.

Según los resultados de las pruebas en la Tabla 31, no se detectó la presencia de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en ninguna de las muestras analizadas, lo que sugiere que tanto el proceso de elaboración como la calidad de la materia prima son adecuados. Cabe destacar que todos los tratamientos se sometieron a un proceso de pasteurización estándar a 90°C durante 10 segundos, lo cual coincide con los parámetros reportados por Burbano (2019), quien señala que una pasteurización a 98 °C por 20 segundos asegura la reducción microbiana de mohos, levaduras y aerobios mesófilos hasta alcanzar valores inferiores a 1 UFC/mL. Además, es importante mencionar que un almacenamiento a temperaturas superiores a 12°C podría fomentar el desarrollo microbiano. Dado que las bebidas frutales tienen un pH bajo (< 4.5), son susceptibles al crecimiento de mohos y levaduras debido a la presencia de nutrientes, especialmente azúcares, que constituyen una fuente importante para la proliferación de estos microorganismos. Oro y Urcia (2018) destacan que los zumos y néctares, debido a su composición química rica en vitaminas, sales minerales, azúcares, ácidos orgánicos, entre otros, brindan un medio nutritivo excelente para los gérmenes, especialmente mohos y levaduras, debido a su bajo pH. Por otro lado, las bacterias pueden sobrevivir en estas condiciones, pero su propagación se ve drásticamente reducida.

V. CONCLUSIONES

Se logró caracterizar las materias primas, en el caso del arándano es humedad (84,67%), grasas (0.40%), fibra (1.16%), cenizas (0.49%), pH (3.10), acidez (2.16%), sólidos solubles (12°Brix) y Vitamina C (12.08 mg/100g), para la almendra es humedad (4,87%), grasas (48.58%), fibra (13.82%), cenizas (2.69%), pH (5.53), acidez (0.05%), sólidos solubles (3.5°Brix) y Vitamina C (0 mg/100g), por último, para la panela es humedad (5,30%), grasas (0%), fibra (0.29%), cenizas (0.91%), pH (4.78), acidez (0.26%), sólidos solubles (80°Brix) y Vitamina C (10.04 mg/100g)

Se lograron determinar las propiedades fisicoquímicas de cada una de las formulaciones de la bebida funcional, las cuales se encuentran próximas a los valores estándar para bebidas y néctares frutales donde los valores encontrados (pH, acidez y Vitamina C) con valores desde 4.055 a 4.566, 1,625% a 1,894% y 6.938 mg/100g a 14.559 mg/100g respectivamente, los cuales se relacionan directamente con la composición de las formulaciones en cuanto a la proporción y la dilución de las materias primas principalmente el arándano.

Asimismo, se logró determinar la bebida conserva los compuestos funcionales (capacidad antioxidante, polifenoles y antocianinas), con valores desde 369.396 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ a 727.334 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$; 122.127 mg GAE/100g a 157.165 mg GAE/100g y 43.157 mg cianidina 3-glucosido/100g a 65.625 mg cianidina 3-glucosido/100g respectivamente, aunque en una menor concentración debido a factores como la temperatura y la dilución con el arándano, de donde provienen principalmente estos compuestos, del mismo modo se evidenció que existe una correlación entre la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles y antocianinas en las formulaciones de las bebidas. Las bebidas con una mayor concentración de arándano poseyeron una mayor concentración de estos compuestos.

El análisis sensorial realizado a 25 panelistas no entrenados evidenció que no existe diferencias significativas entre el color, olor y sabor de las 9 formulaciones, mientras que en la aceptabilidad general si existe una diferencia significativa entre las diferentes formulaciones, donde la bebida con mayor aceptabilidad fue la T9 (dilución 1:5; formulación 70% - 30%) además de observarse que las formulaciones como un mayor porcentaje de arándano (70%) y una mayor dilución de la almendra (1:5) son más aceptadas que aquellas con un porcentaje mayor de almendra (50%) y una menor dilución de la misma (1:3) debido al sabor dulce y ácido del arándano.

Finalmente, el análisis microbiológico determinó que la bebida funcional es un producto inocuo por lo cual una temperatura de 90°C durante 10 segundos puede eliminar en su mayoría todos estos microorganismos logrando así un producto con una concentración en UFC/ml menor a los límites permisibles (10 UFC/mL).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de equipo específicos para la producción de bebidas, puesto que se requiere de tiempo y temperaturas controladas para evitar variaciones producidas en su percepción organoléptica y calidad.
- Se recomienda comparar la capacidad antioxidante de la bebida mediante otros métodos químicos.
- Se recomienda realizar un estudio nutricional de la bebida para identificar su composición de vitaminas y otros compuestos de interés para este tipo de bebidas funcionales.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguirre, C. (2017). *Evaluación de las concentraciones de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) en la formulación de una bebida funcional*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Huancavelica]. https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2580/TESIS-2017-ING-AGRO_IINDUSTRIAL-AGUIRRE%20HUAYHUApdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Benavides, J. (2021). *Bebida probiótica a base de almendras enriquecida con extracto de zanahoria (*Daucus carota*) y espinaca (*Spinacia oleracea*) como fuente de vitamina A*. [Tesis de bachiller, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BENAVIDES%20ARCALLES%20JULEXI%20MARIANELA.pdf>
- Buendía, I. y Rojas, P. (2021). *Bebida de almendras (*Prunus dulcis*), guanábana (*Annona muricata* L.) y crema de cacao (*Theobroma cacao*), Rica en omegas para el preescolar*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/5518/BUENDIA%20y%20ROJAS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Burbano, J. (2019). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (*Ananas comosus* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) y borjón (*Borjonia patinoi* Cuatrec.)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11964>
- Camelo, V. y López, M. (2021). *Desarrollo de una bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium* subg. *Oxycoccus*) para deportistas post entrenamiento*. [Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/50654/24074.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camelo, V. y López, M. (2021). *Mejora y caracterización de una bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium* subg. *Oxycoccus*) para deportistas post entrenamiento*. [Trabajo de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/55528/25620.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, M. (2021). *Desarrollo de una bebida a base de panela con adición de vitamina*

- C. [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13745/1/UDLA-EC-TMACSA-2021-13.pdf>
- Castro, E. (2019). INFORME N.º 00108-2019-MINAM/VMDERN/DGDB/DRGB.
<https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/I-DRGB-Vigilancia-Piura-Soya-2019.pdf>
- Cerdá Bernad, D., Valero Cases, E., Pastor, J.J., Frutos, MJ, & Pérez Llamas, F. (2021). Probiotic red quinoa drinks for celiacs and lactose intolerant people: study of functional, physicochemical and probiotic properties during fermentation and gastrointestinal digestion. [Bebidas probióticas de quinoa roja para celíacos e intolerantes a la lactosa: estudio de las propiedades funcionales, fisicoquímicas y probióticas durante la fermentación y digestión gastrointestinal]. *Revista internacional de ciencias de la alimentación y nutrición. International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(1), 49-59.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637486.2021.1921707>
- Contreras, E y Purisaca, J. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smalanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) endulzado con Stevia*. [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3060/47077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, C. (2021). *Bebida a base de Morinda citrifolia L.(noni) y Vaccinium corymbosum L.(arándano)*. [Informe de prácticas preprofesionales, Universidad Nacional de Trujillo].
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/18493/Cruz%20Julca%20Claudia%20Alejandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Curo, S., y Montenegro, L. (2018). *Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de una Bebida Funcional a Base de Betarraga (Beta Vulgaris) y Arándanos (Vaccinium Myrtillus)*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo].
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2685/BC-TES-TMP-1536.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Custode C. (2015) *Estudio comparativo entre la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un néctar a base de maracuyá (Passiflora edulis Sims.), zanahoria (Daucus carota L.) y noni (Morinda citrifolia)*. [Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Ambato] L.)
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11973/1/AL%20566.pdf>

- Darvishzadeh, P., Orsat, V. & Faucher, SP (2021). Encapsulation of Russian Olive Water Kefir as an Innovative Functional Drink with High Antioxidant Activity. [Encapsulación de Kéfir Ruso de Agua de Oliva como Bebida Funcional Innovadora con Alta Actividad Antioxidante]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(2), 161-169. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-021-00886-8>
- Dev, N., Hossain, M. S., & Iqbal, A. (2019). Preparation and sensory evaluation of functional drink based on papaya (*Carica papaya L.*) [Elaboración y evaluación sensorial de bebida funcional a base de papaya (*Carica papaya L.*) pulpa]. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 17(3), 388–395. <https://www.banglajol.info/index.php/JBAU/article/view/43221>
- Fernández, C. y Romero, G. (2021). *Actividad antioxidante y polifenoles totales de una bebida funcional a base de zumo y cáscara de punica granatum*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3822>
- Fernández, F. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de Beta vulgaris L. y Equisetum arvense L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales*. [Tesis de Título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/1432>
- Gonçalves, A., Nunes, A., Flores, J., Alves, G. & Silva, L. (2022). Cherries and Blueberries-Based Beverages: Functional Foods with Antidiabetic and Immune Booster Properties [Bebidas a base de cerezas y arándanos: Alimentos funcionales con propiedades antidiabéticas y de refuerzo inmunológico]. *Molecules*, 27(10), 3294. <https://doi.org/10.3390/molecules27103294>
- Guevara S. & Ipanaqué M., (2019). *Diagnóstico productivo y de calidad de la panela granulada en Piura*. [Tesis de Título, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3673/ING_606.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hoskin, R. T., Plundrich, N., Vargochik, A., & Lila, M. A. (2022). Continuous flow microwave-assisted aqueous extraction of pomace phytoactives for production of protein-polyphenol particles and a protein-enriched ready-to-drink beverage [Extracción acuosa de flujo continuo asistida por microondas de fitoactivos de orujo para la producción de partículas de proteína-polifenol y una bebida lista para beber enriquecida con proteínas]. *Future Foods*, 5, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100137>

- Huamán, E. y Navarro, J. (2011). *Obtención de una bebida alcohólica fermentada a partir de la betarraga (Beta vulgaris L.) edulcorado con panela y aromatizado con fruto de papayita de monte (Vasconcellea pubescens)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/788>
- Jeske S, Zannini E, Arendt EK. (2019). Evaluation of Physicochemical and Glycaemic Properties of Commercial Plant-Based Milk Substitutes. [Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y glucémicas de los sustitutos comerciales de la leche de origen vegetal]. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-016-0583-0>
- Jiménez, C. (2019). *Escalamiento de la producción de bebidas funcionales a partir de productos vegetales no tradicionales*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://docplayer.es/59336533-Escalamiento-de-la-produccion-de-bebidas-funcionales-a-partir-de-productos-vegetales-no-tradicionales.html>
- Khorravian, E. (2021). *Diseño experimental de la elaboración de una bebida funcional a base de almendras con cultivos probióticos*. Perú. 2021. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3183/IAIA-KHO-NEY-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kot, A., Kamińska, A., Galus, S., & Jakubczyk, E. (2021). Effects of Different Ingredients and Stabilisers on Properties of Mixes Based on Almond Drink for Vegan Ice Cream Production [Efectos de Diferentes Ingredientes y Estabilizadores Sobre las Propiedades de Mezclas a Base de Bebida de Almendras para la Elaboración de Helados Veganos]. *Sustainability*, 13(21), 12113. <https://doi.org/10.3390/su132112113>
- León, J. (2020). *Perú participa con el 30% del volumen total de las exportaciones*. Agraria. <https://agraria.pe/noticias/peru-participo-con-el-30-del-volumen-total-de-las-eleonxportacio-21743>
- Ligia, R., López, L., & García, M. (2021). Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, Mora (*Rubus glaucus* B.), Maracuyá (*Passiflora edulis* S.), Guayaba (*Psidium guajava* L.) y Papayuela (*Carica cundinam*). *Alimentos hoy*, 19(21), 35-42. https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/45/43
- López Palacios, K. G., Gonzáles Cortés, N., Maldonado Enríquez, E. J., Luna Jiménez, A.

- L. & Jiménez-Vera, R. (2018). Jugo de betabel (*Beta vulgaris* L.) y panela fermentados con *Saccharomyces bayanus*. In *Crescendo*, 9(3), 367-378. <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/2032/1484>
- Loza, R. y Inga, E. (2018). *Elaboración de una bebida funcional a partir de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/593/1/T026_46895047_T..pdf
- Milani, E., Hashemi, N., Mortazavi, A., Tabatabai, F., & Gazerani, S. (2018). Optimization of Instant Drink Powder Formulation Based on Almond Meal-Corn Textured Flour. [Optimización de la formulación de la bebida instantánea en polvo a base de harina texturizada de almendra y maíz]. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 13(2), 41-49. <http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-2420-en.pdf>
- Montoya, S. (2022). *Elaboración de una bebida con actividad antioxidante a base de vaccinium shei reade (arándano azul), vitis vinífera (uva roja) e hibiscus sabdariffa (flor de jamaica) de origen ecuatoriano* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59184/1/BINGO-MAPA-22M01.pdf>
- Morán, E., y Rosas, L. (2020). *Bebida funcional de resina de plátano (Musa paradisiaca), arándanos (Vaccinium myrtillus), pitahaya (Stenocereus queretaroensis) y linaza (Linun usitatissimum) en personas con tuberculosis*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4270/MORÁN%20FLORES%20y%20ROSAS%20GERONIMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, A. y Macuri, P. (2020). *Bebida funcional de arandanos (Vaccinium myrtillus) y aloe gel (Aloe vera barbadiensis) y su efecto sobre la hipertrigliceridemia*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4319/MUÑOZ%20y%20MACURI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nieto Calvache, J.E. y Suarez Ramos, C.A. (2020). Desarrollo de una bebida energizante con pulpa de maracuyá, cristales de aloe vera, panela y propiedades antioxidantes. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012342262020000200016
- Norma técnica peruana: NTP 203.110. (2019). Jugos, néctares y bebidas de frutas. Requisitos. Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales

no arancelarias – Indecopi. Apartado 145. Lima, Perú.
https://www.academia.edu/34736799/285300947_NTP_NECTAR_pdf

Obando, P (2010). *La panela, valor nutricional y su importancia en la gastronomía*. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2247/2/ARTICULO%20CIENFI FICO%20PANELA.pdf>

Oliva, M., Carranza, J. y Pérez, D. (2018). Evaluación de los principales parámetros de calidad de panela granulada clarificada elaborada por productores del distrito de Corosha, Amazonas. *Revista de Investigación Agroproducción sustentable*, 2(3), 7-16. doi: 10.25127/aps.20183.398
<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/398/515>

Organización Mundial de la Salud (2019). Sobrepeso afecta a casi la mitad de la población de todos los países de América Latina y el Caribe salvo por Haití [Sitio Web]. OMS. p. 1–4. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2018/08/PIANE-2018-2025-final-compressed-.pdf>

Oro, J. y Urcia, S. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (Phisalis peruviana) y camu camu (Myrciaria dubia) edulcorado con Stevia*. [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3085/47083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Panduro, P. (2020). *Bebida funcional a base de Solanum Sessiliflorum (Cocona) endulzado con Stevia Rebaudiana (Estevia)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7736>

Paria, M., y Terrones, R. (2021). *Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (corryocactus brevistylus) y arándano (vaccinium myrtillus)*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3766/52293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paspuel, D. (2021). *Elaboración de una bebida nutritiva a base de una mezcla de cebada (Hordeum vulgare) y maracuyá (Passiflora edulisy), edulcorada con panela y sacarosa*. [Tesis de bachiller, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1325/1/043-%20PASPUEL%20REINOSO%20DAYANA%20JAMILETH.pdf>

- Pilco, A. y Piscoche, R. (2022). *Actividad antioxidante de una bebida refrescante a base de granada (Punica granatum) y maracuyá (Passiflora edulis) edulcorado con estevia (Stevia Rebaudiana B.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3968>
- Rathnayaka, R. M. U. S. K. (2012). The effect of ultraviolet and heat treatments on microbial stability, antioxidant activity and sensory properties of ready-to-serve tropical almond drink [El efecto de los tratamientos ultravioleta y térmico sobre la estabilidad microbiana, la actividad antioxidante y las propiedades sensoriales de la bebida de almendras tropicales lista para servir]. *American Journal of Food Technology*, 7(3), 133-141. https://www.researchgate.net/profile/Udaya-Rathnayaka/publication/233927867_The_Effect_of_Ultraviolet_and_Heat_Treatments_on_Microbial_Stability_Antioxidant_Activity_and_Sensory_Properties_of_Ready-to-serve_Tropical_Almond_Drink/links/56d1388908ae4d8d64a39be6/The-Effect-of-Ultraviolet-and-Heat-Treatments-on-Microbial-Stability-Antioxidant-Activity-and-Sensory-Properties-of-Ready-to-serve-Tropical-Almond-Drink.pdf
- Rojas, D. (2019). *Evaluación de la proporción de panela en la aceptabilidad sensorial de néctar a base de mango (Mangifera indica L.)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3571>
- Salazar, M. (2020). La exportación de arándanos. *Agraria*. <https://agraria.pe/noticias/la-exportacion-de-arandanos-21705>.
- Segura, O., Lazcano, M., Kammar, A., Vera, O., Aguilar, P., Ramírez, J., & Navarro, A. (2020). Use of coconut water (Cocos nucifera L) for the development of a symbiotic functional drink. [Uso de agua de coco (Coco nucifera L.) para el desarrollo de una bebida funcional simbiótica]. *Heliyon*, 6(3), e03653. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020304989>
- Suárez, C. y Nieto, J. (2019). *Estandarización de una bebida energizante con propiedades funcionales a base de aloe vera (Aloe barbadensis) y edulcorada con panela*. Servicio Nacional de Aprendizaje. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6108/estandarizacion_bebida_energizante_brios.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Torres, Y. y Vidaurre, J. (2015). Cinética de la degradación de compuestos fenoles y antocianinas en una bebida funcional a base de arándano azul (Vaccinium corymbosum L.). *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(2), 7-7. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/253/263>

- USDA. (2015). Composición química de la Almendra: Data. United States Department of Agriculture; USDA). USA. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170567/nutrients>
- Vega Risco, S. A. (2021). Bebida funcional de guaraná (*Paullinia cupana*), coca (*Erythroxylum coca*), arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y su capacidad antioxidante. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrió].
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4372/SARAI%20ADA%20VEGA%20RISCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vela, G., Castro, M., Caballero, A. y Ballinas, E. (2012). Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable en adultos mayores. *ReCiTeIA*, 11(2), 10-20. https://www.researchgate.net/profile/Maricruz-Castro-Mundo/publication/258519582_Bebida_probiotica_de_lactosuero_adicionada_con_pulpa_de_mango_y_almendras_sensorialmente_aceptable_por_adultos_mayores/links/54ebbbc10cf2082851be7cd6/Bebida-probiotica-de-lactosuero-adicionada-con-pulpa-de-mango-y-almendras-sensorialmente-aceptable-por-adultos-mayores.pdf

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS

I. Humedad



Anexos 1

Determinación de humedad de las materias primas

II. Grasas



Anexos 2

Equipo de extracción Soxhlet.



Anexos 3

Pesado de los balones de vidrio.

III. Cenizas



Anexos 4

Determinación de cenizas de las materias primas.

IV. Fibra



Anexos 5

Pesado de las muestras para determinación de fibra.



Anexos 6

Pesado de los crisoles.



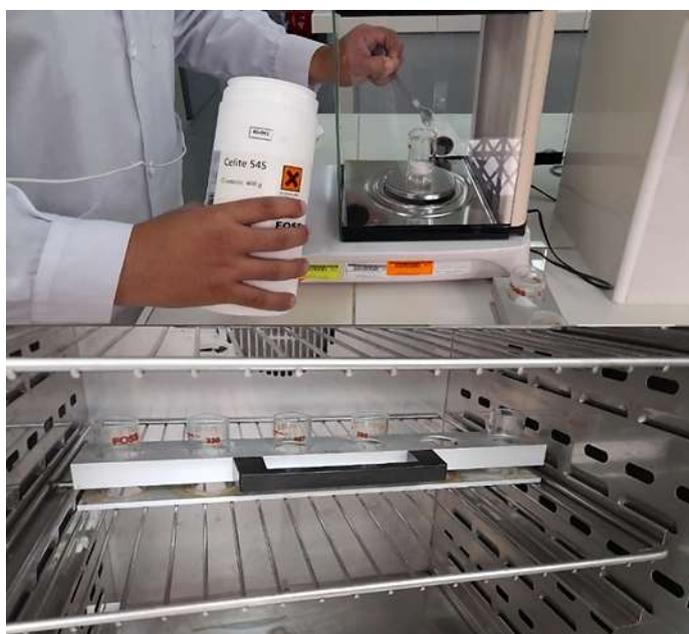
Anexos 7

Acondicionado con buffer fosfato de la enzima α -amilasa.



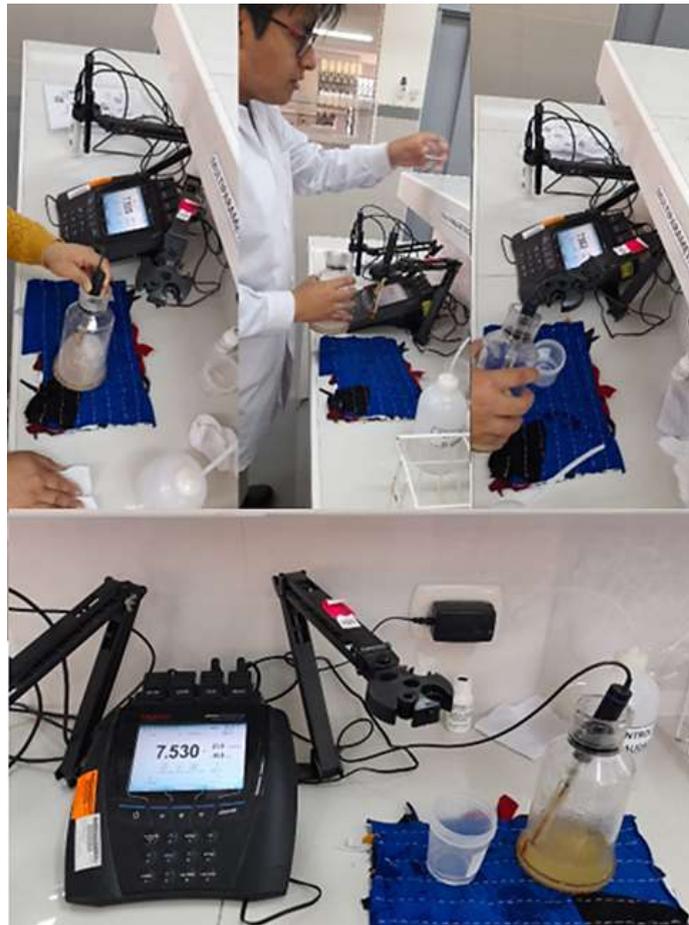
Anexos 8

Incubación de la enzima α -amilasa en las muestras.



Anexos 9

Pesado y secado del celite.



Anexos 10

Primer ajuste de pH (7.5) de las muestras con NaOH.



Anexos 11

Adición de proteasa.



Anexos 12

Segunda incubación de las muestras.



Anexos 13

Segundo ajuste de pH (4 - 4.5) de las muestras con HCl.



Anexos 14

Adición de amiloglucosidasa.



Anexos 15

Tercera incubación de las muestras junto con el alcohol.



Anexos 16

Montado del equipo con las muestras.



Anexos 17

Extracción de las muestras.



Anexos 18

Secado de las muestras con el celite.



Anexos 19

Pesado de los crisoles con celite + residuos.



Anexos 20

Determinación de cenizas del celite + residuos.



Anexos 21

Pesado final celite + cenizas.

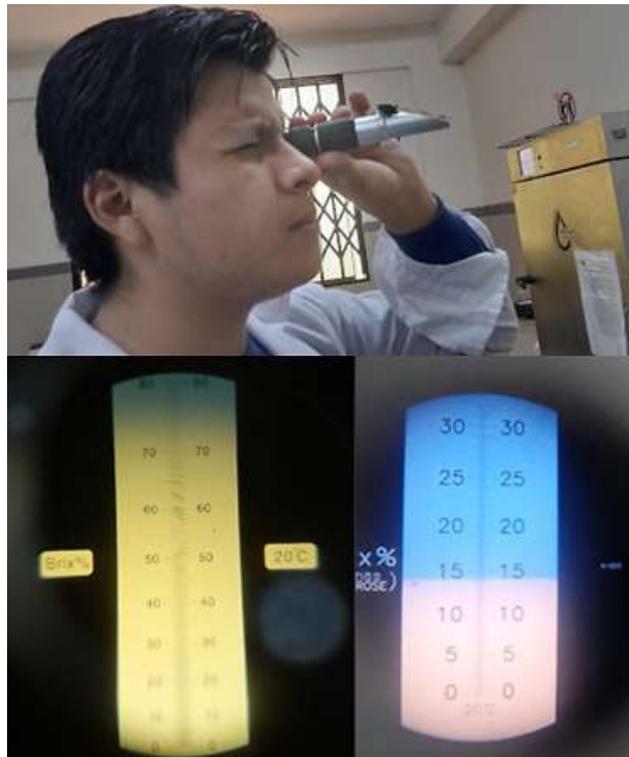
V. pH



Anexos 22

Determinación de pH de las materias primas.

VI. Sólidos solubles



Anexos 23

Determinación de sólidos solubles (°Brix) de las materias primas.

VII. Acidez



Anexos 24

Determinación de acidez de las materias primas.

VIII. Vitamina C



Anexos 25

Reactivos para la determinación de Vitamina C.



Anexos 26

Pesado de las muestras.



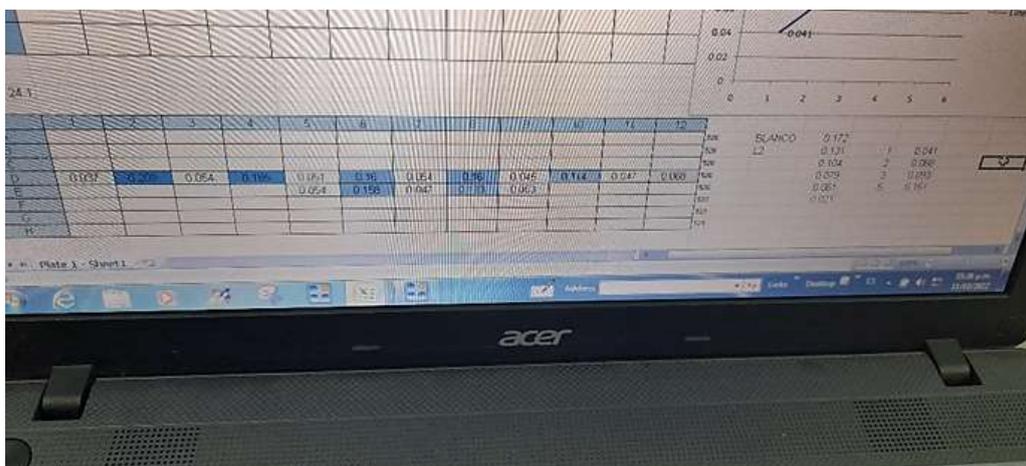
Anexos 27

Centrifugado de las muestras diluidas.



Anexos 28

Preparado de la curva patrón.



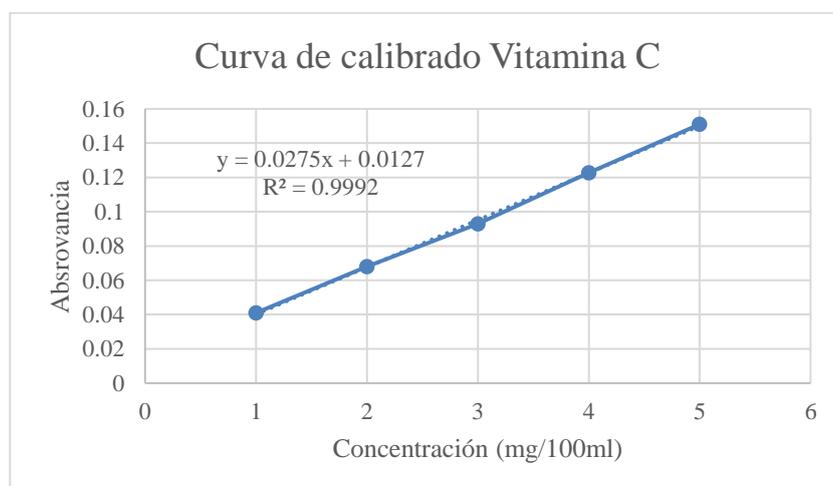
Anexos 29

Lectura de la curva patrón

Anexos 30

Tabla de las concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para vitamina C.

Concentración (mg/100ml)	Absorbancia (520 nm)
1	0.041
2	0.068
3	0.093
4	0.1227
5	0.151



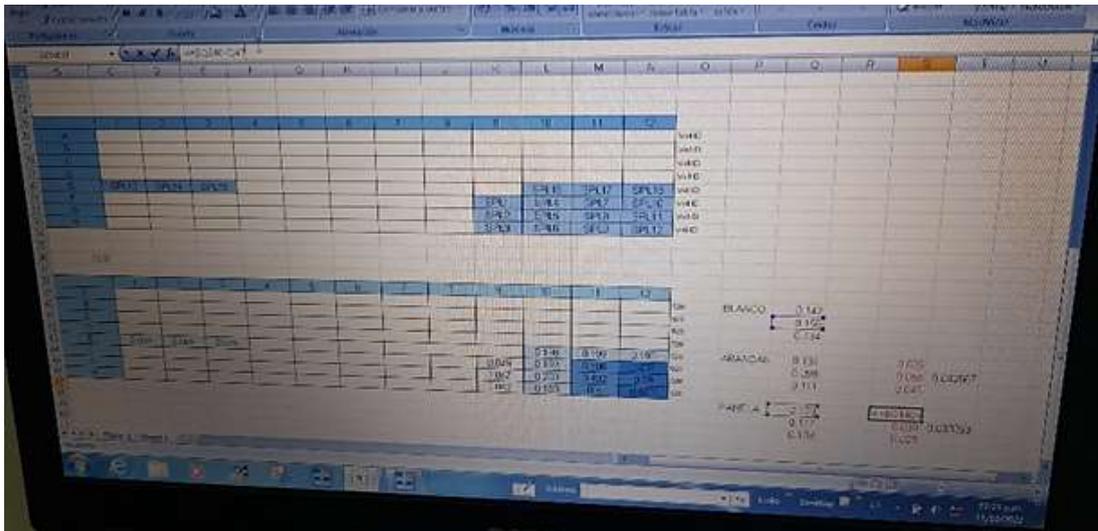
Anexos 31

Curva de calibrado para vitamina C.



Anexos 32

Preparación de las muestras.



Anexos 33

Lectura de concentración de vitamina C en las muestras.

ANEXO 02: ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL

A. Obtención de zumo de arándano



Anexos 34

Recepción del arándano.



Anexos 35

Selección y pesado.



Anexos 36

Desinfección y lavado.



Anexos 37

Pulpeado del arándano.



Anexos 38

Filtrado y pesado del zumo de arándano.

B. Obtención de extracto de almendra



Anexos 39

Recepción y pesado de la almendra.



Anexos 40

Triturado de la almendra.



Anexos 41

Secado de la almendra.



Anexos 42

Prensa hidráulica.



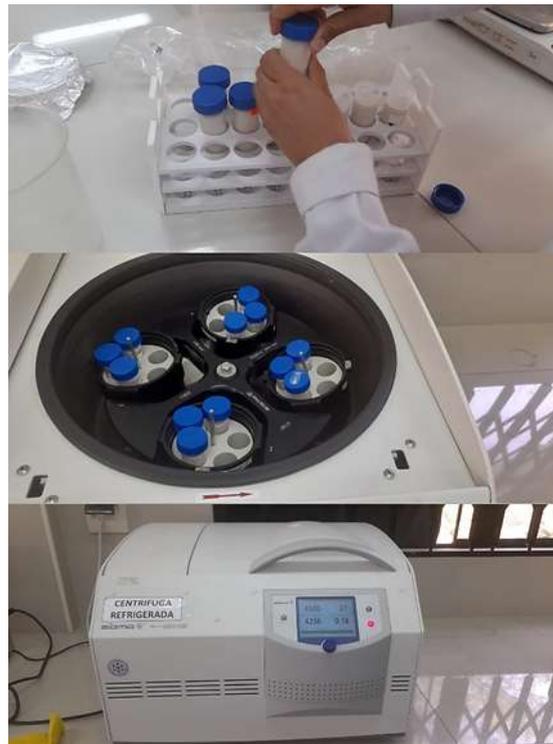
Anexos 43

Prensado de la almendra.



Anexos 44

Dilución, licuado y filtrado de la almendra desgrasada.



Anexos 45

Centrifugado del extracto de almendra.



Anexos 46

Extracto de almendra centrifugado.



Anexos 47

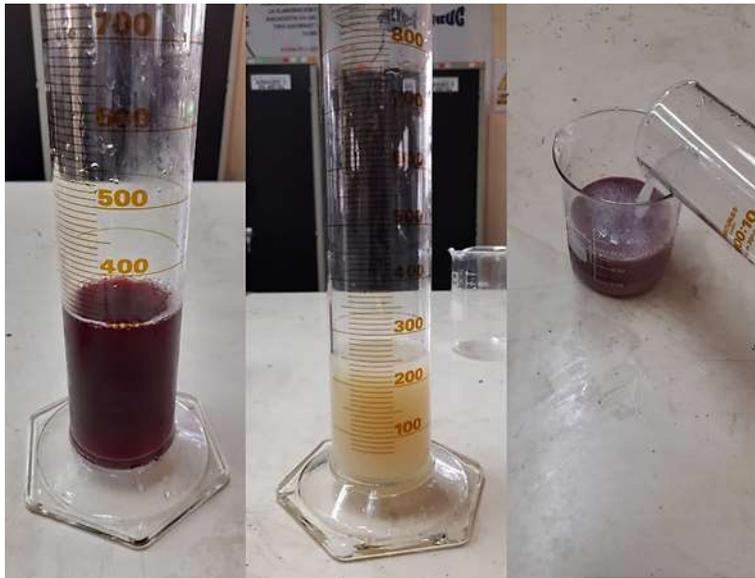
Reservado de las diluciones de almendra.

C. Formulación de la bebida funcional



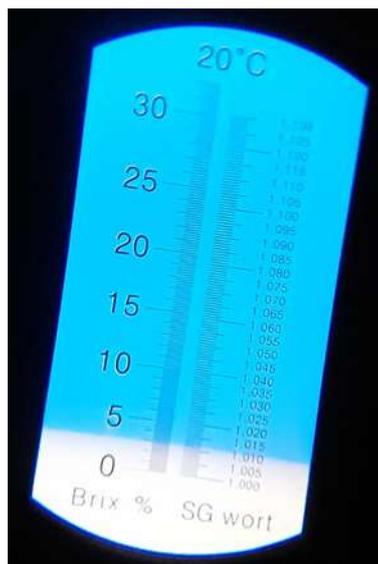
Anexos 48

Dilución del arándano



Anexos 49

Mezcla de las proporciones de zumo de arándano y extracto de almendra



Anexos 50

Brix iniciales de la bebida



Anexos 51

Pesado de los insumos para la bebida funcional



Anexos 52

Pesado de la panela.



Anexos 53

Integrado del CMC y sorbato de potasio en la panela.



Anexos 54

Molino Coloidal.



Anexos 55

Homogenizado de la bebida funcional.



Anexos 56

Pasteurizado de la bebida funcional.



Anexos 57

Envasado de la bebida funcional.



Anexos 58

Producto terminado.

ANEXO 03: DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA FUNCIONAL

A. pH



Anexos 59

pH del producto terminado.

B. Acidez



Anexos 60

Pesado de las muestras.



Anexos 61

Dilución y adición de fenolftaleína.



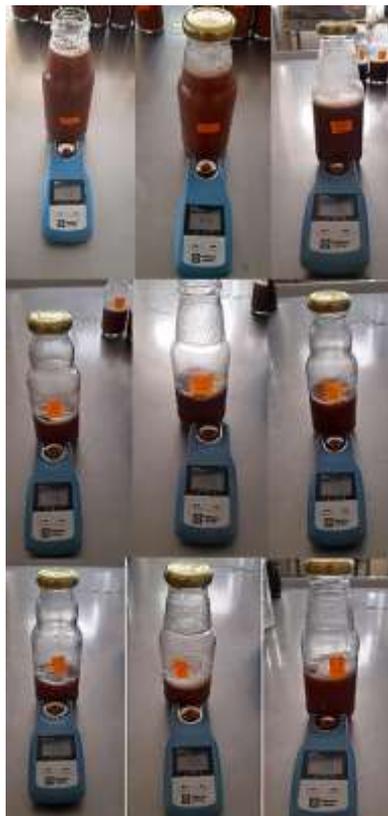
Anexos 62

Titulación con NaOH 0.1N.



Anexos 63

Medición del pH de la muestra con NaOH 0.1N.



Anexos 64

Solidos solubles del producto terminado.

ANEXO 04: DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DE LA BEBIDA FUNCIONAL



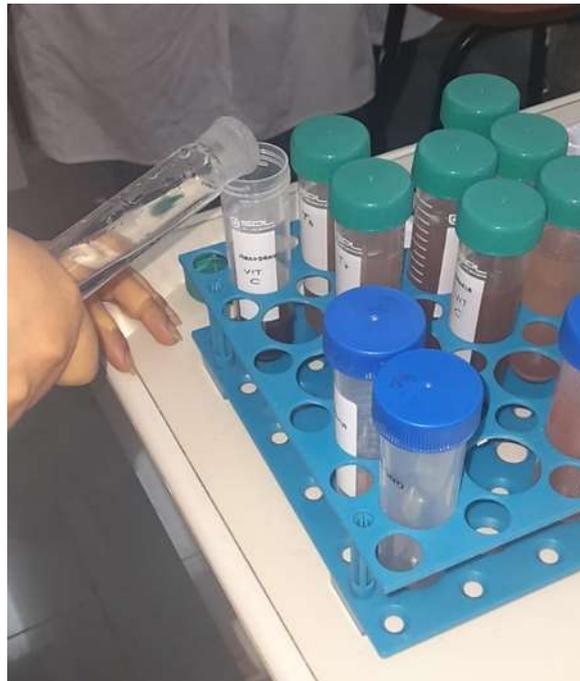
Anexos 65

Preparación de ácido oxálico.



Anexos 66

Pesado de las muestras.



Anexos 67

Agregado de ácido oxálico a las muestras.



Anexos 68

Pesado del ácido ascórbico.



Anexos 69

Baño ultrasónico de las muestras



Anexos 70

Centrifugado y filtrado de las muestras



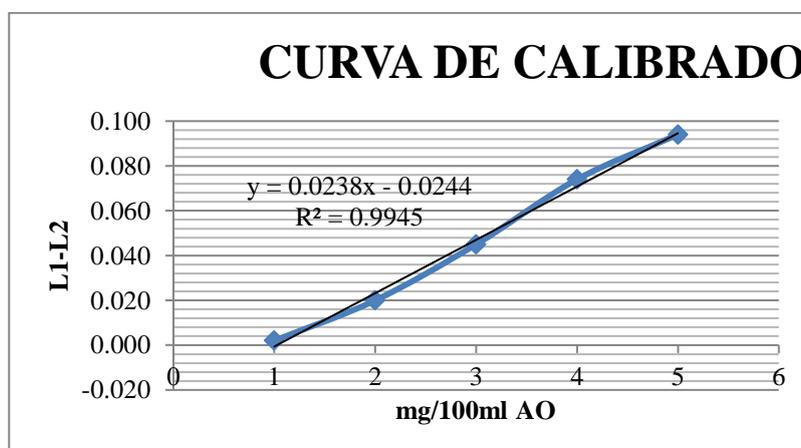
Anexos 71

Preparación de la curva patrón.

Anexos 72

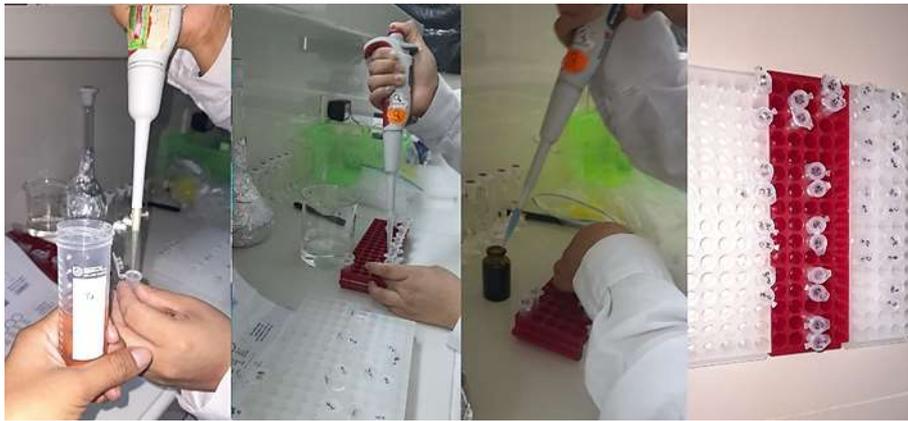
Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para vitamina C.

Concentración (mg/100ml)	Absorbancia (520 nm)
1	0.002
2	0.017
3	0.041
4	0.078
5	0.094



Anexos 73

Curva de calibrado para vitamina C.



Anexos 74

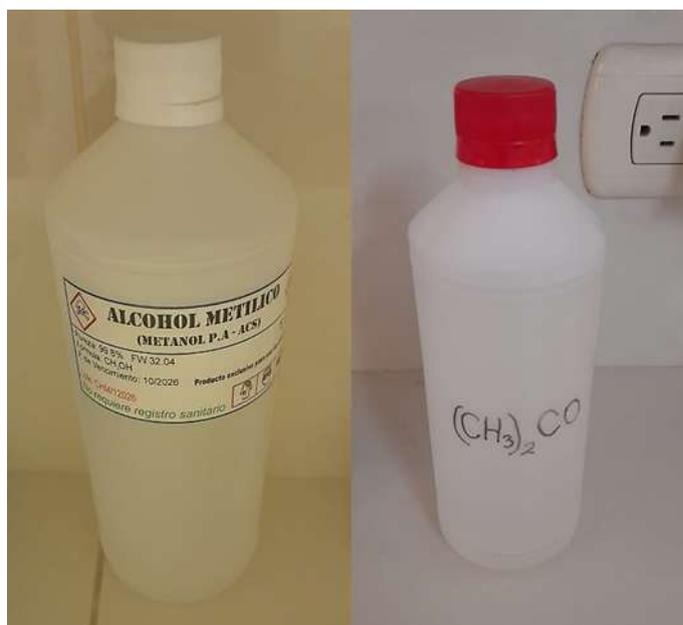
Preparación de muestras para lectura.

ANEXO 05: EXTRACCIÓN DE MUESTRAS PARA ANALISIS DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES



Anexos 75

Pesado de las muestras.



Anexos 76

Reactivos Metanol (izquierda) y Acetona (derecha).



Anexos 77

Dilución de los reactivos con agua destilada.



Anexos 78

Ajuste de pH del metanol con HCl.



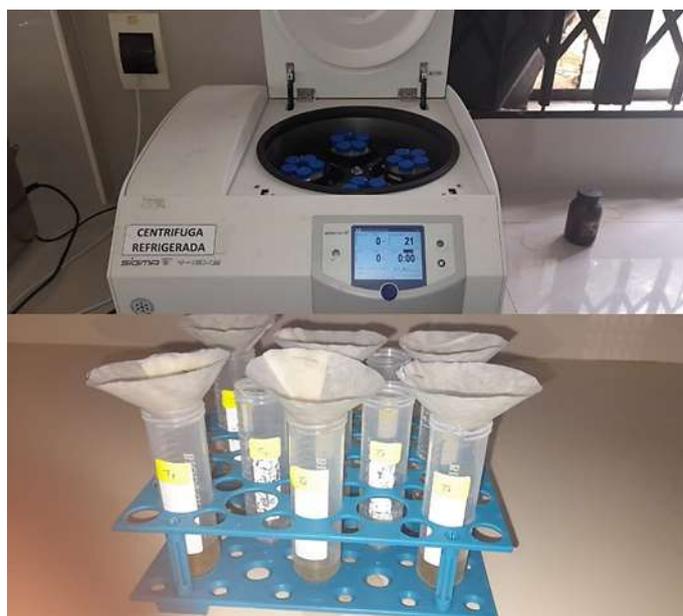
Anexos 79

Adición del metanol a la muestra.



Anexos 80

Baño ultrasónico de las muestras con metanol.



Anexos 81

Centrifugado y filtrado de las muestras.



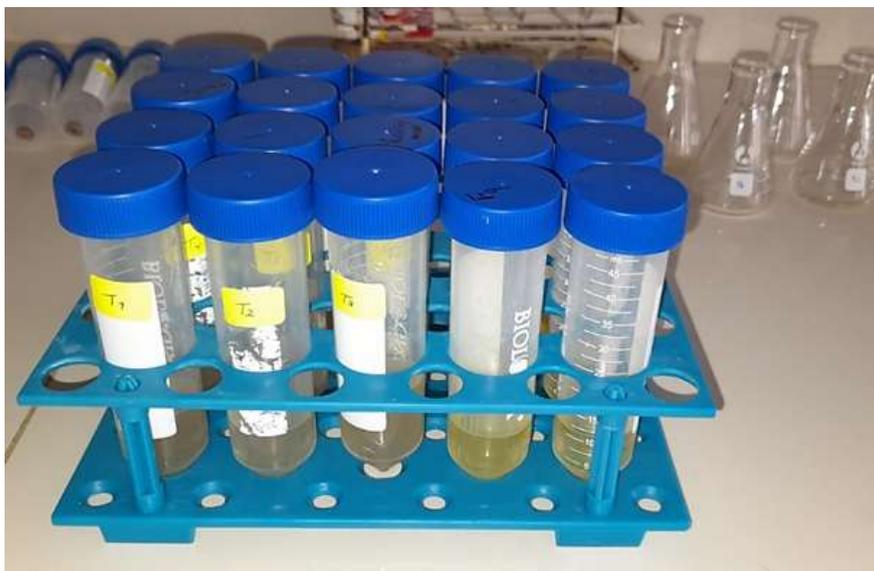
Anexos 82

Adición de la acetona al precipitado de la muestra



Anexos 83

Mezclado de los sobrenadantes de metanol y acetona.



Anexos 84

Reservado de las muestras.

**ANEXO 06: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA
BEBIDA FUNCIONAL**



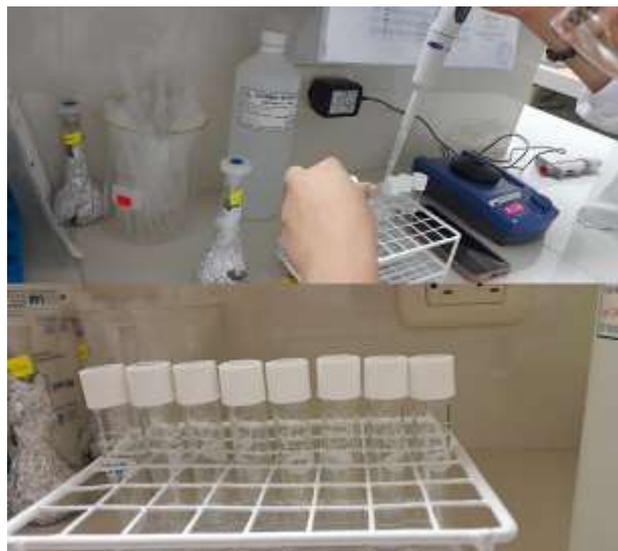
Anexos 85

Reactivo DPPH



Anexos 86

Tratamiento de las soluciones Trolox y DPPH en baño María.



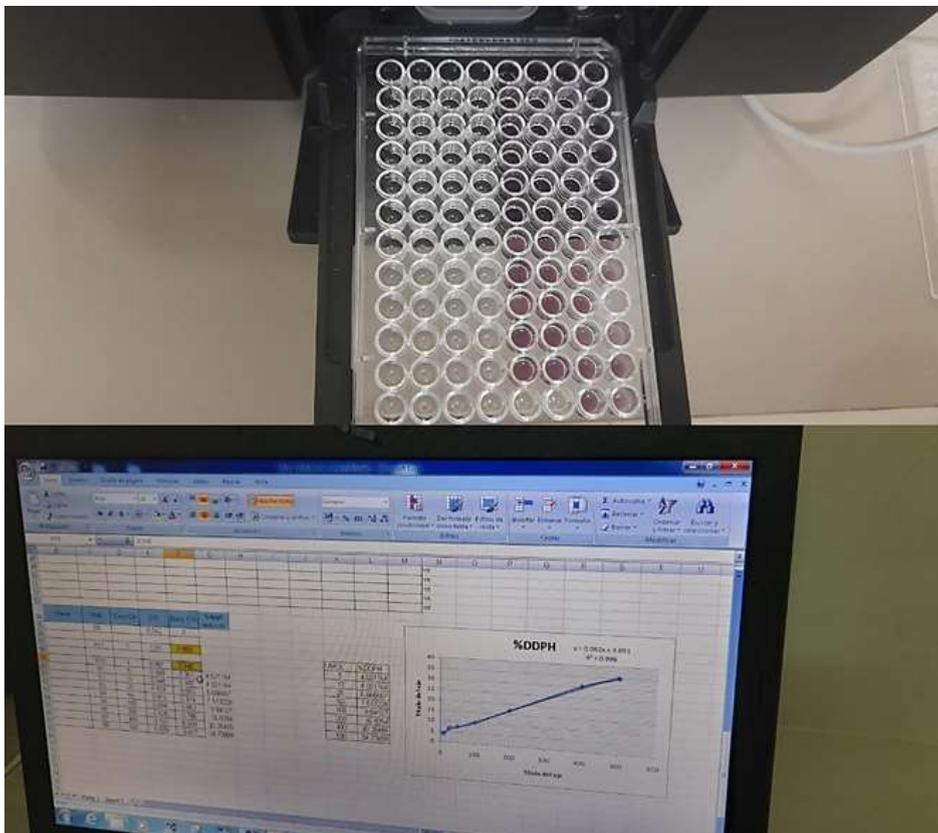
Anexos 87

Preparación de la curva patrón



Anexos 88

Preparación de las muestras.



Anexos 89

Lectura de las muestras y curva patrón

Anexos 90

Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de capacidad antioxidante (DPPH).

Tubo	Concentración Trolox (μM)	Absorbancia ajustada (515 nm)	%DPPH Reducido
Blanco	-	0.887	-
1	5	0.863	2.706
2	10	0.854	3.720
3	25	0.846	4.622
4	50	0.83	6.426
5	100	0.784	11.612
6	200	0.725	18.264
7	400	0.545	38.557
8	500	0.477	46.223

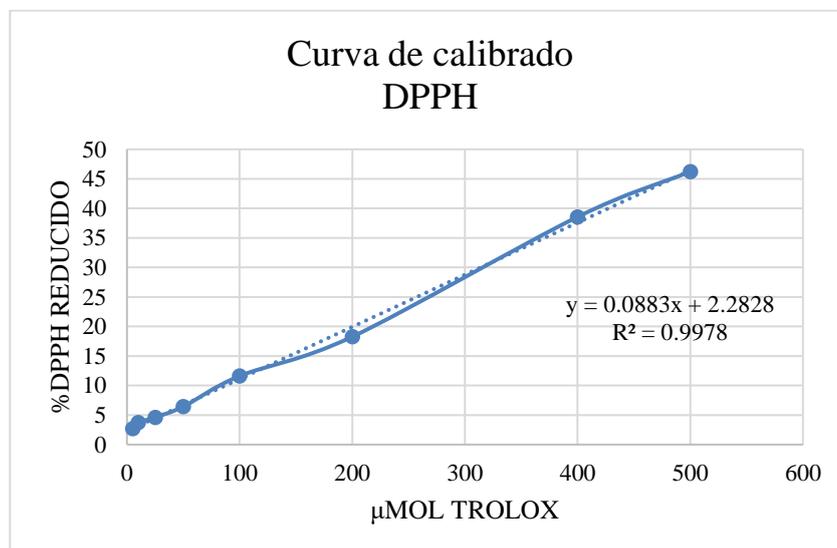
Cálculo del %DPPH Reducido

$$\%DPPH\ Reducido = \frac{A_o - A_m}{A_o} * 100$$

Donde:

A_o = Absorbancia inicial de DPPH ajustado a 0.800 (blanco)

A_m = Absorbancia de las concentraciones de DPPH ajustado



Anexos 91

Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)

**ANEXO 07: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES DE LA BEBIDA
FUNCIONAL**



Anexos 92

Reactivos para el análisis de polifenoles



Anexos 93

Tratamiento de las soluciones de ácido galúico y carbonato de calcio en baño María.



Anexos 94

Preparación de la curva patrón



Anexos 95

Preparación de las muestras



Anexos 96

Lectura de las muestras

Anexos 97

Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.

Tubo	Concentración A.G. ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbancia (739 nm)	BLK 739
Blanco	-	0.085	
1	7.2	0.491	0.406
2	14.4	1.079	0.994
3	21.6	1.573	1.488
4	28.8	2.041	1.956
5	36	2.476	2.391

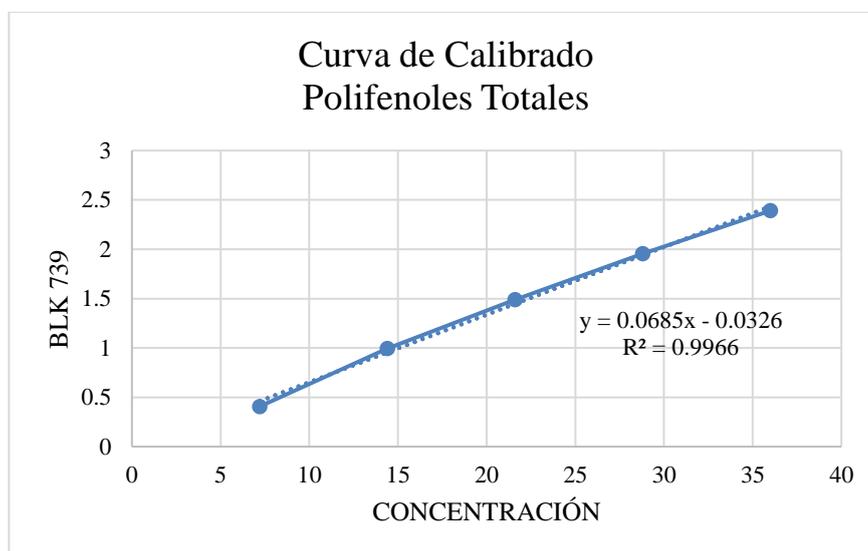
Cálculo del BLK 739

$$BLK\ 739 = Abs_{blanco} - Abs_{Cons\ A.G.}$$

Donde:

Ab_{blanco} . = Absorbancia del ácido gálico

$Ab_{cons\ A.G.}$ = Absorbancia de las concentraciones de ácido gálico



Anexos 98

Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.

ANEXO 08: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE LA BEBIDA FUNCIONAL



Anexos 99

Reactivos Cloruro de Potasio y Acetato de Sodio



Anexos 100

Pesado de los reactivos



Anexos 101

Dilución de los reactivos con agua destilada.



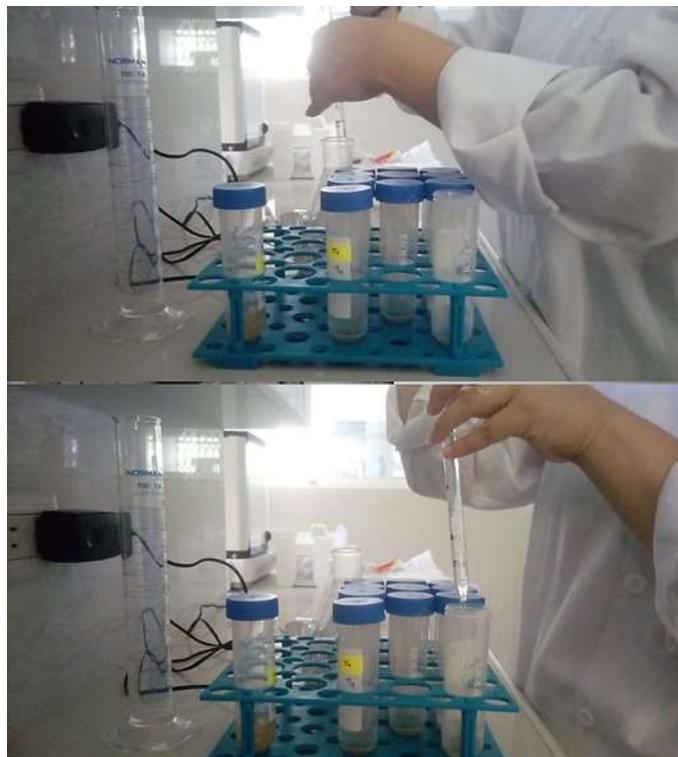
Anexos 102

Ajuste de pH de las soluciones con HCl



Anexos 103

Pesado de las muestras.



Anexos 104

Dilución de las muestras con metanol.



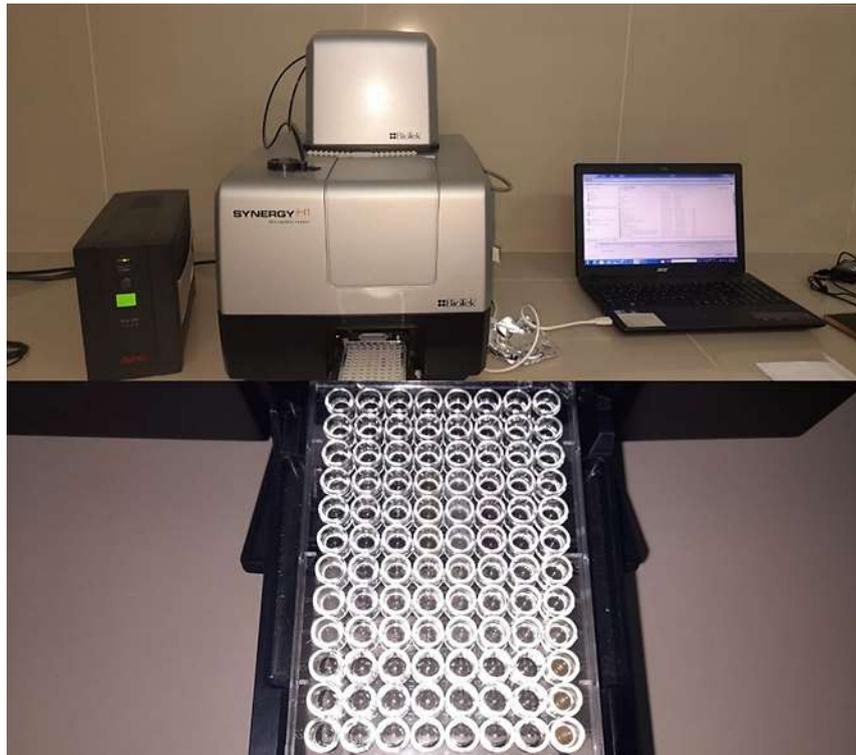
Anexos 105

Extracción y preparación de las muestras.



Anexos 106

Muestras y soluciones buffer preparadas.



Anexos 107

Lectura de las muestras

Cálculo del contenido de antocianinas

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH4.5}$$

Donde:

A= Variación de la absorbancia de la muestra

A₅₂₀= Absorbancia a 520 nm

A₇₀₀= Absorbancia a 700 nm

$$AM_{(cianidina-3-glucósido/L)} = \frac{A * PM * FD * 1000}{\epsilon * d}$$

Donde:

A: Variación de la absorbancia de la muestra

AM: Contenido de antocianinas monoméricas en mg/L

PM: Peso molecular para cianidina-3-glucósido (449.2 g/mol)

E: Coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido (26900 L/mol.cm)

d: Distancia óptica de la celda en cm (0.7)

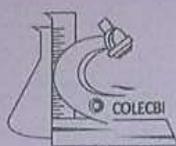
FD: Factor de dilución.

Anexos 108

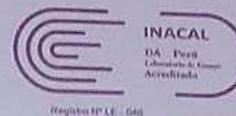
Tabla de absorbancias de las formulaciones elaboradas para la determinación del contenido de antocianinas.

Formulación	pH 1.0		pH 4.5	
	ABS ₅₂₀	ABS ₅₂₀	ABS ₇₀₀	ABS ₇₀₀
F1	0.034	0.033	0.001	0.004
	0.035	0.03	0.001	0.001
	0.032	0.03	0.003	0.002
F2	0.029	0.034	0.001	0.009
	0.03	0.027	0.002	0.001
	0.027	0.027	0.004	0.001
F3	0.04	0.032	0.002	0.001
	0.034	0.034	0.004	0.002
	0.041	0.033	0.001	0.001
F4	0.029	0.033	0.004	0.005
	0.026	0.04	0.005	0.008
	0.029	0.04	0.002	0.008
F5	0.045	0.05	0.002	0.011
	0.049	0.05	0.005	0.011
	0.048	0.046	0.004	0.009
F6	0.042	0.041	0.002	0.006
	0.046	0.044	0.002	0.007
	0.044	0.044	0.002	0.007
F7	0.166	0.196	0.073	0.096
	0.164	0.2	0.073	0.1
	0.166	0.194	0.072	0.096
F8	0.027	0.035	0.004	0.003
	0.036	0.039	0.001	0.005
	0.037	0.039	0.001	0.005
F9	0.033	0.044	0.002	0.011
	0.035	0.045	0.002	0.011
	0.033	0.038	0.002	0.008

ANEXO 09: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA FUNCIONAL



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20230421-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: ELVER KENLLY CHUQUICUSMA CHUQUICUSMA.
DIRECCIÓN	: Calle Santa Lucia MZ. S-1 Lote 5 PP.JJ. Dos de Mayo Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: BEBIDA DE ARANDANO Y ALMENDRA.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En botella de vidrio con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigerada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023-04-21
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2023-04-21
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2023-04-27
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio de Microbiología
CÓDIGO COLECBI	: SS 230421-4

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	<1
(*) Recuento de Coliformes (NMP/mL)	<3
Recuento de Mohos (UFC/mL)	<1
Recuento de Levaduras (UFC/mL)	<1

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA. METODOLOGÍA EMPLEADA

Aerobios Mesófilos: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.: 120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos: Métodos de Recuento en Placa. Método 1 (Recuento estándar en Placa).
 Recuento de Coliformes: ICMSF (Reimpresión 2000). Volumen 1. 2da Edición. Editorial Acribia. España. Pág.: 132 - 134. 1983 Recuento de Coliformes Método 1 (Norteamericano)
 Recuento de Mohos, Levaduras: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.: 166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()**
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perechabilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 29 del 2023.
 GVR/jms

LC-MP-HRIVEO
 Rev. 09
 Fecha 2023-01-09

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 326
 COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 www.colecbi.com

Anexos 109

Informe del ensayo microbiológico de la bebida funcional

ANEXO 10: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

“ELABORACIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ARÁNDANOS (*VACCINIUM MYRTILLUS*) CON EXTRACTO DE ALMENDRA (*PRUNUS DULCIS*), EDULCORADA CON PANELA”

Prueba sensorial de escala hedónica de 9 puntos.

Apellidos y Nombres:.....

Fecha:.....

Hora:.....

Sexo: M () F ()

Indicaciones:

Evalúe las muestras de las bebidas y luego marque el puntaje que crea conveniente usando el siguiente puntaje.

A continuación, se presenta la escala hedónica:

1	2	3	4	5
Me disgusta muchísimo	Me disgusta poco	Me disgusta moderadamente	Me disgusta Poco	No me gusta ni me disgusta
6	7	8	9	
Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo	

Marque con un aspa (X) donde corresponde el número

I. Evaluación de atributos

Bebida funcional: F1

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F2

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F3

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F4

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F5

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F6

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F7

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F8

Escala Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida funcional: F9

Escala / Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Sabor									

II. Apariencia general

Escala / Formulaci3n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bebida funcional F1									
Bebida funcional F2									
Bebida funcional F3									
Bebida funcional F4									
Bebida funcional F5									
Bebida funcional F6									
Bebida funcional F7									
Bebida funcional F8									
Bebida funcional F9									

III. Intenci3n de compra

En base a su opini3n sobre estas muestras de BEBIDAS, indique en la escala de abajo su actitud si Ud. encuentra estas muestras en venta.

1	2	3	4	5
Con certeza no lo compraría	Posiblemente no lo compraría	Tal vez Si/No lo compraría	Posiblemente lo compraría	Con certeza lo compraría

Escala / Formulaci3n	1	2	3	4	5
Bebida funcional F1					
Bebida funcional F2					
Bebida funcional F3					
Bebida funcional F4					
Bebida funcional F5					
Bebida funcional F6					
Bebida funcional F7					
Bebida funcional F8					
Bebida funcional F9					



Anexos 110

Panelistas de la evaluación sensorial

9	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.conacyt.gov.py Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
13	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unf.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Aspen University Trabajo del estudiante	<1 %
17	Sara Moll Montaner. "Análisis de la funcionalidad del tráfico en carreteras convencionales con presencia de ciclistas", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
18	Submitted to University of Melbourne Trabajo del estudiante	<1 %

www.scribd.com

19

Fuente de Internet

<1 %

20

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

<1 %

22

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

23

www.scielo.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

Submitted to Universidad Nacional de
Frontera

Trabajo del estudiante

<1 %

25

Submitted to Murrieta Valley Unified School
District

Trabajo del estudiante

<1 %

26

Submitted to Facultad Latinoamericana de
Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

27

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

fondoeditorial.unat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

repositorio.ulcb.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
32	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	www.iiap.org.pe Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
37	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
40	www.elsevier.es Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía Activo