

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C
de bebida funcional de tumbo (*Passiflora mollisima*)
y fresa (*Fragaria vesca*)**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Agroindustrial**

Autores:

**Bach. Celis Teodoro, Heydy Yasuri
Bach. Palacios De la Cruz, Ariana Lucero**

Asesora:

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

Coasesor:

**Msc. Villanueva López, Eudes
Código ORCID: 0000-0001-9737-5156**

**Nuevo Chimbote - Perú
2024**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

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

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme el reglamento general para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, POLIFENOLES TOTALES Y VITAMINA C DE BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO (*Passiflora mollisima*) Y FRESA (*Fragaria vesca*)”

Autores:

Bach. Celis Teodoro, Heydy Yasuri
Bach. Palacios De la cruz, Ariana Lucero

Dra. AGUIRRE VARGAS, Elza Berta
ASESORA

DNI 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

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

ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente trabajo de tesis titulado “**CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, POLIFENOLES TOTALES Y VITAMINA C DE BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO (*Passiflora mollisima*) Y FRESA (*Fragaria vesca*)**”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **Celis Teodoro Heydy Yasuri**, con código de matrícula 0201812008 y Palacios De la cruz Ariana Lucero, con código de matrícula 0201812016, que tienen como asesora a la **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** y al Coasesor **M.Sc. Eudes Villanueva López**, según R.D. N° 803-2022-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 04 de octubre del 2024 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 595-2024-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.


M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara

Presidente

DNI: 32854604

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X


Dr. Williams Esteward Castillo Martínez

Secretario

DNI: 401698364

Código ORCID: 0000-0001-6917-1009


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas

Integrante

DNI: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día cuatro de octubre del dos mil veinticuatro, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 595-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Saul Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dr. Williams Esteward Castillo Martinez** (Secretario)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Integrante)

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

“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, POLIFENOLES TOTALES Y VITAMINA C DE BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO (*Passiflora mollisima*) Y FRESA (*Fragaria vesca*)”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **CELIS TEODORO HEYDY YASURI**
- **PALACIOS DE LA CRUZ ARIANA LUCERO**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas** y como Coasesor al **Msc. Eudes Villanueva López**

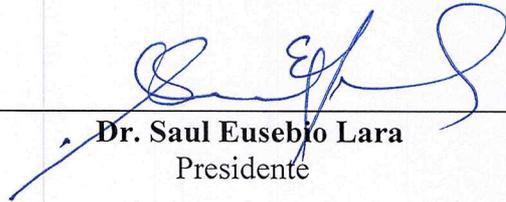
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

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:

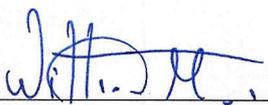
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
CELIS TEODORO HEYDY YASURI	18	BUENO

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 04 de octubre del 2024.

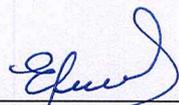


Dr. Saul Eusebio Lara
Presidente



Dr. Williams Esteward Castillo Martinez

Secretario



Dra. Elza Aguirre Vargas

Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día cuatro de octubre del dos mil veinticuatro, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 595-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Saul Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dr. Williams Esteward Castillo Martinez** (Secretario)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Integrante)

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

“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, POLIFENOLES TOTALES Y VITAMINA C DE BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO (*Passiflora mollisima*) Y FRESA (*Fragaria vesca*)”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **CELIS TEODORO HEYDY YASURI**
- **PALACIOS DE LA CRUZ ARIANA LUCERO**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas** y como Coasesor al **Msc. Eudes Villanueva López**

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

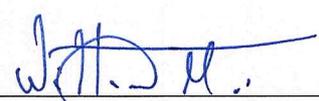
El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
PALACIOS DE LA CRUZ ARIANA LUCERO	18	BUENO

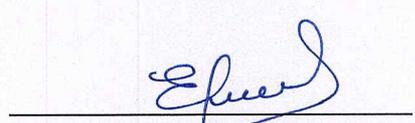
Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 04 de octubre del 2024.


Dr. Saul Eusebio Lara
Presidente


Dr. Williams Esteward Castillo Martinez

Secretario


Dra. Elza Aguirre Vargas

Integrante

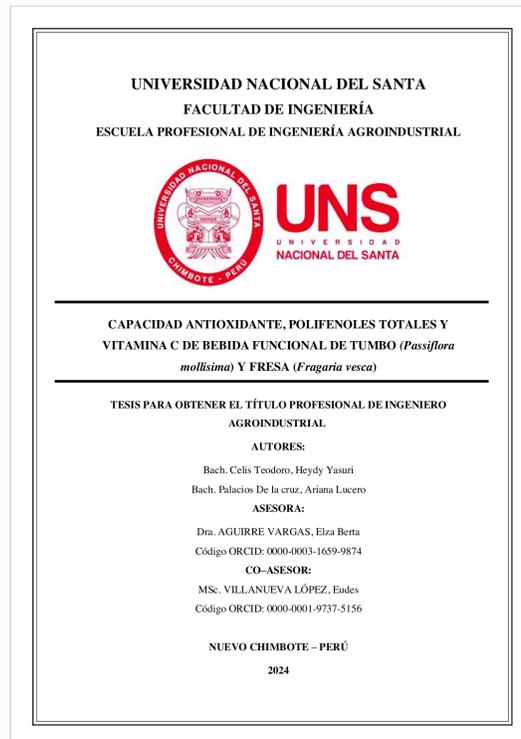


Recibo digital

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: Elza Aguirre
Título del ejercicio: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, POLIFENOLES TOTALES Y VITAM...
Título de la entrega: TESIS - CELIS Y PALACIOS - BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO Y...
Nombre del archivo: TESIS_-_CELIS_Y_PALACIOS_-_BEBIDA_FUNCIONAL_DE_TUMB...
Tamaño del archivo: 5.98M
Total páginas: 122
Total de palabras: 20,967
Total de caracteres: 116,375
Fecha de entrega: 15-oct.-2024 05:24p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2486452502



TESIS - CELIS Y PALACIOS - BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO Y FRESA .pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	14%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hmong.es Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por la vida y salud, porque sin él nada fuera posible, por guiar mis pasos y permitirme dar un paso más en mi vida profesional.

A mi familia y en especial a mi madre por todo el esfuerzo que ha hecho para que tenga un futuro mejor, por sus enseñanzas que me formaron una persona honesta y respetuosa, y siempre me ha motivado a terminar mis proyectos.

A mi asesora la Dra. Elza Aguirre Vargas, Por su invaluable apoyo, orientación y sabiduría a lo largo de este proyecto. Su compromiso, paciencia y capacidad para motivar siempre me inspiraron a dar lo mejor de mí. Agradezco profundamente su dedicación y el tiempo invertido en guiarme en cada etapa de esta investigación. Este logro no habría sido posible sin su valiosa contribución.

CELIS TEODORO HEYDY YASURI

En primer lugar, quiero mostrar mi gran gratitud a Dios Todo Poderoso por darme la vida y la fuerza que he necesitado para llegar hasta aquí y lograr mis objetivos. Le doy gracias por proporcionarme sabiduría, comprensión y conocimiento diariamente, lo cual me ha permitido crecer y aprender en mi trayecto.

A mis queridos hermanos: Yeimy, Eli, Andrea, Renzo, Aldair y Junior, gracias por su apoyo, su amistad incondicional y por estar siempre presentes en los momentos importantes.

A mi hijo Adrian por su amor y por ser mi mayor inspiración para cumplir mis metas y ser una gran profesional.

También agradecer a mis adorados Padres: Lidia De la cruz Adrian y Walter Rivera Solano, por ser mi mayor inspiración, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme que no hay sueños inalcanzables cuando se trabaja con esfuerzo y dedicación. Gracias por estar siempre a mi lado, en cada etapa de mi vida, brindándome su confianza y sabiduría. Este logro no habría sido posible sin ustedes.

Quiero agradecer a la Dra. Elza Aguirre Vargas, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación durante este proceso. Su conocimiento, experiencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

PALACIOS DE LA CRUZ ARIANA LUCERO

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios, por habernos dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro. Agradecemos por su infinita bondad y por haber guiado cada uno de nuestros pasos en este proceso. Sin su luz y su bendición, este sueño no habría sido posible.

Gracias por darnos el valor para superar los desafíos y por rodearnos de personas que nos han apoyado en este camino. A Él le dedicamos este logro, con toda nuestra gratitud y fe.

A la Dra. Elza Aguirre Vargas, nuestra asesora, quien con su paciencia, dedicación y sabiduría nos ha guiado durante este proceso. Su apoyo constante y su disposición para compartir su conocimiento han sido fundamentales para la culminación de esta tesis. Gracias por su tiempo, por sus valiosas sugerencias y por ayudarnos a crecer como profesional y como persona.

Asimismo, queremos agradecer a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial por brindarnos las herramientas y el espacio para desarrollar nuestra investigación, así como a todos los docentes que nos acompañaron a lo largo de estos años de estudio, aportando sus conocimientos y experiencias, en especial a la Ing. Korey Paredes y al Ing. Lenin.

Finalmente, extendemos nuestra gratitud a todos nuestros amigos y compañeros, quienes han sido una fuente constante de apoyo, tanto en los momentos de esfuerzo como en los de descanso. Su compañía y sus palabras de aliento fueron esenciales para mantenernos motivado hasta el final.

A todos, gracias de corazón.

CELIS TEODORO HEYDY YASURI

PALACIOS DE LA CRUZ ARIANA LUCERO

INDICE

CARTA DEL ASESOR.....	II
AVAL DEL JURADO	III
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. TUMBO	18
2.1.1. Generalidades	18
2.1.2. Características del tumbo	18
2.1.3. Composición nutricional y fisicoquímica	19
2.1.4. Beneficios del tumbo.....	20
2.1.5. Propiedades Funcionales	21
2.1.6. Producción de tumbo.....	22
2.2. FRESA	22
2.2.1. Generalidades	22
2.2.2. Características de la fresa.....	23
2.2.3. Composición nutricional	23
2.2.4. Actividad antioxidante	25
2.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	25
2.3.1. Determinación de la capacidad antioxidante.....	26
2.4. BEBIDA.....	29
2.4.1. Bebidas funcionales.....	29
2.4.2. Clasificación de bebidas funcionales	30
2.4.3. Beneficios a la salud.....	31

III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. MATERIALES	32
3.1.1. Materia Prima.....	32
3.1.2. Insumos	32
3.1.3. Materiales de proceso.....	32
3.1.4. Materiales de laboratorio.....	32
3.1.5. Reactivos	33
3.1.6. Equipos e instrumentos de laboratorio	34
3.2. MÉTODOS	35
3.2.1. Metodología del proceso de elaboración de la bebida funcional	35
3.2.2. Métodos de la caracterización fisicoquímica	38
3.2.3. Formulación de hipótesis	40
3.2.4. Operacionalización de las variables	41
3.2.5. Diseño experimental.....	42
3.2.6. Diseño estadístico.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1. Caracterización fisicoquímica y funcional de las materias primas	45
4.2. Análisis fisicoquímicos de las formulaciones elaboradas	52
4.3. Análisis de Actividad Antioxidante por el método DPPH.....	54
4.4. Análisis de polifenoles totales.....	59
4.5. Análisis de Vitamina C de las formulaciones	64
4.6. Evaluación sensorial de las bebidas funcionales.....	69
4.6.1. Proceso estadístico de los resultados del análisis sensorial para cada tratamiento.....	69
4.7. Evaluación microbiológica.....	79

V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
VIII. ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica del tumbo	18
Tabla 2	Contenido Nutricional del tumbo (<i>Passiflora mollisima</i>) en 100 g de parte comestible.....	19
Tabla 3	Composición fisicoquímica del Tumbo (<i>Passiflora Mollisima</i>).....	20
Tabla 4	Producción de tumbo en TM región Apurímac año 2008 – 2014	22
Tabla 5	Clasificación taxonómica de la Fresa	23
Tabla 6	Valor nutricional de la fresa basada en una porción fresca de 100 g	24
Tabla 7	Valores de experimentación para el Diseño Factorial completo 3 ²	43
Tabla 8	Factor A: Concentración o Formulación.	44
Tabla 9	Factor B: Dilución	44
Tabla 10	Características fisicoquímicas del tumbo (<i>Passiflora mollisima</i>).....	45
Tabla 11	Características fisicoquímicas de la fresa (<i>Fragaria Vesca</i>)	46
Tabla 12	Características funcionales de las materias primas.....	47
Tabla 13	Análisis de varianza de la evaluación funcional de los zumos.....	51
Tabla 14	Análisis fisicoquímicos de las 9 formulaciones.	52
Tabla 15	Resumen de cuantificación de capacidad antioxidante para los diferentes tratamientos... ..	54
Tabla 16	Análisis de varianza para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales.....	55
Tabla 17	Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales por formulaciones.....	56
Tabla 18	Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales por diluciones.....	56
Tabla 19	Resumen de cuantificación de polifenoles totales en los tratamientos.....	59
Tabla 20	Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional.....	60

Tabla 21	Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las formulaciones.	60
Tabla 22	Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales de los tratamientos de la bebida funcional en base a las diluciones.	61
Tabla 23	Cuantificación de Vitamina C para los diferentes tratamientos.	64
Tabla 24	Análisis de varianza para vitamina C de los diferentes tratamientos.	65
Tabla 25	Prueba de Tukey HSD para vitamina C de las bebidas funcionales respecto a las formulaciones.	66
Tabla 26	Prueba de Tukey HSD para vitamina C de las bebidas funcionales respecto a las diluciones.....	66
Tabla 27	Puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento	69
Tabla 28	Análisis de varianza para el atributo color	70
Tabla 29	Prueba de Tukey HSD para el atributo color en base a los tratamientos...	71
Tabla 30	Análisis de varianza para el atributo olor	72
Tabla 31	Prueba de Tukey HSD para el atributo olor en base a las formulaciones .	73
Tabla 32	Análisis de varianza para el atributo sabor	75
Tabla 33	Prueba de Tukey HSD para el atributo sabor en base a las formulaciones.....	76
Tabla 34	Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad general	77
Tabla 35	Prueba de Tukey HSD para el atributo aceptabilidad general en base a las formulaciones	78
Tabla 36	Evaluación microbiológica del tratamiento óptimo.....	79
Tabla 37	Rendimiento del tumbo	101
Tabla 38	Rendimiento de la fresa	101
Tabla 39	Vitamina C del zumo del tumbo.....	109
Tabla 40	Vitamina C del zumo de la fresa.	109
Tabla 41	Preparación de reactivos.....	111

Tabla 42	Concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado.....	111
Tabla 43	Preparación de reactivos.....	112
Tabla 44	Absorbancias de la curva de calibrado	113
Tabla 45	Preparación de reactivos.....	115
Tabla 46	Preparación de estándares.....	115
Tabla 47	Preparación de Curva de Calibrado.....	116
Tabla 48	Valores de las lecturas L1 y L2.	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol.	31
Figura 2	Esquema del proceso de elaboración de la bebida funcional	35
Figura 3	Operacionalización de variables	41
Figura 4	Esquema del diseño experimental	42
Figura 5	Niveles de las variables independientes del Diseño Factorial Categórico..	42
Figura 6	Comparación de los zumos respecto al contenido de vitamina C	50
Figura 7	Comparación de los zumos respecto al contenido de polifenoles totales..	51
Figura 8	Comparación de los zumos respecto a la Actividad Antioxidante	51
Figura 9	Valores promedio del contenido respecto a la capacidad antioxidante	57
Figura 10	Gráfico de interacciones respecto al contenido de capacidad antioxidante.	58
Figura 11	Valores promedio del contenido de polifenoles totales.....	62
Figura 12	Gráfico de interacciones respecto al contenido de polifenoles totales.	63
Figura 13	Valores promedio del contenido de vitamina C.	67
Figura 14	Gráfico de interacciones respecto al contenido de vitamina C.....	68
Figura 15	Gráfico de medias del atributo color entre tratamientos.....	72
Figura 16	Gráfico de medias del atributo olor entre tratamientos	74
Figura 17	Gráfico de medias del atributo sabor entre tratamientos	76
Figura 18	Gráfico de medias del atributo aceptabilidad general entre formulaciones.	78
Figura 19	Recepción y pesado del tumbo	97
Figura 20	Lavado y desinfección del tumbo.....	98
Figura 21	Pulpeado y extracción del zumo de tumbo	98
Figura 22	Recepción y pesado de la fresa.....	99
Figura 23	Lavado y desinfección de la fresa.....	99
Figura 24	Cortado y licuado de la fresa	99

Figura 25	Pasteurización de la bebida funcional.	100
Figura 26	Envasado y enfriado de las bebidas.	100
Figura 27	Determinación de pH.....	102
Figura 28	Determinación de °Brix	102
Figura 29	Acidez titulable.....	102
Figura 30	Determinación de la humedad	103
Figura 31	Determinación de ceniza	103
Figura 32	Análisis de fibra dietaria total.....	103
Figura 33	Pesado 1g de muestra de tumbo desgrasada.....	104
Figura 34	Pesado 1g de muestra de fresa desgrasada	104
Figura 35	Muestra con 50ml de buffer fosfato a 6 pH.....	105
Figura 36	Baño maría de las muestras	105
Figura 37	Ajuste del pH con NaOH/HCl.....	106
Figura 38	Adición de 280ml de alcohol de 96° a 60°C	106
Figura 39	Separación del sobrenadante del líquido.	107
Figura 40	Filtrado del líquido y secado.	107
Figura 41	Pesado de crisoles con célite mas residuos.....	107
Figura 42	Determinación de cenizas del celite más residuos.....	108
Figura 43	Pesado final celite más cenizas.....	108
Figura 44	Curva de calibrado para la vitamina C	109
Figura 45	Reactivo DPPH.....	110
Figura 46	Tratamiento de las soluciones Trolox y DPPH en baño ultrasónico.	110
Figura 47	Preparación de la curva patrón y muestras	110
Figura 48	Lectura de las muestras y curva patrón	111
Figura 49	Curva de calibrado de la capacidad antioxidante.	112
Figura 50	Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.	113

Figura 51	Preparación de Ácido Oxálico.....	114
Figura 52	Pesado y agregado de ácido oxálico a las muestras.....	114
Figura 53	Baño ultrasonido de las muestras	114
Figura 54	Centrifugado y filtrado de las muestras.....	115
Figura 55	Preparación de curva patrón	115
Figura 56	Curva de calibrado de Vitamina C.	117

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	97
Anexo 2	RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	101
Anexo 3	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	102
Anexo 4	DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	109
Anexo 5	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA FUNCIONAL	110
Anexo 6	DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	112
Anexo 7	DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	114
Anexo 8	FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE LA BEBIDA FUNCIONAL	118
Anexo 9	EVALUACIÓN SENSORIAL CON LOS PANELISTAS.....	119
Anexo 10	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA.....	120

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo elaborar una bebida funcional a base de zumo de tumbo y fresa que concentre las mejores características funcionales con respecto a su contenido de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante. Se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica del tumbo y la fresa, obteniendo valores significativos. En el análisis funcional del tumbo se encontró 75.105 mg/100ml de vitamina C, 431.651 mg E.A.G/100g de polifenoles y 7072.177 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ de capacidad antioxidante, mientras que la fresa mostró 58.694 mg/100ml de vitamina C, 104.442 mg E.A.G/100g de polifenoles y 545.544 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ de capacidad antioxidante.

Además, la bebida funcional fue elaborada con los siguientes parámetros F1 (60% zumo de tumbo – 40% zumo de fresa), F2 (70% zumo de tumbo – 30% zumo de fresa) y F3 (80% zumo de tumbo – 20% zumo de fresa), con diluciones de 1:1, 1:1.5 y 1:2 (zumo:agua). Se realizó el análisis fisicoquímico y funcional de los 9 tratamientos elaborados donde se obtuvo los siguientes resultados: el pH entre 3.67 y 4.23, °Brix entre 12.3 y 13.4 y la acidez entre 0.664% y 0.731%, la vitamina C varió de 34.463 mg A.A/100ml a 37.321 mg A.A/100ml, los polifenoles totales estuvieron entre 101.988 mg GAE/100g y 181.278 mg GAE/100g y la capacidad antioxidante entre 2078.751 $\mu\text{mol ET}/100\text{ ml}$ y 3788.130 $\mu\text{mol ET}/100\text{ ml}$.

La evaluación sensorial, realizada por 25 panelistas, identificó al T7 como el más aceptado. Finalmente se realizó el análisis microbiológico al tratamiento con mayor aceptación, encontrándose dentro de los parámetros permitidos.

Palabras claves: bebida funcional, capacidad antioxidante, polifenoles, vitamina C, tumbo, fresa.

ABSTRACT

The objective of the research was to develop a functional drink based on tumbo and strawberry juice that concentrates the best functional characteristics with respect to its vitamin C content, total polyphenols and antioxidant capacity. The physicochemical characterization of the tumbo and the strawberry was carried out, obtaining significant values. In the functional analysis of the strawberry, 75.105 mg/100ml of vitamin C, 431.651 mg E.A.G/100g of polyphenols and 7072.177 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ of antioxidant capacity were found, while the tumbo showed 58.694 mg/100ml of vitamin C, 104.442 mg E.A.G/ 100g of polyphenols and 545,544 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ of antioxidant capacity.

Furthermore, the functional drink was prepared with the following parameters F1 (60% tumbo juice – 40% strawberry juice), F2 (70% tumbo juice – 30% strawberry juice) and F3 (80% tumbo juice – 20 % strawberry juice), with dilutions of 1:1, 1:1.5 and 1:2 (juice:water). The physicochemical and functional analysis of the 9 treatments prepared was carried out where the following results were obtained: pH between 3.67 and 4.23, °Brix between 12.3 and 13.4 and acidity between 0.664% and 0.731%, vitamin C varied from 34.463 mg A.A. /100ml to 37.321 mg A.A./100ml, total polyphenols were between 101.988 mg GAE/100g and 181.278 mg GAE/100g and the antioxidant capacity between 2078.751 $\mu\text{mol ET}/100\text{ ml}$ and 3788.130 $\mu\text{mol ET}/100\text{ ml}$.

The sensory evaluation, carried out by 25 panelists, identified T7 as the most accepted. Finally, the microbiological analysis was carried out on the treatment with the greatest acceptance, being within the permitted parameters.

Keywords: functional drink, antioxidant capacity, polyphenols, vitamin C, tumbo, strawberry.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el consumidor opta por llevar una manera de vida más saludable, por ello están enfocados en consumir alimentos y bebidas funcionales que aporten de manera positiva a su salud. En otras palabras, las personas intentan encontrar maneras de equilibrar su dieta desajustada, consumiendo alimentos funcionales. (Jiménez, 2017). Estos alimentos ayudan a diversas funciones del cuerpo humano, prometiendo una mejora en la salud y el bienestar general, además de contribuir en la prevención de numerosas enfermedades.

Los problemas de salud son un interés alto para la población. Según la Organización Mundial de la Salud (2017) en el Perú el sobrepeso y la obesidad son enfermedades que afectan aproximadamente al 70% de la población, asimismo la desnutrición es una de las enfermedades más comunes que afecta al 28% de los niños. La obesidad, el sobrepeso, el azúcar en sangre elevado, la presión arterial elevada y los lípidos en sangre altos son los principales factores de riesgo metabólicos de las enfermedades cardiovasculares. La aparición y el alcance de estos factores de riesgo metabólicos dependen en gran medida de los factores de riesgo conductuales, como la actividad física y la dieta. El sobrepeso y la obesidad son el resultado de una ingesta de energía desequilibrada.

Las bebidas son uno de los alimentos con mayor facilidad de almacenamiento y distribución dentro del mercado, por lo que la adición de componentes funcionales en la elaboración de las bebidas ofrece a los consumidores una forma práctica de cubrir sus necesidades de salud específicas, además de los costos accesibles que son para la población. (Yu y Bogue, 2013). En la actualidad, la demanda de bebidas saludables ha aumentado, principalmente debido a la presencia de antioxidantes, vitaminas y minerales en su composición (Žuntar et al., 2020).

Las bebidas funcionales son bebidas no alcohólicas enriquecidas con ingredientes funcionales. Estas bebidas no solo se elaboran por sus propiedades nutricionales, sino que también tienen un propósito específico, como promover la salud y disminuir el riesgo de enfermedades. (Paredes & Areche, 2021), además promocionan beneficios tales como la salud del corazón, la mejora de la inmunidad y la digestión, la saciedad y la salud de las articulaciones (Wu et al., 2015), debido a su contenido de compuestos bioactivos y probióticos.

Con el propósito de mejorar el estilo de vida de las personas se plantea elaborar bebidas funcionales con propiedades antioxidantes, debido a que estos compuestos son sustancias

que retardan el proceso de envejecimiento de las células, reduciendo así las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y tumores, por lo que sus propiedades son sumamente beneficiosas para el organismo humano. Los antioxidantes actúan como una forma de protección para el cuerpo. Nuestro organismo no puede producir antioxidantes, por lo que debemos obtenerlo de algunos alimentos como las frutas y verduras. Los antioxidantes más conocidos son: vitamina C, vitamina E, Beta-caroteno. Por ello es importante incrementar el consumo de frutas y verduras en productos elaborados como una bebida. (Pérez y Ramirez, 2018).

En el mercado existe una amplia variedad de bebidas funcionales como cafés, té, bebidas energizantes, bebidas carbonatadas, jugo de frutas y verduras. (Kausar et al., 2012), pero en su mayoría, estos productos se fabrican empleando edulcorantes artificiales y utilizan una mínima cantidad de jugos naturales, ya que lo elaboran solo con fines comerciales y no pensando en la salud de las personas, es por ello que la investigación realizada se basa en elaborar bebidas funcionales a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y fresa (*Fragaria vesca*), con el fin de propiciar una mejor salud en la vida a las personas.

La importancia de elaborar bebidas funcionales a base de tumbo y fresa es porque se trata de un alimento con alto valor nutricional, considerada como un medio clave complementar componentes nutraceuticos, como los extractos herbales, por lo que pueden jugar un rol importante en la seguridad de la salud, así como también en la prevención de diversas enfermedades. Por otro lado, nuestro país cuenta con una gran diversidad de frutas y productos agrícolas que son muy poco utilizados debido a varios factores. En este caso hablamos de los frutos nativos, las cuales poseen cantidades importantes de nutrientes esenciales y componentes funcionales para la salud. (Encina-Zelada et al., 2011)

El tumbo serrano (*Passiflora mollissima*), es un producto alternativo para mejorar el valor nutricional de las personas en el mercado de consumo, ya que aporta grandes cantidades de vitaminas A, C, niacina, minerales como: fósforo, sodio, potasio, magnesio, cloro y hierro; y presenta un elevado contenido de carotenoides como β -caroteno y altos niveles de compuestos bioactivos como el ácido gálico y la catequina, se considera una excelente fuente de esos nutrientes y tiene una alta capacidad antioxidante. (Chaparro et al., 2014), además contribuye en la prevención de enfermedades degenerativas, así como también ayuda a la asimilación de carbohidratos para obtener energía de alta calidad.

Por otro lado, la fresa es una fruta muy atractiva para los consumidores, por su maravilloso aroma y sabor; también contiene altas cantidades de vitaminas, minerales y ácidos orgánicos, que actúan como desinfectantes y agentes antiinflamatorios que ayudan a reducir el colesterol. (Pineda, 2017). Además, esta fruta es una fuente importante de polifenoles como antocianinas, ácido elágico, elagitaninos y proantocianidinas, y en forma fresca o en bebidas tienen diversos efectos anti obesidad e hipolipemiantes (Istek y Gurbuz, 2017).

La elaboración de esta bebida ofrece una forma natural y nutritiva de consumir tumbo y fresa, utilizando la tecnología y técnicas tradicionales para la preparación, convirtiéndolo en una bebida apetecible y agradable para el consumo humano; además, posee propiedades características de los alimentos funcionales.

Como objetivo general tenemos, evaluar el contenido de capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C de las diferentes formulaciones de la bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollisima*) y fresa (*Fragaria vesca*) y como objetivos específicos; evaluar las características fisicoquímicas del tumbo y fresa, evaluar las características fisicoquímicas de las distintas formulaciones de la bebida funcional a base de tumbo y fresa, determinar la bebida óptima mediante capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C, evaluar las características sensoriales a los tratamientos de la bebida funcional a base de tumbo y fresa, finalmente; evaluar las características microbiológicas de la bebida funcional optima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. TUMBO

2.1.1. Generalidades

El tumbo es un fruto que las culturas preincaicas utilizaban para calmar la sed, además que esta fruta ayudaba en la hidratación de su piel y aporta al organismo los nutrientes vitales, este fruto es conocido por diversos nombres como: Curuba, Tacso, Tumbo serrano y Parcha, es originario de Sudamérica, específicamente de países como: Colombia, Venezuela, Ecuador, Bolivia, y Perú, lugares donde crecía de forma silvestre, pero en la actualidad se cultiva comercialmente en Colombia y Ecuador. (Chaparro et al., 2014).

El tumbo es perteneciente a la familia Passifloraceae y es originario de América tropical. Posee un característico e intenso aroma compuesto por terpenos, ésteres y compuestos de azufre. A continuación, la tabla presenta la clasificación taxonómica del tumbo (*Passiflora mollisima*). (Chaparro et al., 2014).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tumbo

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Sub-clase	Dilleniidae
Orden	Violales
Familia	Passifloraceae
Género	Passiflora
Especie	Passiflora mollisima (kunth) L.H. Bailey

Fuente: Churrampi y Montes, 2015.

2.1.2. Características del tumbo

El tumbo serrano conocido científicamente como “*Passiflora mollisima*” es una planta trepadora, que crece favorablemente incluso en altitudes cercanas a los 4000 m.s.n.m y en climas con temperaturas de 13°C y 16°C, produce frutos ovalados o en forma de banano que miden entre 8 a 15 cm de longitud, tiene una cáscara suave y comestible, en el interior hay numerosas semillas redondeadas que representan el 7% del peso total, están cubiertas de un mucílago anaranjado y de pulpa jugosa de pH entre 3 y 3,5, la pulpa corresponde

al 60% del peso del fruto, además es una fruta aromática y de sabor agrisado. Se reproduce por semillas y suele crecer en cercas y paredes de las casas. Sus flores, son reconocidas como las más hermosas del mundo, son polinizadas por avispas, abejas, y varias especies de colibríes. (Conde et al, 2014). El tumbo es una fruta climatérica que es altamente perecedera en su estado natural, por lo que debe almacenarse a una temperatura entre 4°C y 8°C, con una humedad relativa del 80 al 90%, para lograr mantener sus características físicas, químicas y organolépticas originales. (Botia et al., 2008)

2.1.3. Composición nutricional y fisicoquímica

El tumbo es rico en vitaminas A, B y C, además de tiamina, riboflavina, niacina, también contiene calcio, fósforo, hierro y fibra. La vitamina C presente en el tumbo funciona como un antioxidante que favorece a la absorción del hierro, lo que hace que su consumo sea ideal para tratar y prevenir la anemia. Por ello, se recomienda su consumo como parte de una dieta hipocalórica, así como otras frutas como la toronja, maracuyá y naranja que también son ricos en vitamina C. (Chaparro et al. 2014).

Tabla 2

Contenido Nutricional del tumbo (Passiflora mollissima) en 100 g de parte comestible

Componente	(Fernández, 2015)	(Chaparro, Maldonado, Franco & Urango, 2014)	(Mallaupoma, 2010)
Calorías (cal)	64	86.3	-
Agua (g)	82.1	80	-
Proteína (g)	1.2	0.9	1.24
Grasa (g)	0.5	0.1	0.01
Carbohidratos (g)	15.4	-	-
Fibra (g)	3.6	3	0.24
Ceniza (mg)	0.8	0.3	0.63
Calcio (mg)	8	3.7	-
Fosforo (mg)	34	14	-
Hierro (mg)	0.6	0.4	-
Vitamina A (UI)	-	1700	-
Tiamina (mg)	0.02	-	-
Riboflavina (mg)	0.11	0.3	-
Niacina (mg)	4.56	3.6	-
Ácido ascórbico (mg)	66.7	70	79.95

Fuente: Fernandez, 2015., Chaparro *et al.* 2014., Mallaupoma, 2010.

Además, sintetiza colágeno para mantener en buen estado los ligamentos, huesos, cartílagos, dientes, vasos sanguíneos y tendones. Posee propiedades antialérgicas, ayudando a prevenir y tratar resfriados y gripes, estimula el sistema inmunológico y es beneficioso para tratar el colesterol alto. (Meléndez et al., 2004).

Los cambios climáticos y los efectos de la luz solar en diferentes áreas geográficas pueden afectar el valor nutricional de las frutas. (Chaparro et al., 2014).

En la siguiente tabla, se presenta la composición fisicoquímica y proximal de la pulpa de tumbo.

Tabla 3

Composición fisicoquímica del Tumbo (Passiflora Mollisima)

Parámetro	Contenido
Humedad (%)	87,32
Ph	3,28
Acidez titulable (g Ac. Cítrico/100 ml)	4,1
Sólidos Solubles (°Brix)	12,0

Fuente: Encina, 2011

2.1.4. Beneficios del tumbo

El tumbo contiene excelentes propiedades para la hidratación, es bajo en calorías, y abundante en vitaminas y minerales. Tiene propiedades que ayudan a combatir los cálculos renales, dolores estomacales y molestias urinarias. Su composición incluye serotonina que es un neurotransmisor crucial para el correcto funcionamiento del sistema nervioso. La falta de serotonina puede provocar trastornos como la depresión, algunos tipos de obesidad, comportamientos compulsivos, insomnio y migrañas.

Contribuye a preservar la belleza de la piel, reduciendo arrugas y manchas faciales al restaurar su elasticidad. Contiene provitamina A, o beta-caroteno, que se transforma en vitamina A en el cuerpo, siendo esencial para la salud de la vista, la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y el sistema inmunológico. Además, su raíz se utiliza para eliminar parásitos intestinales. (García et al. 2017).

2.1.5. Propiedades Funcionales

Las frutas tropicales como el tumbo (*Passiflora mollisima*) son abundantes en el Perú y contienen niveles moderados de vitamina C y β -caroteno.

2.1.5.1. Vitamina C

La vitamina C ofrece numerosos beneficios para la salud, desempeñando un papel antioxidante, lo que facilita la absorción de hierro y previene enfermedades como la anemia. También es beneficiosa para la piel, contribuyendo a su nutrición y disminuyendo las arrugas, además de fortalecer el organismo y mantener un metabolismo equilibrado en el cuerpo humano (Córdova, 2016). Este nutriente es fundamental para la regeneración de tejidos y el crecimiento corporal, participando en la formación de tendones, ligamentos, piel y vasos sanguíneos, así como en la cicatrización de heridas y la reparación de huesos, cartílagos y dientes. Asimismo, ayuda a contrarrestar los efectos de los radicales libres. Según la FAO, se recomienda una ingesta diaria de 75 mg de vitamina C para mantener una buena salud.

Además, la vitamina C es una de las moléculas más simples entre las vitaminas, ya que es una lactona derivada de un ácido. El ácido ascórbico, compuesto por seis átomos de carbono, es soluble en agua, sensible al calor y se oxida fácilmente en presencia de álcalis y ciertos iones metálicos (Guzmán, 2014). Los estudios han demostrado que la capacidad antioxidante de ciertos frutos, similar a la de la vitamina C, puede ayudar a reducir el riesgo de padecer enfermedades como el cáncer, cataratas o problemas cerebrales. Por ello, se sugiere que las personas fumadoras deben consumir entre 90 y 100 mg de vitamina C al día (Córdova, 2016).

2.1.5.2. β - Carotenos

El β -caroteno es un pigmento de origen vegetal que pertenece al grupo de los carotenoides. Entre los carotenoides más comunes en los alimentos se encuentran el fitoflueno, β -caroteno, licopeno, α -caroteno, α -criptoxantina, β -criptoxantina, zeaxantina, luteína, violaxantina y astaxantina. Estos compuestos son solubles en lípidos y, desde un punto de vista químico, pertenecen a la familia de los terpenoides, con estructuras variadas que contienen átomos de carbono. Para que los carotenoides generen colores intensos como el amarillo (β -caroteno), el rojo (licopeno) o el naranja, es necesario que

presenten al menos siete enlaces dobles conjugados. Estos pigmentos son los responsables de los colores en raíces, flores, frutas, ciertos peces, invertebrados y aves. Además, antioxidantes como el β -caroteno desempeñan un papel fundamental al proteger a los organismos del daño durante el proceso de fotosíntesis. El β -caroteno también se distingue por sus propiedades antimutagénicas, fotoprotectoras, inmunológicas y antioxidantes, así como por sus efectos beneficiosos para la visión y la salud de la piel (Ventretera et al., 2013).

2.1.6. Producción de tumbo

Aún no existen datos o registros sobre la producción a nivel nacional de este fruto. En la siguiente tabla se muestra la producción del tumbo en la región de Apurímac.

Tabla 4

Producción de tumbo en TM región Apurímac año 2008 – 2014

Años	Has cosechadas	Producción
2008	33	495
2009	28	406
2010	30	456
2011	31	496
2012	32	432
2013	35	525
2014	45	706.5

Fuente: Camavilca y Gamarra, 2019

2.2. FRESA

2.2.1. Generalidades

Fresa es un significado de especia rastrera (fraga en latín), por lo que está relacionado con la palabra olor, se cultivan en casi la mayoría de los países por su fruto comestible y fáciles de sembrar. Su forma es ovalada o redondo, la textura varía según la especie, tiene una corola con sépalos verde con un marcado tinte rojizo, su sabor es dulce y ácido. Su principal característica es su agradable aroma. (Odrizola, 2009)

Tabla 5*Clasificación taxonómica de la Fresa*

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Familia	Rosales
Subfamilia	Rosoideae
Genero	Fragaria
Especie	vesca
Nombre científico	Fragaria vesca
Nombres comunes	Fresa, frutilla, fresón.

Fuente: Odriozola, 2009

2.2.2. Características de la fresa

La fresa (*Fragaria vesca*) es una baya, estas se caracterizan por sus compuestos altamente nutritivos, que incluyen minerales, vitaminas, ácidos grasos y fibra dietética. También contienen altos contenidos y amplia diversidad de componentes biológicamente activos no esenciales, como ácidos orgánicos o polifenoles, con sus subclases, taninos y flavonoides. (Giampieri et al., 2015). Las antocianinas, una subclase de flavonoides, son compuestos bioactivos importantes en las bayas, que son responsables de la coloración rojo-azul-púrpura de las bayas

Las fresas es una de las bayas más buscadas, ya sea en frescas y congeladas, así como en productos procesados, como en secas y enlatadas, en bebidas, yogures, mermeladas y jaleas. Un sinnúmero de estudios in vitro han demostrado que, las fresas ayudan a prevenir y reducir el riesgo de padecer varias enfermedades crónicas. (Joseph et al., 2014)

2.2.3. Composición nutricional

Las fresas en su mayoría son muy bajas en proteínas y su composición junto al agua son los hidratos de carbono (de los cuales solo tiene el 7%). Es una buena fuente de fibra y también rica en vitamina C. Una porción de 150 gramos de fresa aporta 86 mg de vitamina C, mientras que una porción de 225 gramos de naranja proporciona 82 mg de vitamina C. Por lo tanto, se recomienda consumir 60 mg de vitamina C de cualquiera de estos frutos en la dieta diaria. (Moreiras, 2018).

Tabla 6*Valor nutricional de la fresa basada en una porción fresca de 100 g*

Valor nutricional basada en una porción de 100 g	
Composición proximal	
Agua(g)	90.95
Energía (Kcal)	32
Proteínas(g)	0.67
Ceniza(g)	0.40
Lípidos Totales(g)	0.30
Carbohidratos(g)	7.68
Fibra Dietética(g)	2
Azúcares(g)	4.89
Sacarosa(g)	0.47
Glucosa(g)	1.99
Fructuosa(g)	2.44
Vitaminas	
Vitamina C(mg)	58.8
Tiamina(mg)	0.024
Riboflavina(mg)	0.022
Niacina(mg)	0.386
Ácido Pantotéico(mg)	0.125
Vitamina B6(mg)	0.047
Folato(ug)	24
Minerales	
Calcio(mg)	16
Hierro(mg)	0.41
Magnesio(mg)	13
Fosforo(mg)	24
Potasio(mg)	153
Sodio(mg)	1
Zinc(mg)	0.14
Cobre(mg)	0.048
Manganeso(mg)	0.386

Fuente: Departamento de Agricultura EEUU, 2010

2.2.4. Actividad antioxidante

La fresa es rica en compuestos polifenólicos con propiedades antioxidantes, especialmente ácidos fenólicos, antocianinas y vitamina C, que protegen diversos organelos de la oxidación. Las fresas tienen una actividad antioxidante superior a la de muchas frutas, como naranja, toronja, kiwi y uva roja. No obstante, los metabolitos secundarios en las fresas pueden potenciarse mediante un control adecuado de los nutrientes en el suelo (Rekika et al., 2015). La capacidad antioxidante de los extractos de la fresa se relaciona con su contenido de fenoles totales. Además, las antocianinas, que son colorantes naturales con poderosas propiedades antioxidantes, son las responsables del color vibrante y atractivo de las fresas.

El contenido de sustancias activas, incluidos los antioxidantes, está determinado genéticamente, pero su manifestación fenotípica está influenciada por factores ambientales como la temperatura, la luz, la humedad y el nivel de fertilización (Joseph *et al.*, 2014).

2.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Los compuestos conocidos como antioxidantes se definen como moléculas que inhiben la oxidación, y la oxidación es una reacción química que puede generar radicales libres, que desencadena la pérdida de uno o más electrones de otras moléculas, por lo general componentes biológicos como proteínas, lípidos o ácidos nucleicos. Existen dos tipos de especies reactivas que pueden iniciar la oxidación de estos sustratos: los radicales libres, que son entidades (átomos, moléculas o iones) con al menos un electrón no apareado en su orbital externo lo que les permite existir de forma independiente; y otras especies que, aunque no son radicales libres, son lo suficientemente reactivas como para provocar la oxidación. (Joseph et al., 2014)

Para contrarrestar el estrés oxidativo, tanto plantas como animales desarrollan complejos sistemas de antioxidantes que se superponen, como el glutatión y diversas enzimas como la catalasa y el superóxido dismutasa, los cuales son generados internamente. También se pueden utilizar antioxidantes dietéticos como la vitamina C y vitamina E, llamados así porque los seres humanos no podemos sintetizarlos y necesitamos obtenerlos a través de la alimentación. El concepto de "antioxidante" se aplica principalmente a dos grupos distintos de sustancias. Algunos son de origen biológico, mientras que otros son sintetizados como aditivos para alimentos o materias primas industriales. Estos

antioxidantes no solo se emplean para prevenir procesos de oxidación, sino también para inhibir reacciones radicales y otros tipos de reacciones redox, lo que amplía su campo de aplicación a diversas sustancias con diferentes usos. (Sánchez et al., 2019).

La actividad antioxidante de estos compuestos se determina por su reactividad química, su capacidad para alcanzar el sitio de la reacción y la estabilidad de los productos formados después de neutralizar los radicales libres. Es fundamental distinguir entre la capacidad antioxidante, que indica la extensión del efecto antioxidante, y la reactividad, que describe la velocidad con la que el antioxidante neutraliza los radicales libres en una concentración específica del compuesto. En resumen, la capacidad antioxidante puede ser entendida como la habilidad para estabilizar o eliminar radicales libres (también conocida como actividad scavenger en inglés), mientras que la reactividad se refiere a la rapidez con la que un antioxidante reacciona frente a los radicales libres, medida por la velocidad de la reacción (Londoño, 2012).

2.3.1. Determinación de la capacidad antioxidante

Aunque han pasado más de diez años desde que se comenzaron a desarrollar métodos para medir la actividad antioxidante de las sustancias, y a lo largo del tiempo han surgido varios métodos, sigue siendo necesario establecer métodos unificados para evaluar esta capacidad de manera precisa. En junio de 2004, durante el Primer Congreso Internacional sobre Métodos Antioxidantes en Orlando, Florida, se discutió la necesidad de profundizar en la manera de demostrar la capacidad antioxidante de alimentos, Fito terapéuticos y nutracéuticos, con el objetivo de desarrollar métodos analíticos que puedan estandarizarse como procedimientos rutinarios. Esto se debe a que los métodos actuales muestran diferencias significativas en los resultados, entre otras limitaciones.

2.3.1.1. Método DPPH (1,1-difenil-2- picrilhidrazilo)

Según (Guija, 2015), DPPH es la sigla que se utiliza para denominar al compuesto químico orgánico 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, que es un polvo cristalino que presenta color oscuro y se encuentra formado por moléculas estables de radicales libres. El método DPPH tiene 2 aplicaciones principales en el ámbito de la investigación de laboratorio: una de las aplicaciones que mayor destaca es su uso como monitor de reacciones químicas el cual implica radicales, especialmente como un ensayo antioxidante común. Este método proporciona una manera inicial de evaluar el potencial antioxidante de un compuesto, extracto u otras fuentes biológicas. Es el procedimiento más sencillo, donde

el compuesto o extracto en estudio se mezcla con una solución de DPPH y se registra la absorbancia después de un tiempo determinado. El método, introducido por Blois en 1958, fue diseñado para evaluar la capacidad antioxidante de manera semejante, empleando un radical libre estable conocido como α , α -difeníl- β -picrilhidrazilo (DPPH; $C_{18}H_{12}N_5O_6$, $M = 394.33$) Este ensayo se fundamenta en la capacidad de los antioxidantes para captar electrones del radical DPPH. El átomo de nitrógeno en DPPH, que tiene un electrón desapareado, se disminuye al aceptar un átomo de hidrógeno de los antioxidantes, formando así la hidracina correspondiente.

Para evaluar la capacidad antioxidante de jugos y vinos, se emplea el ensayo DPPH (2,2-difenilpicrilhidrazilo) según el método descrito por (Varo, 2018). El DPPH es una molécula radical estable que posee color púrpura, se prepara en soluciones metanólicas o etanólicas, y su máxima absorbancia se encuentra entre 515 y 520 nm. Cuando se expone a una sustancia que actúa como antioxidante, el radical DPPH cambia de color púrpura a amarillo.

Según Oro J. y Urcia S. (2018), este método se basa en medir la capacidad antioxidante para estabilizar el radical DPPH, utilizando espectrofotometría para medir la absorbancia a 517 nm. Este método es simple y confiable que se puede aplicar a muestras con diferentes grados de polaridad. Es uno de los métodos más utilizados en los estudios in vitro para evaluar la capacidad de captación de radicales, generalmente expresada como capacidad antioxidante total.

2.3.1.2. Método TEAC o ABTS

Este método se utiliza para determinar la capacidad antioxidante de diversas sustancias y se caracteriza por ser un ensayo de descoloramiento aplicable a antioxidantes tanto hidrofílicos como lipofílicos, incluyendo compuestos como hidroxicinamatos, flavonoides, carotenoides y antioxidantes presentes en plasma. El procedimiento implica la generación del radical monocatión del ácido 2,2'-azino-bis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) ($ABTS^{\bullet+}$) a través de la oxidación de ABTS con persulfato de potasio. Este radical se reduce en presencia de antioxidantes que actúan como donadores de hidrógeno. Para medir la actividad antioxidante, se evalúa la concentración del antioxidante y su capacidad para inhibir la absorción de radicales catiónicos durante la reacción (Pellegrini, 1999).

El ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) es un compuesto utilizado en el campo de la bioquímica para investigar la cinética de reacciones de enzimas específicas. Es comúnmente empleado en ensayos inmunoabsorbentes ligados a enzimas (ELISA) para detectar interacciones entre moléculas. En aplicaciones enzimáticas, puede funcionar como sustrato para enzimas peroxidasas, como la peroxidasa de rábano picante, o para enzimas oxidasa multicomponente, como la lactasa o la bilirrubina oxidasa, lo que permite estudiar la cinética de reacción de estas enzimas y cuantificar peróxido de hidrógeno en muestras (M, J. 2017).

El ABTS presenta un potencial de reducción formal suficiente para actuar como donador de electrones en la reducción de especies oxigenadas, como el peróxido de hidrógeno y el oxígeno molecular, especialmente en condiciones de pH moderados que son típicas de la catálisis biológica. En estas circunstancias, los grupos sulfonato se encuentran completamente desprotonados, haciendo que el mediador actúe como un dianión (M, J. 2017).

El ABTS es ampliamente utilizado en la industria alimentaria y en investigaciones agrícolas para evaluar la actividad antioxidante de los alimentos. En este ensayo, el ABTS se convierte en su catión radical mediante la adición de persulfato de sodio. Este catión radical presenta un color azul y absorbe luz a 734 nm. Es altamente reactivo frente a diversos antioxidantes, incluidos compuestos fenólicos, tioles y vitamina C (Zhen, 2016). Durante la reacción, el radical catión azul ABTS se transforma de nuevo en su forma neutra e incolora. La progresión de esta reacción puede ser monitoreada mediante espectrofotometría. Este método se conoce comúnmente como el Ensayo de Capacidad Antioxidante Equivalente de Trolox (TEAC) (Walker, 2009), en el cual la reactividad de varios antioxidantes se compara con la de Trolox, que es un análogo soluble en agua de la vitamina E.

Debido a las propiedades distintivas de los radicales libres generados, el ensayo ABTS se utiliza para medir la actividad antioxidante de productos comestibles. Por ejemplo, los polifenoles presentes en muchas frutas pueden neutralizar radicales libres en el organismo humano, ayudando a prevenir el daño oxidativo. La eficacia antioxidante de extractos vegetales o productos alimenticios se evalúa a través de este ensayo ABTS (Zhen, 2016).

2.4. BEBIDA

Un sector importante y de gran consumo en la industria alimentaria es la industria de las bebidas, y están clasificados por su grado alcohólico o no alcohólico. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 2010)

El mercado de bebidas está creciendo constantemente y varios expertos comentan que la inclinación de consumo se está moviendo hacia las bebidas no alcohólicas, ya que los consumidores se están interesando más en el bienestar de su salud y cómo se relaciona con los alimentos y bebidas que consumen. (Chiroque et al., 2019)

2.4.1. Bebidas funcionales

A lo largo del tiempo, ha surgido una amplia gama de nuevos sabores y combinaciones de ingredientes, lo que permite satisfacer las exigencias de los consumidores. Las bebidas funcionales son aquellas que incluyen ingredientes fisiológicos capaces de complementar su valor nutricional y ofrecer beneficios adicionales para la salud. Estas bebidas no solo abordan las necesidades fisiológicas, sino que también cumplen con las expectativas de los consumidores en cuanto a nutrición, frescura, naturalidad y salud (Jiménez, 2017).

Se definen como productos listos para el consumo que incorporan uno o más componentes funcionales no convencionales en su composición, promoviendo así la salud y disminuyendo el riesgo de enfermedades en quienes las consumen. Algunas pueden ser funcionales por naturaleza, como el té, mientras que otras son enriquecidas con nutracéuticos tales como calcio de leche, omega-3, proteína aislada de soja, fibra, prebióticos, probióticos, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que ofrecen beneficios para la salud (Fernández, 2018).

Dentro de la variedad de bebidas consideradas funcionales se incluyen tanto refrescos como zumos que contienen elementos esenciales para el organismo, con bases de agua o leche. También están las bebidas isotónicas, que son especialmente populares entre los deportistas para ayudar en su recuperación después de la actividad física intensa (Suárez, 2011).

Los edulcorantes utilizados en las bebidas funcionales incluyen sucralosa y stevia, que son aproximadamente 600 y 300 veces más dulces que el azúcar, respectivamente. Una ventaja de estos edulcorantes es que sus moléculas son inertes, lo que significa que no se

alteran ni se metabolizan en el organismo y se excretan tras su consumo. Además, son libres de calorías y no requieren etiquetas de advertencia ni información sobre intolerancias en los productos que los contienen, además de no contribuir a la formación de caries (Makymat, 2015).

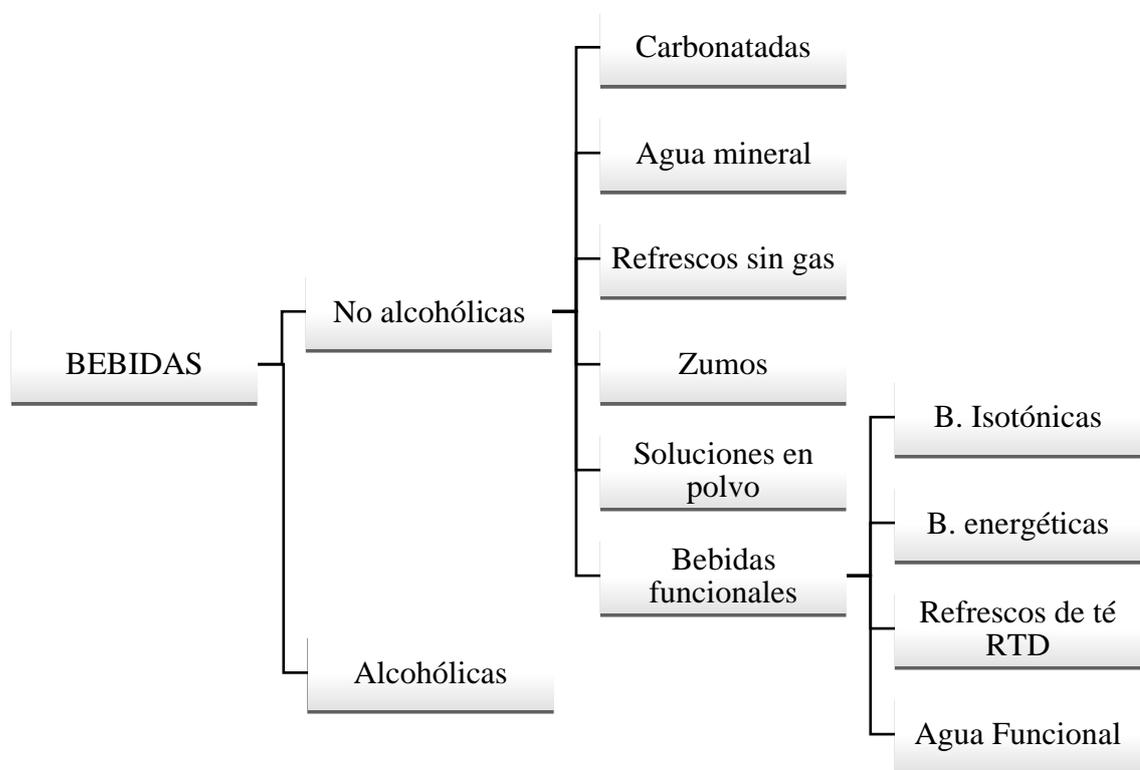
2.4.2. Clasificación de bebidas funcionales

(Jiménez, 2017) define a las bebidas funcionales como una categoría extensa, la cual se dividen en subcategorías que están en constante aumento.

- **Bebidas energéticas:** Estas bebidas contienen mucha cafeína y otros estimulantes como el ginseng y guaraná. El contenido de cafeína oscila entre 75 mg a 200 mg por porción, por otro lado; las carbonatadas varían de 30 a 60 mg por porción. Las bebidas energéticas proporcionan un aumento de energía a corto plazo, pero pueden causar posibles daños a la salud debido a los estimulantes que contienen.
- **Bebidas isotónicas para deportistas:** Estas bebidas incluyen agua, hidratos de carbono y minerales, la cual hidratan el organismo y las reponen de electrolitos ante las pérdidas durante el ejercicio.
- **Refrescos de té RDT (Ready To Drink):** El té es una bebida muy consumida y muy beneficiosa para la salud debido a sus efectos antioxidantes y polifenoles la cual producen efectos inhibitorios sobre los procesos cancerígenos in vitro. La RDT es una mezcla preelaborada lista para beber, es decir, té helado, olvidándonos de la infusión de hierbas clásica.
- **Agua funcional:** Las aguas saborizadas son muy relevantes en la tendencia de bebidas saludables, destacando como bebidas modernas y reemplazando a las bebidas carbonatadas. Esta bebida funcional es muy popular en EE. UU y Europa, en estos países eligen agua con sabor y color sin azúcar y otros ingredientes. Estas bebidas funcionales tienen vitaminas agregadas, la cual son hidratantes y ayudan en el funcionamiento del organismo dándole vitaminas y otras componentes.

Figura 1

Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol.



Fuente: *FAO, 2010*

2.4.3. Beneficios a la salud

Según (Alfaro, 2019), el valor nutricional de las bebidas funcionales varía respecto a los ingredientes utilizados durante su proceso, pero que estas bebidas ayudan a reducir la presencia de diferentes enfermedades crónicas, a la vez ayudan a restaurar la protección contra enfermedades biológicas y retarda el envejecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia Prima

- ✓ Se compró 20 kg de Tumbo, en estado fresco y sin presencia de deterioro; en el mercado “La Perlita” de Nuevo Chimbote. Esta fruta es producida en la zona de Yungay y es de la variedad *Mollisima*.
- ✓ Se compró 16 kg de Fresa, en estado fresco y sin presencia de deterioro; en el mercado “La Perla” de Chimbote. Esta fruta es producida en la zona de Huarney y es de la variedad *Vesca*.

3.1.2. Insumos

- ✓ Sorbato de potasio
- ✓ Stevia
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Carboximetilcelulosa (CMC)

3.1.3. Materiales de proceso

- ✓ 30 botellas de vidrio de 300 ml
- ✓ 2 cucharones de acero inoxidable
- ✓ 2 cuchillos de acero inoxidable
- ✓ 1 cocina
- ✓ 2 ollas de aluminio
- ✓ Bolsas de polietileno de alta densidad
- ✓ Papel filtro Whatman
- ✓ 2 rollos de papel aluminio
- ✓ 1 rollo de papel toalla
- ✓ 1 paquete de vasos descartables
- ✓ 1 jarra medidora

3.1.4. Materiales de laboratorio

- ✓ Campanas de Durham
- ✓ Capsula de porcelana
- ✓ Crisoles
- ✓ Espátula

- ✓ Fiolas de 10mL
- ✓ Fiolas de 25, 50 y 500 mL
- ✓ Gradilla para tubos de ensayo
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 50ml y 100ml
- ✓ Pera de succión
- ✓ Picnómetro
- ✓ Pinza de madera
- ✓ Pinzas de metal
- ✓ Pipeta graduada
- ✓ Micropipeta de 100ul
- ✓ Micropipeta de 1000ul
- ✓ Piscetas
- ✓ Placas Petri
- ✓ Probetas de 50 ml
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Varillas de agitación
- ✓ Vasos de precipitado de 10, 50, 100, 250 y 500 ml

3.1.5. Reactivos

- ✓ Folin Ciocalteu
- ✓ Ácido gálico
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Ácido oxálico
- ✓ Carbonato de sodio
- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Colorante 2-6-diclorofenol indofenol
- ✓ DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico)
- ✓ Fenolftaleína 1%
- ✓ Hidróxido de sodio 0.1N
- ✓ Metanol 80%
- ✓ NaOH 0.1 N
- ✓ Trolox (6 – hydroxy – 2,5,7,8 – tetramethylechroman – 2- carboxylic acid)
- ✓ DPPH (2,2 difenil – 1, picrilhidracilo)

3.1.6. Equipos e instrumentos de laboratorio

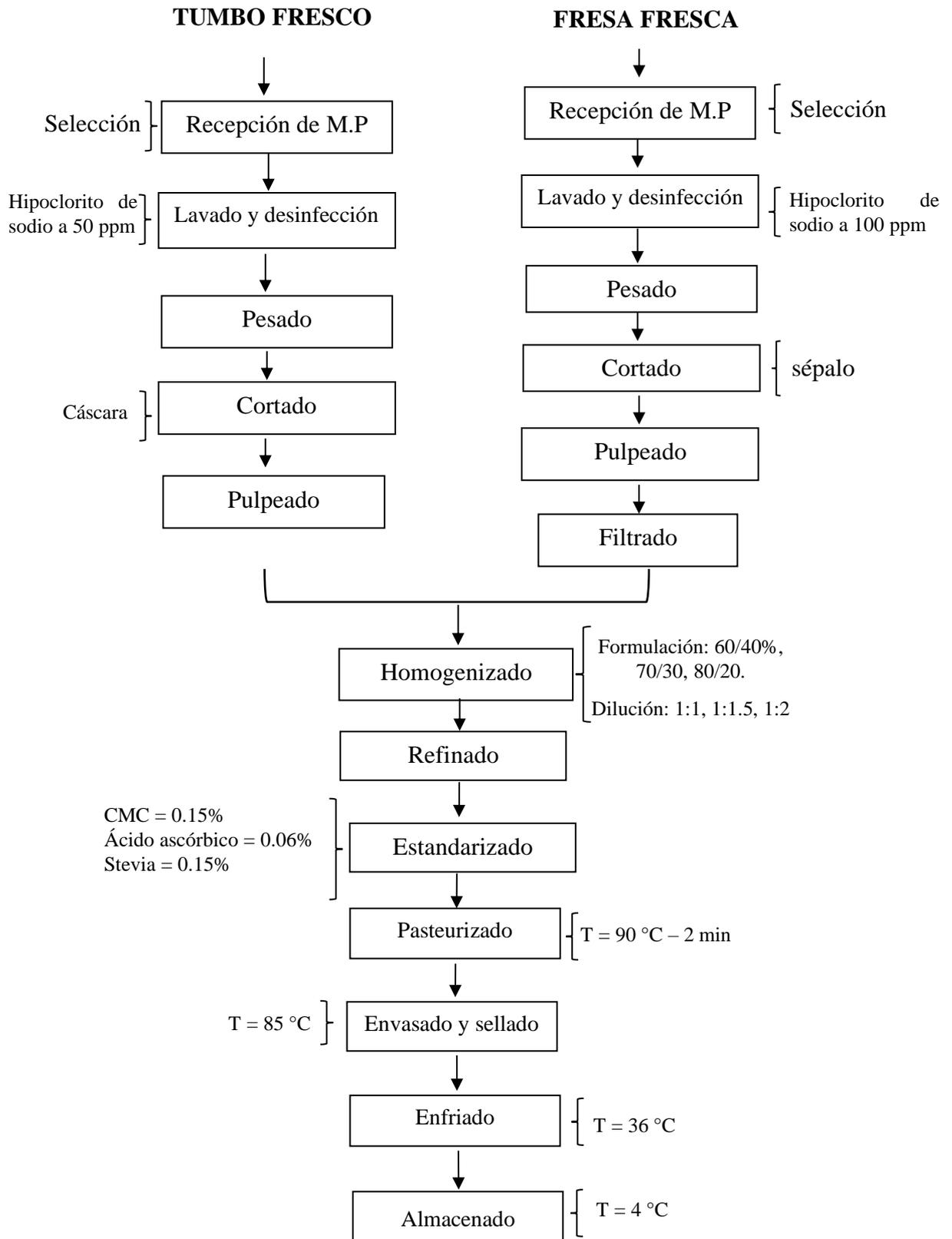
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Colorímetro digital
- ✓ Estufa
- ✓ Espectrofotómetro UV – Visible Jasco LSE
- ✓ Molino Coloidal
- ✓ Mufla
- ✓ PH-metro multiparámetro
- ✓ Refractómetro
- ✓ Termómetro de mercurio
- ✓ Molino coloidal
- ✓ Licuadora Industrial
- ✓ Pulpeadora
- ✓ Kjeldahl
- ✓ Titulador
- ✓ Congeladora LG.
- ✓ Viscosímetro digital
- ✓ Secador de bandejas

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Metodología del proceso de elaboración de la bebida funcional

Figura 2

Esquema del proceso de elaboración de la bebida funcional



3.2.1.1. Descripción del proceso de elaboración de la bebida funcional

a. Descripción del proceso de extracción del zumo de tumbo

Recepción: La recepción de la materia prima se realizó en las condiciones adecuadas para mantener la buena calidad de las frutas.

Selección y clasificación: Se realizó para eliminar la materia prima no apta para el procesamiento, desechando las que presentan signos visibles de deterioro.

Lavado y desinfección: Se llevó a cabo el lavado de las materias primas para que de esa manera podamos eliminar cualquier sustancia extraña que esté presente, además se realizó la desinfección en una solución clorada de 50 ppm para reducir la carga microbiana.

Pesado: Se realizó el correcto pesado de las materias primas para que de esa manera podamos llevar un control de la cantidad que ingresó a planta y así determinar el rendimiento.

Cortado: Se realizó el corte de la cáscara del tumbo con la ayuda de un cuchillo y con una cuchara retiramos la pulpa del tumbo.

Extracción: En esta etapa del proceso se realizó la extracción del zumo del tumbo a través de una pulpeadora.

Reservado: El zumo extraído se reservó en bolsas de polipropileno y fueron puestas a congelación para su posterior utilización en la bebida funcional.

b. Descripción del proceso de extracción del zumo de fresa

Recepción: La materia prima fue recibida en las condiciones adecuadas para mantener la calidad de la fruta.

Selección y clasificación: Estas operaciones se realizaron con el fin de eliminar la materia prima que no se encuentra en buen estado para el procesamiento de la bebida.

Lavado y desinfección: Se llevó a cabo el lavado con el objetivo de eliminar partículas extrañas, además se realizó la desinfección clorada de 100 ppm a la materia prima para así disminuir microorganismos.

Pesado: Se realizó con el propósito de verificar cantidades exactas de materia prima para posteriormente realizar el rendimiento.

Cortado: Se realizó el corte del sépalo de la fresa con la ayuda de un cuchillo.

Extracción: En esta etapa del proceso se realizó la extracción del zumo de la fresa, la materia prima ingresó en un equipo pulpeador para obtener una pulpa fina.

Filtrado: Se realizó con el fin de retener partículas que no fueron capturadas por el pulpeador, para ello se hizo uso de la tela de nylon que fue lavada y desinfectada, donde se obtuvo dos fases, una líquida y la otra sólida.

Reservado: El zumo extraído fue reservado en bolsas de polipropileno y puestas a congelación para su posterior utilización en la bebida funcional.

c. Descripción del proceso de elaboración de la bebida funcional

Homogenizado: En esta operación se mezcló en porcentajes los zumos tanto de tumbo como de fresa, además para las diluciones se agregó agua en cantidades descritas en el flujograma.

Refinado: Ambas muestras pasaron independientemente por un refinado para obtener un líquido uniforme, es decir libre de partículas y/o pepas.

Estandarizado: En esta etapa se añadieron edulcorantes, estabilizantes y conservantes a la bebida funcional, para ello tenemos la cantidad específicas en el flujograma.

Pasteurizado: En este tratamiento térmico se inactiva los microorganismos responsables de fermentaciones y las enzimas que provocan cambios en el color, permitiendo conservar el producto. Lo cual se llevó a cabo a una temperatura de 90 °C por un tiempo de 2 minutos.

Envasado y Sellado: Se utilizaron envases previamente esterilizados con una capacidad de 300 mL, y el envasado del producto se realizó inmediatamente después del pasteurizado, a una temperatura de 85 °C, y las botellas se sellaron con tapas de inmediato para crear un vacío en su interior al enfriarse el producto.

Enfriado: Después del envasado, se procedió al enfriado por medio de agua fría corriente, hasta una temperatura de 37 °C. De esta manera se produjo un choque térmico en el producto eliminando así microorganismos que se encuentren presentes en la bebida funcional.

Almacenamiento: Antes del almacenamiento, se realizó un secado superficial de los envases, luego se procedió al correcto etiquetado y finalmente se llevó a las condiciones adecuadas de refrigeración.

3.2.2. Métodos de la caracterización fisicoquímica

3.2.2.1. Determinación de pH.

Se determinó por el método AOAC, 2016. Se trata de una técnica electroanalítica utilizada para determinar la concentración de iones hidrógeno en el extracto de tumbo y fresa, con el fin de establecer si la solución es ácida o básica. En este caso, se utilizó el electrodo de un multiparámetro, calibrado con soluciones buffer de 4.01, 7.01 y 10.01 a 25 °C.

3.2.2.2. Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Se determinó por el método AOAC 932.12, mediante el uso de refractómetro digital y se expresó la lectura en °Brix.

3.2.2.3. Determinación de acidez titulable

Se determinó por el método 947.05 (AOAC, 2016), expresado en % de ácido ascórbico.

Cálculo:

$$\% \frac{\rho}{v} = \frac{(Vml \times N) \times meq \text{ ac. predominante}}{gMx} \times 100$$

3.2.2.4. Determinación de humedad.

Se determinó mediante la estufa, por el Método AOAC 952.08.

3.2.2.5. Determinación de cenizas

Se determinó mediante el método 7009 (AOAC, 2016). Este método consiste en pesar el crisol previamente secado, luego pesar en el crisol 3 g de muestra y colocarla en la mufla a una temperatura de 520 - 600°C por un periodo de 3 a 5 horas hasta obtener cenizas blancas. Finalmente, retire el crisol de la mufla y colóquelo en la campana de desecación durante 30 minutos a temperatura ambiente. Luego, pese el crisol con las cenizas obtenidas.

Cálculo:

$$\%Cenizas = \frac{(P1 - P2)}{m} \times 100$$

Donde:

P_1 = masa del crisol vacío en gramos.

P_2 = masa del crisol más ceniza en gramos.

m = masa de la muestra en gramos.

3.2.2.6. Determinación de Fibra Dietética Total (FDT)

Se realizó mediante el método AOAC 1980 - Digestión Acido alcalina.

3.2.2.7. Determinación de capacidad antioxidante

Se hallará utilizando la metodología de Radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) y la técnica 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS).

3.2.2.8. Determinación de Polifenoles Totales

Se realizó por la metodología Folin y Cioclateu descrito por Moreno Escamilla en 2015, donde se cuantificó la reacción o poder reductor de los compuestos fenólicos con los agentes antioxidantes.

3.2.2.9. Determinación de Vitamina C

Se realizó mediante el método AOAC, 1990. La cuantificación de ácido ascórbico se determinó por medio del método de titulación con el colorante 2,6 diclorofenol indofenol 967,21.

3.2.2.10. Determinación del análisis sensorial

La evaluación sensorial que comprende el sabor, olor, color y aceptabilidad de las bebidas con diferentes % de materia prima, se realizó con 25 panelistas mediante una escala hedónica de 5 puntos lo cual se llevó a cabo en las condiciones adecuadas en los paneles de la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

3.2.2.11. Determinación de Análisis Microbiológico

Se llevó a cabo un análisis microbiológico de organismos aeróbicos mesófilos, mohos, levaduras y coliformes totales en la bebida seleccionada de acuerdo a los análisis funcionales. Esta evaluación se efectuó en el laboratorio acreditado de COLECBI S.A.C.

3.2.3. Formulación de hipótesis

3.2.3.1. Hipótesis

La formulación entre 60% - 80% de zumo de tumbo y entre 20% - 40% de zumo de fresa permite obtener bebidas funcionales con las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales adecuadas.

3.2.3.2. Variables

3.2.3.2.1. Variables independientes:

Proporción en porcentaje de zumo de tumbo y fresa

Factor de dilución de zumo de fruta en el agua

3.2.3.2.2. Variables dependientes:

Características sensoriales (sabor, olor, color y apariencia general)

Características funcionales (capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C).

3.2.4. Operacionalización de las variables

Figura 3

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente				
Proporción de zumo de tumbo y fresa.	La formulación ayuda a estandarizar los productos, para que el consumidor encuentre siempre el producto con las mismas características y satisfaga sus exigencias.	El zumo de tumbo se incorporará con el zumo de fresa para la elaboración de la bebida.	- Porcentaje de zumo de tumbo. - Porcentaje de zumo de fresa.	Porcentaje
Factor de dilución.	Consiste en añadir a una solución un líquido para bajar su concentración.	Se debe tomar en cuenta para lograr una óptima concentración de la bebida.	Factor de dilución pulpa: agua	Porcentaje
Variable dependiente				
Características sensoriales	Consiste en un análisis de aceptabilidad las cuales serán evaluadas por un personal capacitado.	La bebida obtenida se someterá a distintas evaluaciones funcionales y sensoriales para determinar su calidad optima.	-Sabor, olor, color y aceptabilidad general	Escala hedónica (0 - 5)
Características funcionales	Esta evaluación nos permite medir el valor funcional de la bebida, las cuales presentan grandes beneficios a la salud.		- Polifenoles totales - Capacidad antioxidante. - Vitamina C	- mgGAE/100g - μmol TROLOX - mg Ácido ascórbico/100g

3.2.5. Diseño experimental

En esta investigación se aplicó un Diseño Factorial Categórico. Las variables independientes consideradas fueron: i) la proporción de zumo de tumbo y fresa, y ii) la dilución del zumo en agua. Se utilizó un diseño factorial categórico de 2 factores con 3 niveles (3^2), en el que se examinaron las variables dependientes o respuestas: i) contenido de vitamina C, ii) capacidad antioxidante, iii) cantidad total de polifenoles y iv) análisis sensorial (sabor, aroma, color y apariencia general). Cada uno de los dos factores en la formulación de la bebida funcional se estableció en tres niveles. Estos incluyeron las concentraciones de tumbo y fresa (60%:40%, 70%:30%, 80%:20%) y las diluciones de zumo en agua (1:1, 1:1.5 y 1:2).

3.2.5.1. Esquema del diseño experimental

Figura 4

Esquema del diseño experimental

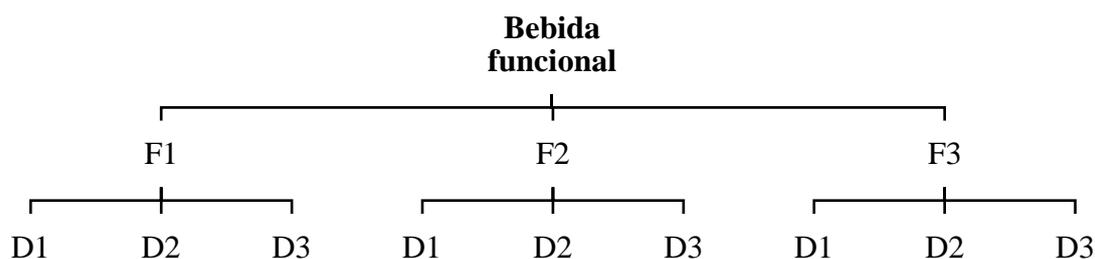


Figura 5

Niveles de las variables independientes del Diseño Factorial Categórico.

Variables independientes	Niveles		
	-1	0	1
Formulación (F)	60%:40%	70%:30%	80%:20%
Factor de dilución (D)	1:1	1:1.5	1:2

Tabla 7*Valores de experimentación para el Diseño Factorial Categórico.*

TRATAMIENTO	VARIABLES CODIFICADAS		VALORES REALES	
	F(%)	D(mL:mL)	F(%)	D(mL:mL)
1	-1	-1	60:40	1:1
2	-1	0	60:40	1:1.5
3	-1	1	60:40	1:2
4	0	-1	70:30	1:1
5	0	0	70:30	1:1.5
6	0	1	70:30	1:2
7	1	-1	80:20	1:1
8	1	0	80:20	1:1.5
9	1	1	80:20	1:2

3.2.6. Diseño estadístico

El diseño estadístico se llevó a cabo utilizando el software STATGRAPHICS CENTURION XV.II, en el cual se evaluaron los efectos de las variables independientes sobre las variables dependientes. Se calcularon los coeficientes de regresión (R^2), se realizó el análisis de la varianza (ANOVA), y se construyeron las superficies de respuesta, todo con un nivel de significación del 5%. A partir de las superficies de respuesta obtenidas para cada variable dependiente, se seleccionará una región óptima que permita desarrollar una bebida funcional de tumbo y fresa con las mejores propiedades funcionales y sensoriales.

Se tomaron en cuenta los factores de proporción y dilución, analizando los resultados mediante un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Para ello, se empleó un arreglo factorial de $3 \times 3 = 9$, con tres repeticiones, dando un total de 27 experimentos. Se analizará la cuantificación de la capacidad antioxidante, los polifenoles totales y la vitamina C. Posteriormente, se evaluarán el color, olor, sabor y aceptabilidad general para determinar la bebida preferida por los panelistas.

3.2.6.1. Diseño de Modelo Estadístico de la Bebida Funcional

Tabla 8

Factor A: Concentración o Formulación.

Formulación	Tumbo (%)	Fresa (%)
F1	60	40
F2	70	30
F3	80	20

Fi= Formulación en el nivel “i”

Tabla 9

Factor B: Dilución

Dilución	Zumo: agua
D1	1:1
D2	1:1.5
D3	1:2

Dj=Dilución en el nivel “j”

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización fisicoquímica y funcional de las materias primas

Los zumos de tumbo y fresa fueron caracterizados por triplicado respecto a los análisis fisicoquímicos y funcionales. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de dichos análisis.

Tabla 10

Características fisicoquímicas del tumbo (Passiflora mollisima)

Análisis fisicoquímicos	Contenido
Humedad (%)	92.93 ± 0.21
°Brix	13.07 ± 0.15
Acidez (%)	1.19 ± 0.02
pH	3.20 ± 0.02
Fibra dietaria total (%)	2.21 ± 0.26
Cenizas (%)	3.07 ± 0.02

En la Tabla 10 se observan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del tumbo, la cual posee un 92.93% de humedad considerándolo una pulpa con alto contenido de humedad, este valor es similar al de (Rojas, 2021) la cual reportó un 94% de humedad, esto se debe a que el tumbo es una fruta con abundante porcentaje de pulpa.

Por otro lado, los °Brix de los cítricos cambian respecto al nivel de madurez de la fruta y la duración del almacenamiento, en esta investigación se observa un pH de 3.20, 13.07 de °Brix y una acidez de 1.19%, asimismo (Montalvo, 2019) reportó resultados de pH, °Brix y acidez de 3.10, 11.16 y 2.10% respectivamente. Según (Obregón y Obregón, 2019), la pulpa de tumbo contiene glucosa y fructuosa, y el incremento de los sólidos solubles indica un cierto crecimiento en la cantidad de azúcares reductores, ya que los °Brix dependen del transporte de azúcares desde las hojas y reservas. Los resultados obtenidos presentan diferencias mínimas respecto a la investigación realizada por otros autores, lo cual se deben a diversos factores, como el estado de madurez de la fruta, el factor climático y el terreno donde fue cultivado el fruto.

Además se determinó el porcentaje de Fibra dietaria total y cenizas del tumbo (*Passiflora Mollisima*), en el cual obtuvimos como resultado 2.21% de FDT, este valor es similar al reporte de (Rojas, 2015) la cual en su investigación indicó 2.53% de contenido de fibra,

asimismo (Lliuyacc, 2020) obtuvo un resultado de 3.6% FDT en su caracterización, por otro lado en el análisis de la ceniza (Encina y Carpio, 2011) obtuvieron un resultado de 0,88%, asimismo (Lazaro y Villanueva, 2021) reportaron 0.80% de cenizas, a diferencia de nuestro estudio lo cual obtuvimos 3.07% de cenizas. (Kuno, 2021) nos comenta que el tumbo sin cáscara contiene 84.5% de humedad, 4.8 % de fibra cruda y 1.0% de cenizas, estas variaciones de los resultados se deben a factores como la temperatura y el tiempo en el que se analizan, además influye el estado en el que se encuentra la pulpa de la fruta al momento de ser evaluados.

Tabla 11

Características fisicoquímicas de la fresa (Fragaria Vesca)

Análisis fisicoquímicos	Contenido
Humedad (%)	90.23 ± 0.98
°Brix	7.03 ± 0.06
Acidez (%)	0.96 ± 0.02
pH	3.57 ± 0.02
Fibra dietaria total (%)	2.63 ± 0.01
Cenizas (%)	2.07 ± 0.05

En la Tabla 11, se observan los resultados en relación con el análisis fisicoquímico para la fresa, siendo un 90.23% de humedad, 2.63 de fibra dietaria y 2.07 de cenizas, estos valores son cercanos a los que fue reportado por (Cubas, 2021), cuyos valores fueron un 88.08% de humedad, 1.60% de cenizas y 2.25% de fibra dietaria. (Bazán y Mejía, 2023), nos dice que las variaciones en la humedad y cenizas se deben a varios factores, como la especie, el grado de madurez, la ubicación del cultivo, las condiciones del entorno agrícola, el manejo postcosecha y el estado del producto, ya sea fresco, seco o procesado. Por otro lado, (Alcaraz, 2019), indica que el pH, °Brix y la acidez son características clave para reconocer y clasificar diversas variedades. El pH define si las variedades son acidas, y a su vez esta aumenta con la maduración, hasta alcanzar datos próximos a 4, por otro lado, la acidez titulable disminuye a medida que los °Brix aumentan durante el proceso de maduración. En la tabla anterior se observa un valor de 3.57 de pH y 7.03 de °Brix, esto se debe a la madurez, por lo que tuvo 0.96% de acidez titulable. Así mismo, (Chicaiza, 2015) reportó 3.98 de pH, 7.02 de °Brix y una acidez titulable de 0.99%, la

cual presenta valores similares a los reportados en esta investigación. Estos hallazgos confirman que las variaciones en estas propiedades son indicativas de la etapa de madurez del fruto, contribuyendo así a su caracterización precisa y clasificación.

Tabla 12

Características funcionales de las materias primas

Características funcionales	Zumo de tumbo	Zumo de fresa
vitamina C (mg /100 ml)	75.105 ± 2.266	58.694 ± 2.789
Polifenoles totales (mg E.A.G/100g)	431.651 ± 6.124	104.442 ± 0.926
Actividad antioxidante (µmol ET/100g)	7072.177 ± 60.825	545.544 ± 15.701

La caracterización de la materia prima es fundamental para calcular la cantidad necesaria en la producción y así poder estandarizar las formulaciones de la bebida funcional. Tras la caracterización fisicoquímica se realizó la caracterización funcional según la vitamina C, polifenoles totales y actividad antioxidante del zumo de tumbo y zumo de fresa.

En la tabla anterior, se evidencia que la capacidad promedio respecto a la vitamina C para el tumbo es de 75.105 mg /100 ml, asimismo (Quillimamani et al., 2022) indicaron que su contenido de vitamina C en el zumo de tumbo serrano es 77.01 mg/100 ml, mientras que (Kuno, 2021) reportó 66.56 mg /100 ml este valor es cercano a los valores reportado por (Encina y Carpio, 2011) y (Contreras et al., 2011) quienes encontraron valores de 61.8 mg/100 ml y 61.5 mg/100 ml respectivamente, sin embargo, (Valente et al., 2011) sostiene datos inferiores de contenido de vitamina C en el tumbo procedente de Colombia, siendo este resultado de 40.5 mg /100 ml, lo que sugiere que las diferencias geográficas también pueden influir notablemente en la variabilidad de los resultados. Estos factores deben ser considerados al interpretar los valores y al comparar estudios realizados en distintas regiones y con diferentes metodologías. Las diferencias en los resultados sobre el contenido de vitamina C en el tumbo pueden atribuirse a varios factores, como las variaciones en las condiciones de cultivo, la altitud, el clima y el tipo de suelo, que influyen directamente en la composición química del fruto. Además, las técnicas de extracción y medición utilizadas por cada investigador pueden tener un impacto significativo en los valores obtenidos.

Por otro lado, en nuestra investigación obtuvimos que el contenido de vitamina C para la fresa es de 58.694 mg /100 ml de igual forma (Aguirre et al., 2018), reportó un resultado de 58.8 mg/100 ml mientras que (Foito et al., 2018) indica un resultado similar en el contenido de vitamina C en la fresa siendo de 56.700 mg /100 ml, (Colchado y Velásquez, 2015) encontraron 57.67 mg /100 ml de contenido de vitamina C, a diferencia de (Gualpa, 2021) que en su trabajo de investigación menciona un resultado inferior a lo obtenido en nuestro estudio, siendo este resultado de 42.64 mg /100 ml. Las diferencias de los resultados en cuanto al contenido de vitamina C, se debe a que la mayoría de las frutas tienden a perder esta vitamina, posiblemente porque durante su cultivo, proceso y almacenamiento no se les brindó las condiciones adecuadas, además en su procesamiento esta vitamina disminuye significativamente, debido a diversos factores como el cortado, el tratamiento térmico, concentraciones de azúcar y sal, pH, oxígeno y almacenamiento.

En la caracterización de polifenoles totales en el zumo de tumbo se obtuvo 431.651 (mg E.A.G/100g), este análisis se realizó mediante el método Folin–Ciocalteu, el valor obtenido fue menor a lo reportado por (Lopa et al., 2021) quienes obtuvieron $584,94 \pm 134,62$ mg EAG / 100 g de polifenoles totales en el fruto del tumbo serrano. Los niveles de polifenoles pueden variar dependiendo de la madurez del fruto, es decir si el análisis se realizó en frutos de diferentes etapas de maduración, es probable que los valores obtenidos difieran, además en las diferencias encontradas en los resultados se debe a la diferente preparación de las muestras, el tiempo de extracción, el solvente utilizado y otras condiciones experimentales pueden afectar el resultado final.

Por otro lado, respecto al contenido de polifenoles totales en el zumo de fresa se obtuvo 104.442 (mg E.A.G/100g), este valor se comparó con un estudio realizado por (Cárdenas y López, 2019) quienes obtuvieron resultados de polifenoles totales entre 69,5 y 101,6 (mg E.A.G/100g), se observa diferencias entre los valores, por ello cabe mencionar que existen diferentes variedades de fresa y cada una con su perfil particular de compuestos bioactivos. Es posible que la variedad utilizada en el presente estudio tenga una mayor capacidad para sintetizar polifenoles en comparación con las variedades estudiadas por Cárdenas y López (2019). En un estudio realizado por (Oviedo-Solís et al., 2016), indica que las estrategias de control de plagas influyen en el rendimiento y en la cantidad de polifenoles, los cuales tienen propiedades antioxidantes que son beneficiosas para reducir el estrés oxidativo y prevenir ciertas enfermedades.

Las diferencias en el contenido de polifenoles totales en el zumo de fresa pueden explicarse por varios factores que afectan la concentración de estos compuestos bioactivos, como por ejemplo los métodos de cultivo, como el uso de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, pueden modificar el contenido de nutrientes del suelo, afectando la producción de polifenoles en la planta, así como también hay regiones más altas donde la exposición a radiación UV es mayor, lo que puede inducir un aumento en la producción de polifenoles como mecanismo de defensa de la planta.

Además se analizó la capacidad antioxidante del zumo de tumbo donde se observa un resultado de 7072.177 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), el análisis se determinó mediante el método de DPPH, estos resultados son comparados con los de (Coral 2021), donde indica el contenido de capacidad antioxidante de 6935.862 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), siendo este resultado semejante al de nuestra investigación, sin embargo (Huamaní, 2022) reporta un valor de 4127,346 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), asimismo (Kuno, 2021) en su estudio menciona un contenido de 4494,323 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), estos autores emplearon el mismo método para su investigación, sin embargo estos valores comparados con nuestros datos obtenidos son claramente inferiores, es posible que estos resultados se deban a la exposición a la luz, el calor y el oxígeno durante el procesamiento o almacenamiento del zumo ya que se podría haber degradado algunos compuestos antioxidantes. (Vargas, 2018) Comenta que las variaciones de los resultados de la capacidad antioxidante de las frutas no se limitan a la capacidad antioxidante de cada componente; el microambiente también juega un papel importante, lo que provoca efectos sinérgicos o inhibitorios.

Las variaciones en los resultados de capacidad antioxidante se deben a la combinación de factores como la procedencia y madurez del fruto, las condiciones de procesamiento, y la estabilidad de los compuestos antioxidantes, lo que resalta la importancia de estandarizar estos parámetros para obtener resultados comparables.

De igual forma en el análisis de capacidad antioxidante para la fresa se obtuvo un contenido de 545.544 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), asimismo (Tarazona, 2020) sostiene datos similares 553.659 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$), por otro lado (Carrión et al, 2022) indica que el contenido de capacidad antioxidante de la fresa es de 485.338 ($\mu\text{mol ET}/100\text{g}$) siendo este valor inferior al obtenido en nuestro estudio, (López, 2017) nos dice que las fresas tienen una amplia gama de nutrientes, vitaminas y minerales, además es una de las frutas que posee mayor capacidad antioxidante, esto se debe a que contienen compuestos

fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas) y vitamina C, que protegen las células frente al daño oxidativo.

Las diferencias de los resultados se deben a que la concentración de estos compuestos puede variar dependiendo de la variedad de fresa, las prácticas de cultivo y las condiciones ambientales durante el crecimiento. Las fresas con mayor contenido de estos compuestos mostrarán una capacidad antioxidante superior, además, los compuestos antioxidantes, especialmente la vitamina C, son sensibles a la degradación por la exposición a la luz, el calor y el oxígeno. Si las fresas no se almacenaron adecuadamente antes del análisis, es posible que hayan perdido parte de su capacidad antioxidante.

(Mejía et al, 2021) determina que el método de DPPH es útil y confiable para medir la actividad antioxidante en diferentes frutas y vegetales, asimismo cabe mencionar que la naturaleza y la concentración de los antioxidantes naturales en un alimento determinan su capacidad antioxidante. Del mismo modo, (Kuno, 2021) menciona que la capacidad antioxidante de las frutas y verduras no se limita a la capacidad antioxidante de cada componente; el microambiente también juega un papel, lo que provoca efectos sinérgicos o inhibitorios.

Figura 6

Comparación de los zumos respecto al contenido de vitamina C

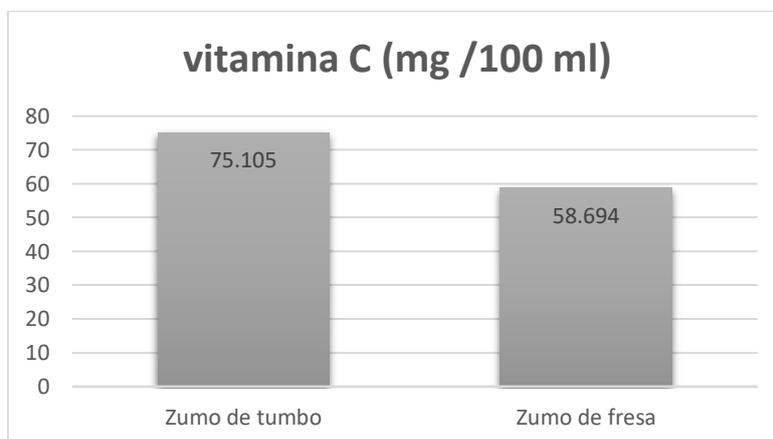


Figura 7

Comparación de los zumos respecto al contenido de polifenoles totales

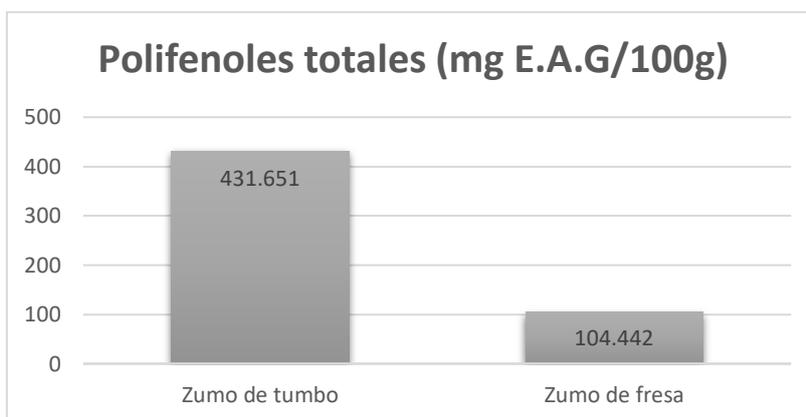


Figura 8

Comparación de los zumos respecto a la Actividad Antioxidante

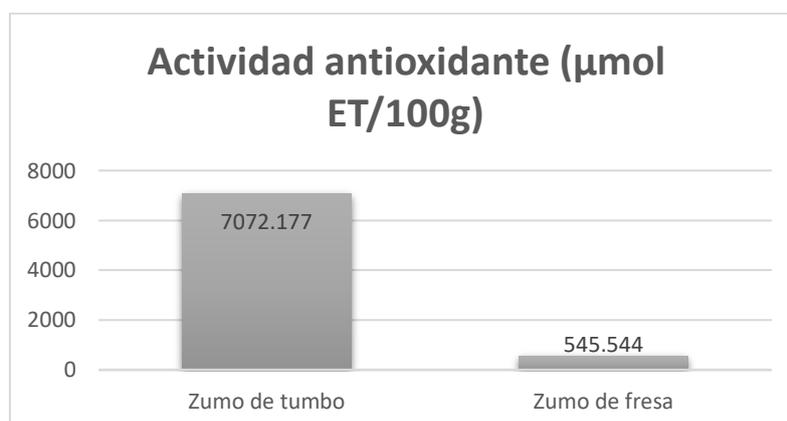


Tabla 13

Análisis de varianza de la evaluación funcional de los zumos.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>G- L</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor - P</i>
Análisis funcionales	17720064	2	8860032.01	1.31401771	0.43214881
Zumos	7866729.38	1	7866729.38	1.16670253	0.39301713
Error	13485407.3	2	6742703.65		
Total	39072200.7	5			

En la tabla 13 se realizó una comparación para determinar si hay medias significativamente diferentes entre el análisis funcional y los zumos, lo cual los resultados indican que si se presenta una diferencia significativa entre sí, Además, al observar la comparación gráfica en la figura 6, 7 y 8, vemos que el zumo de tumbo es el que contiene

mayor contenido de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, lo que significa que hay un alto grado de certeza de que esta formulación realmente ofrece un mayor contenido de antioxidantes en comparación con las demás.

4.2. Análisis fisicoquímicos de las formulaciones elaboradas

En la siguiente tabla se muestran los análisis realizados a las bebidas funcionales.

Tabla 14

Análisis fisicoquímicos de las 9 formulaciones.

Tratamiento	Proporción	Dilución	Análisis		
			pH	°Brix	Acidez
T1		1:1	4.23 ± 0.02	13.4 ± 0.232	0.664 ± 0.057
T2	60%T- 40%F	1:1.5	4.19 ± 0.04	13.4 ± 0.285	0.676 ± 0.131
T3		1:2	4.15 ± 0.01	13.3 ± 0.113	0.680 ± 0.161
T4		1:1	4.17 ± 0.03	12.9 ± 0.129	0.675 ± 0.180
T5	70%T- 30%F	1:1.5	4.13 ± 0.01	12.8 ± 0.090	0.689 ± 0.233
T6		1:2	4.09 ± 0.00	12.9 ± 0.184	0.694 ± 0.177
T7		1:1	3.91 ± 0.08	12.8 ± 0.233	0.712 ± 0.191
T8	80%T- 20%F	1:1.5	3.75 ± 0.01	12.5 ± 0.187	0.726 ± 0.064
T9		1:2	3.67 ± 0.04	12.3 ± 0.274	0.731 ± 0.096

D1= 1:1 (zum de tumbo y fresa: agua) D2= 1:1.5 (zum de tumbo y fresa: agua)

D3= 1:2 (zum de tumbo y fresa: agua)

F1= 60%:40% (zum de tumbo: zum de fresa) F2= 70%:30% (zum de tumbo: zum de fresa) y F3= 80%:20% (zum de tumbo: zum de fresa)

En la Tabla 14 se observa el análisis de pH donde los valores varían entre 3.67 (tratamiento 9, formulación 80%:20%, dilución de 1:2) y 4.23 (tratamiento 1, formulación 60%:40%, dilución de 1:1), solidos solubles (°Brix) entre 12.3 (tratamiento 9, formulación 80%:20%, dilución de 1:2) y 13.4 (tratamiento 1, formulación 60%:40%, dilución de 1:1) y acidez entre 0.664 (tratamiento 1, formulación 60%:40%, dilución de 1:1) y 0.731 (tratamiento 9, formulación 80%:20%, dilución de 1:2).

Los valores de pH registrados se encuentran dentro del rango óptimo para bebidas (< 4.5), según la NTP 203, 110:2009. Los resultados obtenidos son similares a los hallados por

(Lloclle y Hancoccallo, 2023), quienes obtuvieron 3.7 de pH en la elaboración de bebida de tumbo y sábila, de igual forma (Artieda, 2022) reporta datos de 3.85 en la bebida de tumbo con extracto de arracacha, siendo resultados muy parecidos a los obtenidos en el presente estudio, asimismo menciona que estos valores son ideales para el proceso de fabricación de bebidas. Además, podemos ver que los tratamientos con mayor porcentaje de zumo de tumbo (80%) con valores de 3.91 (T7), 3.75 (T8) y 3.67 (T9) presentan valores de pH bajos en comparación de los tratamientos con menor adición de zumo de tumbo (60% y 70%) con valores entre 4.09 y 4.23. Las diferencias en los valores de pH en las bebidas se deben principalmente al alto contenido de ácido cítrico en el tumbo. A medida que aumenta la proporción de zumo de tumbo en la bebida, el pH disminuye, manteniéndose dentro de un rango óptimo para la fabricación de bebidas seguras y estables.

En cuanto a los grados Brix de los 9 tratamientos varían entre 12.3 (T9) y 13.4 (T1), estos resultados obtenidos se encuentran dentro del rango estipulado en la NTP, ya que esta norma indica que para néctares, jugos y bebidas de frutas deben contener entre 12 y 14% de °Brix. Asimismo, (Neyra y Sosa, 2021) encontraron valores de 13,50 en su bebida de tumbo edulcorado con miel de abeja muy similar a lo reportado en nuestro estudio, sin embargo se puede observar diferencias mínimas de los resultados de °Brix entre los tratamientos, según (Burbano, 2019), esta variación puede ser causada por el tratamiento térmico, ya que al aplicar altas temperaturas, el agua presente en la bebida se evapora y los compuestos solubles se concentran, lo que provoca un aumento al medir los grados de brix. Las diferencias en los valores de grados Brix entre los tratamientos se deben a la combinación de factores como la proporción de ingredientes solubles, el efecto del tratamiento térmico, la homogeneidad de la mezcla, y el contenido de agua del tumbo, así como la adición de edulcorantes. Estos factores afectan la concentración de sólidos solubles en la bebida, provocando variaciones en los valores de °Brix observados.

Con respecto al análisis de acidez, se registra valores desde 0.664 ± 0.057 (tratamiento 1, formulación 60%:40%, dilución de 1:1) hasta 0.731 ± 0.096 (tratamiento 9, formulación 80%:20%, dilución de 1:2) siendo este el valor más alto, estos datos son similar a los resultados obtenidos por (Neyra y Sosa, 2021), quienes reportaron un valor de 0,601 de acidez en su bebida de tumbo, como se puede observar es una diferencia mínima en comparación a valores obtenidos en nuestro estudio. Por otro lado, existe diferencias en los valores encontrados de los 9 tratamientos, lo cual (Ligia et al., 2021) nos dice que esto

se debe a que el ácido con mayor contenido en la muestra tiene una mayor concentración de iones hidrógeno, lo que significa que el mientras el valor de la acidez sea más alto el pH será menor. En este caso, estamos utilizando como materia prima el tumbo y la fresa siendo el ácido cítrico el componente principal de estas frutas, cabe mencionar que el tratamiento con mayor porcentaje de acidez es el que contiene mayor porcentaje de zumo de tumbo. Asimismo, (Artieda, 2022) sostiene que las variaciones en el porcentaje de acidez se deben a factores como la madurez, las condiciones edafoclimáticas y el lugar de procedencia. Las diferencias en los valores de acidez entre los tratamientos se deben principalmente a la proporción de zumo de tumbo y fresa, la madurez y procedencia de las frutas, así como a la concentración de ácido cítrico en la mezcla. Estos factores influyen en la cantidad de iones hidrógeno presentes, afectando directamente el valor de acidez total y el pH de las bebidas.

4.3. Análisis de Actividad Antioxidante por el método DPPH

Tabla 15

Resumen de cuantificación de capacidad antioxidante para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Proporción	Dilución	Capacidad Antioxidante ($\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$)
T1		1:1	2241.961 \pm 1.459
T2	60%T - 40%F	1:1.5	2118.124 \pm 10.957
T3		1:2	2078.751 \pm 28.959
T4		1:1	2880.146 \pm 70.926
T5	70%T - 30%F	1:1.5	2591.395 \pm 101.416
T6		1:2	2092.548 \pm 54.715
T7		1:1	3788.130 \pm 20.517
T8	80%T – 20%F	1:1.5	3699.812 \pm 15.171
T9		1:2	3278.483 \pm 33.870

En la Tabla 15 se detalla los resultados del análisis de capacidad antioxidante para los 9 tratamientos elaborados, para ello se utilizó el método de DPPH. Se observa que el factor

de dilución y la proporción de zumo de tumbo juegan un papel muy importante en la elaboración de la bebida, ya que a mayor porcentaje de dilución menor es el contenido de capacidad antioxidante, también podemos observar que a mayor proporción de zumo de tumbo el contenido de capacidad antioxidante en la bebida aumenta. El tratamiento 7 es el que contiene 80% de zumo de tumbo y una dilución de 1:1, siendo este el tratamiento con mayor capacidad antioxidante, con un valor de 3788.130 $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$.

Se observa variaciones de los valores en los resultados de la capacidad antioxidante, (Montalvo y Canteño, 2019) nos dice que la pérdida de la capacidad antioxidante se debe a la degradación térmica de los fenoles y otros metabolitos antioxidantes, lo cual provoca una disminución significativa en las propiedades de los compuestos.

Estos resultados son relevantes para el desarrollo de productos funcionales, ya que indican que tanto la formulación (proporción de ingredientes) como la dilución son factores que se deben considerar cuidadosamente para potenciar los beneficios saludables de la bebida. Un enfoque en estas variables puede ayudar a crear un producto final más atractivo para los consumidores interesados en las propiedades antioxidantes.

Tabla 16

Análisis de varianza para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	9.90155E6	2	4.95077E6	2038.75	>0.0001
B: Diluciones	1.16102E6	2	580510.	239.06	>0.0001
Interacciones					
AB	350387.	4	87596.7	36.07	>0.0001
RESIDUOS	43710.2	18	2428.34		
Total (corregido)	1.14567E7	26			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

En la Tabla 16, Se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante, el cual evalúa la significancia estadística de cada efecto al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental.

Para ello, tenemos 2 efectos los cuales son A(formulaciones) y B(diluciones), donde tienen una valor-P de 0.00 siendo este valor menor que 0.05. Lo cual significa que las formulaciones compuestas por zumo de tumbo y fresa tienen una influencia

estadísticamente significativa sobre la capacidad antioxidante con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 17

Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales por formulaciones.

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1:60%-40%	9	2146.28	16.4261	X
F2:70%-30%	9	2521.36	16.4261	X
F3:80%-20%	9	3576.7	16.4261	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1 - F2	*	-375.084	59.3146
F1 - F3	*	-1430.42	59.3146
F2 - F3	*	-1055.33	59.3146

* indica una diferencia significativa.

Tabla 18

Prueba de Tukey HSD para capacidad antioxidante de las bebidas funcionales por diluciones.

<i>Diluciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D3: 1:2	9	2471.15	16.4261	X
D2: 1:1.5	9	2803.11	16.4261	X
D1: 1:1	9	2970.08	16.4261	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
D1 - D2	*	166.969	59.3146
D1 - D3	*	498.929	59.3146
D2 - D3	*	331.96	59.3146

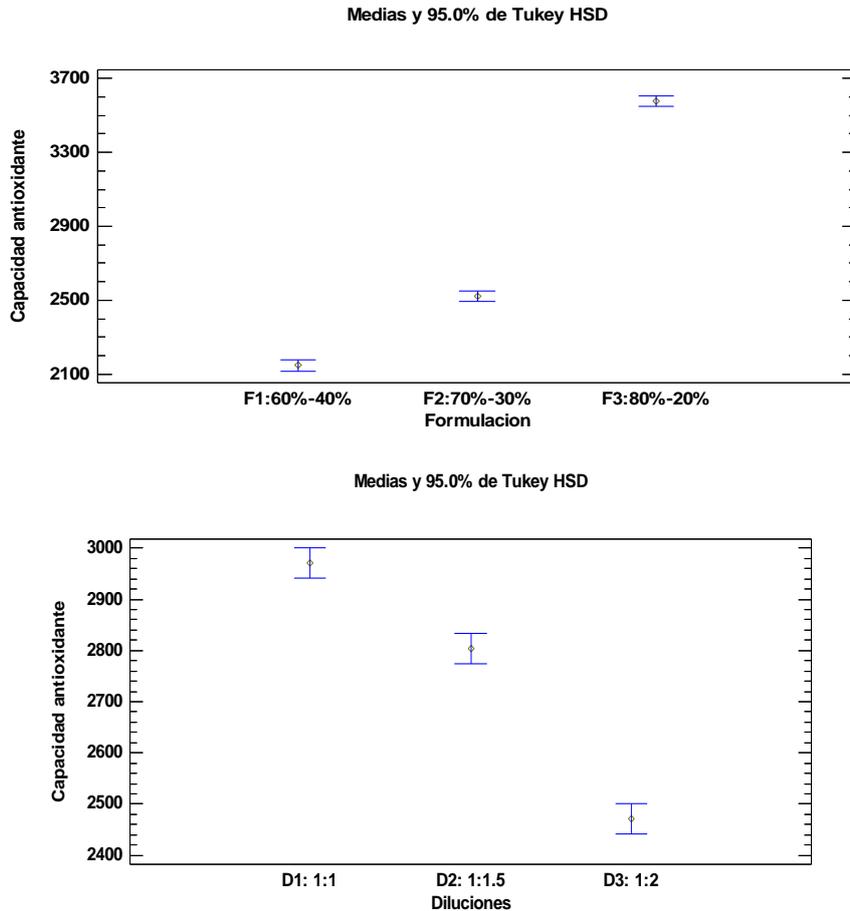
* indica una diferencia significativa.

En la Tablas 17 y 18, se realizó una comparación múltiple mediante el procedimiento de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey para determinar si hay medias significativamente diferentes entre las formulaciones y diluciones propuestas., lo cual los resultados indican que si se presenta una diferencia significativa entre sí, Además, al observar los valores medios en la tabla, nos indica que la formulación (F3) que está

compuesto por (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa) es el que estadísticamente tiene mayor contenido de capacidad antioxidante, con un nivel de confianza de 95.0%, lo que significa que hay un alto grado de certeza de que esta formulación realmente ofrece un mayor contenido de antioxidantes en comparación con las demás.

Figura 9

Valores promedio del contenido respecto a la capacidad antioxidante



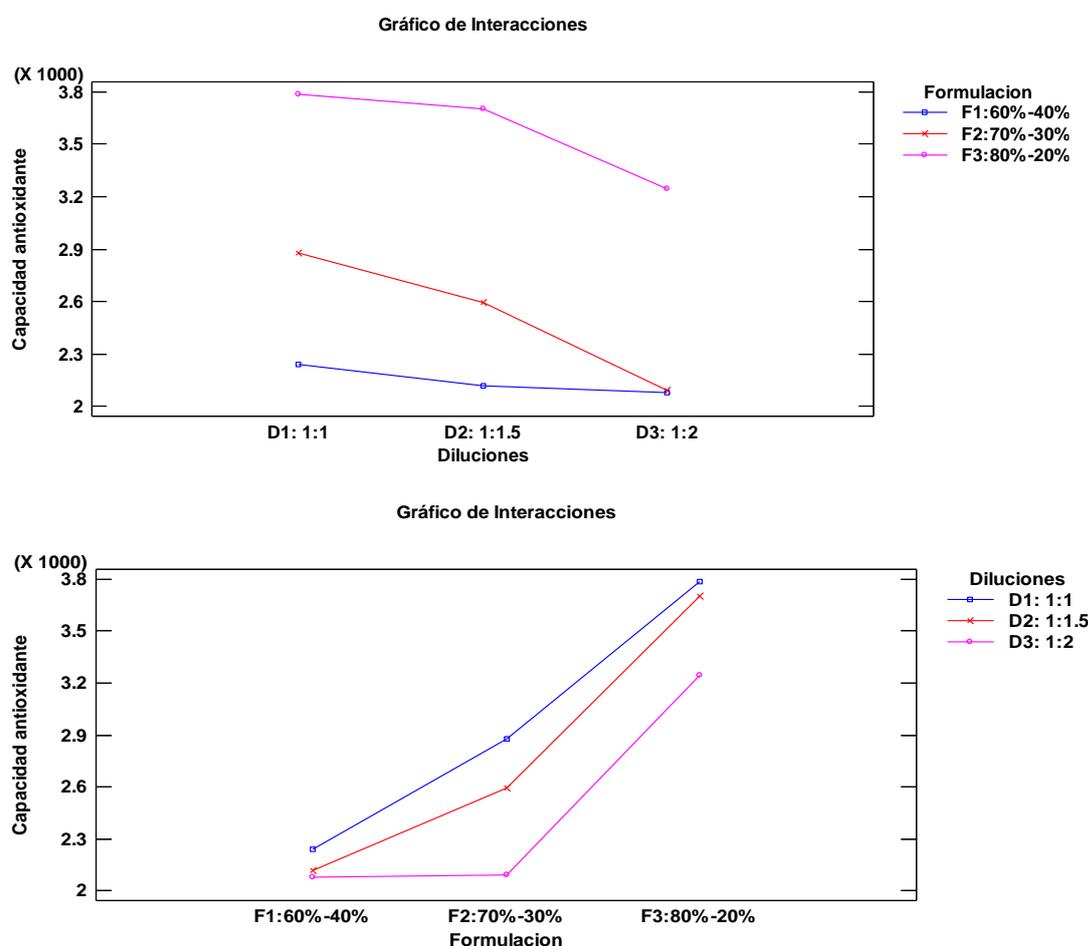
En la Figura 9 se presentan gráficamente los valores promedio de la capacidad antioxidante utilizando el procedimiento de Tukey HSD. Esta representación gráfica confirma que hay diferencias estadísticamente significativas entre las tres formulaciones y diluciones, ya que los intervalos no se traslapan verticalmente. Esto indica que tanto las formulaciones como las diluciones tienen un impacto significativo en la capacidad antioxidante de la bebida funcional.

Como se puede observar la F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) y la D3 (1:2, zumo: agua) son las que tienen menor contenido de capacidad antioxidante, siendo la formulación F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa) y la D1 (1:1, zumo: agua)

las que contienen una mayor concentración de este compuesto, estos resultados indican que mientras mayor sea la proporción de zumo de tumbo en nuestra bebida, mayor será el contenido de capacidad antioxidante, así como también a mayor dilución, obtendremos menor contenido de capacidad antioxidante.

Figura 10

Gráfico de interacciones respecto al contenido de capacidad antioxidante



En la Figura 10, se observa el gráfico de interacciones respecto a la capacidad antioxidante el cual nos ayuda a comparar las medias en las formulaciones y diluciones de la bebida funcional, vemos que las líneas paralelas de la gráfica de interacción en la dilución, indica que no hay interacción entre ellas, ya que la dilución con mayor contenido de capacidad antioxidante es la D1 (1:1, zumo: agua), mientras que la D3 (1:2, zumo: agua) es el que posee menos concentración de este compuesto, por otro lado, observamos que la formulación F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa), es el que destaca por su alta concentración de capacidad antioxidante, siendo la formulación F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) el que posee menor concentración, entonces

comprobamos que a mayor dilución, el contenido de capacidad antioxidante será menor, asimismo a mayor proporción de zumo de tumbo en la bebida funcional el contenido capacidad antioxidante será más alto.

4.4. Análisis de polifenoles totales

Tabla 19

Resumen de cuantificación de polifenoles totales en los tratamientos.

Tratamientos	Proporción	Dilución	Polifenoles totales (mg GAE/100g)
T1		1:1	105.595 ± 0.588
T2	60%T - 40%F	1:1.5	104.112 ± 0.804
T3		1:2	101.988 ± 0.852
T4		1:1	139.281 ± 0.668
T5	70%T - 30%F	1:1.5	131.238 ± 1.059
T6		1:2	126.652 ± 0.534
T7		1:1	181.278 ± 0.890
T8	80%T – 20%F	1:1.5	153.942 ± 0.485
T9		1:2	136.403 ± 1.083

En la Tabla 19 se presentan resultados del contenido de polifenoles totales de los 9 tratamientos, en lo cual se observa que, a mayor proporción de tumbo y menor dilución de agua, el contenido de polifenoles totales en las bebidas va aumentando, podemos ver que el tratamiento 7 con 181.278 mg GAE/100g es el que presenta la mayor concentración de polifenoles mientras que el tratamiento 3 fue el menor con una concentración de 101.988 GAE/100g

El contenido de polifenoles totales del zumo de tumbo fue alto con un valor de 431.651 mg GAE/100 ml, lo cual se vio reducida por la formulación usada en la elaboración de la bebida y el tratamiento térmico de pasteurización.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de optimizar las formulaciones y los procesos de elaboración para preservar y maximizar el contenido de polifenoles en las bebidas, lo que a su vez puede contribuir a mejorar sus beneficios para la salud. En otras palabras, el uso

adecuado del zumo de tumbo y la minimización de la dilución son estrategias clave para desarrollar productos con un alto contenido de polifenoles totales.

En la investigación realizada por (Sánchez et al., 2020), se pone en evidencia el efecto de temperaturas altas sobre la composición de alimentos y bebidas como por ejemplo las propiedades funcionales y nutricionales. En ella se observa que al someter la pulpa de un alimento a pasteurización con una temperatura de 82°C y un tiempo de 40 segundos provoca una disminución en sus características de Vitamina C, Polifenoles totales y Capacidad antioxidante, reduciéndose en un 18.295%, 33.333% y 30.265% respectivamente.

Tabla 20

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: Formulaciones	12809.0	2	6404.5	9992.20	>0.0001
B: Diluciones	1893.73	2	946.865	1477.28	>0.0001
Interacciones					
AB	1439.85	4	359.962	561.61	>0.0001
RESIDUOS	11.5371	18	0.64095		
Total (corregido)	16154.1	26			

En la Tabla 20 se muestra el análisis de varianza del contenido de polifenoles totales, en donde se concluye que ambos influyen significativamente, ya que los valores P son menores que 0.05. Esto indica que tanto las formulaciones y diluciones tienen un efecto estadísticamente significativo en el contenido de polifenoles totales con un nivel de confianza del 95%. En otras palabras, existe una alta certeza de que las variaciones observadas en el contenido de polifenoles totales son efectivamente atribuibles a las formulaciones y diluciones utilizadas, y no a factores aleatorios.

Tabla 21

Prueba de Tukey HSD para el contenido de polifenoles totales 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>
F1:60%-40%	9	103.898	0.266865	X
F2:70%-30%	9	132.39	0.266865	X
F3:80%-20%	9	157.208	0.266865	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1- F2	*	-28.4923	0.963649
F1- F3	*	-53.3099	0.963649
F2 - F3	*	-24.8176	0.963649

* indica una diferencia significativa.

Tabla 22

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

<i>Diluciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D3: 1:2	9	121.681	0.266865	X
D2: 1:1.5	9	129.764	0.266865	X
D1: 1:1	9	142.051	0.266865	X

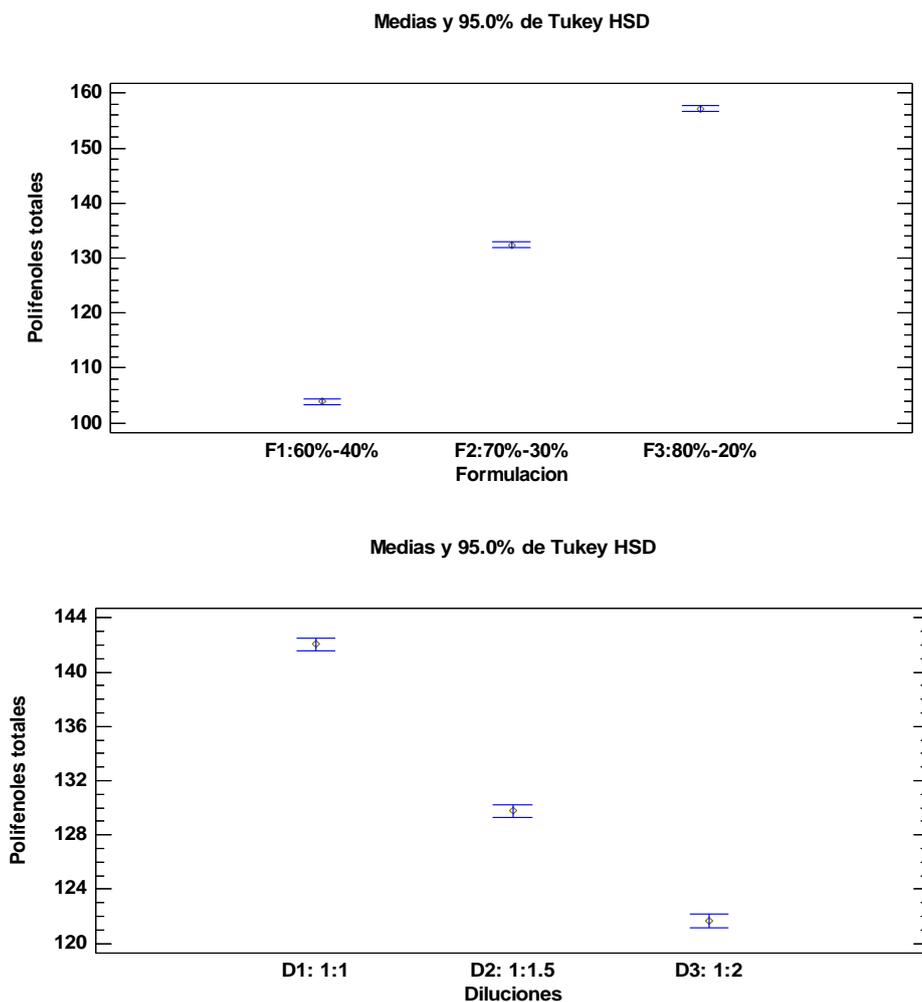
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
D1 - D2	*	12.2871	0.963649
D1 - D3	*	20.37	0.963649
D2 - D3	*	8.08289	0.963649

* indica una diferencia significativa.

En las tablas 21 y 22 se realizó una comparación múltiple utilizando el procedimiento de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey para evaluar si hay diferencias significativas entre las formulaciones y diluciones propuestas. Los resultados confirman que existen diferencias significativas entre ellas, dado que no comparten el mismo nivel en la columna de X's.

Figura 11

Valores promedio del contenido de polifenoles totales.



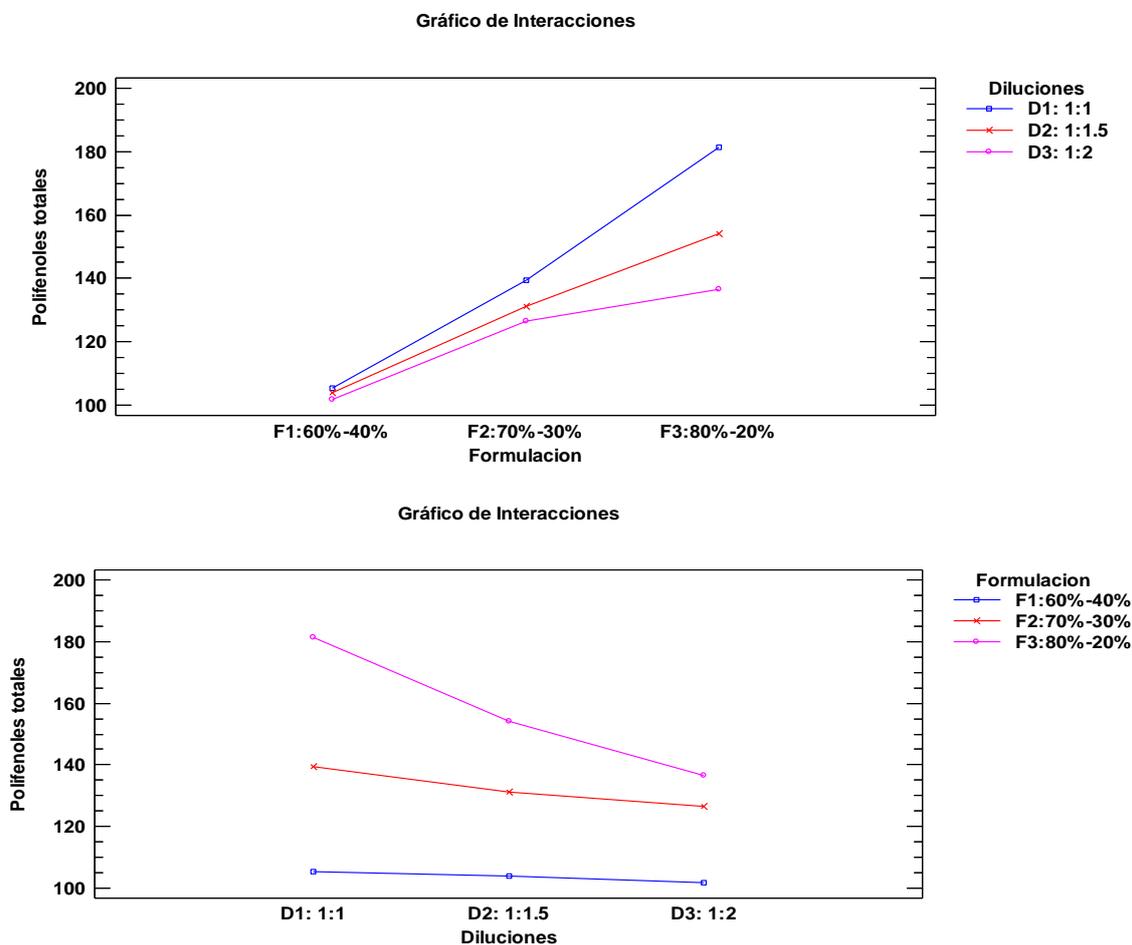
En la Figura 11 se presentan gráficamente valores promedio del contenido de polifenoles totales empleando Tukey HSD. Esta representación gráfica muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre las tres formulaciones y diluciones, dado que los intervalos no se traslapan verticalmente. Esto sugiere que tanto las formulaciones como las diluciones tienen un efecto significativo en el contenido de polifenoles totales de la bebida funcional.

Como se puede observar F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) y D3 (1:2, zumo: agua) son las que tienen menor contenido de polifenoles totales, siendo la formulación F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa) y la D1 (1:1, zumo: agua) las que contienen una mayor concentración de este compuesto, estos resultados indican que mientras mayor sea la proporción de zumo de tumbo en nuestra bebida, mayor será

el contenido de polifenoles totales, así como también a mayor dilución, obtendremos menor contenido de polifenoles totales.

Figura 12

Gráfico de interacciones respecto al contenido de polifenoles totales.



En la Figura 12, se observa el gráfico de interacciones respecto al contenido de polifenoles totales, el cual nos ayuda a comparar las medias en las formulaciones y diluciones de la bebida funcional, en las líneas paralelas de la gráfica de interacción en la dilución vemos que no hay interacción entre ellas, ya que la dilución con mayor contenido de polifenoles totales es D1 (1:1, zumo: agua), mientras que D3 (1:2, zumo: agua) es el que posee menos concentración de este compuesto, por otro lado, observamos que F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa), es el que destaca por su alta concentración de polifenoles totales, siendo F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) el que posee menor concentración, entonces comprobamos que a mayor dilución, el contenido de polifenoles totales será menor, asimismo a mayor proporción de zumo de tumbo en la bebida funcional el contenido de polifenoles totales será mayor.

4.5. Análisis de Vitamina C de las formulaciones

Tabla 23

Cuantificación de Vitamina C para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Proporción	Dilución	Vitamina C (mg A.A/100ml)
T1		1:1	36.189 ± 0.133
T2	60%T - 40%F	1:1.5	35.908 ± 0.137
T3		1:2	34.463 ± 0.423
T4		1:1	36.458 ± 0.298
T5	70%T - 30%F	1:1.5	35.826 ± 0.109
T6		1:2	35.273 ± 0.368
T7		1:1	37.321 ± 0.3.23
T8	80%T – 20%F	1:1.5	36.806 ± 0.259
T9		1:2	36.165 ± 0.189

En la Tabla 23, se presenta los resultados de las bebidas elaboradas a base de tumbo y fresa obtuvieron altos valores de contenido de vitamina C, siendo el T7 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa) y una dilución de (1:1) con 37.321 mg A.A/100ml quien tiene el mayor contenido de vitamina C, mientras que la bebida que obtuvo el contenido más bajo de vitamina C fue el T3 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) y una dilución de (1:2) con 34.463 mg A.A/100ml, lo cual indica que a menor proporción de tumbo y a mayor dilución de agua las concentraciones de vitamina C son más bajas.

Por otro lado, en la investigación de (Saavedra, 2023) se obtuvo un valor de 2.65 mg/100 ml de vitamina C en su bebida funcional (40% maracuyá+60% yacón; 1 pulpa: 2 agua, 0.055% Stevia), la cual es un dato bastante bajo en comparación al resultado obtenido en esta investigación, estas diferencias se deben a que en el presente estudio estamos utilizando materias primas (tumbo y fresa) con alto contenido de vitamina C, es por ello que el contenido de vitamina C en nuestra bebida es alto, así como también (Artieda, 2022) en la elaboración de una bebida a base de tumbo y extracto de arracacha obtuvo un contenido de vitamina C de 65.4 mg A.A/100ml, siendo este valor notablemente alto en comparación a nuestros resultados, según (Castillo, 2021) el motivo de estas diferencias

es la temperatura y el oxígeno al cual están expuestos, ya que estos factores contribuyen significativamente a la degradación y estabilidad de este compuesto bioactivo.

Cabe mencionar la importancia de la elección de ingredientes y el manejo en el proceso de producción para maximizar el contenido de vitamina C en las bebidas. La comparación con otros estudios resalta la variabilidad en los niveles de vitamina C según las materias primas y las condiciones de elaboración, lo que es fundamental para el desarrollo de productos funcionales ricos en nutrientes.

Tabla 24

Análisis de varianza para vitamina C de los diferentes tratamientos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A: Formulaciones	7.47089	2	3.73545	51.07	>0.0001
B: Diluciones	8.5144	2	4.2572	58.21	>0.0001
Interacciones					
AB	0.751574	4	0.187893	2.57	0.0733
Residuos	1.31651	18	0.0731394		
Total (corregido)	18.0534	26			

En la Tabla 24 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la vitamina C en los diferentes tratamientos de la bebida funcional, donde indica que los valores P para ambos factores, es decir tanto A (formulaciones) como B (diluciones) son estadísticamente significativos, ya que su valor P es menor que 0.05. Esto quiere decir que las diferentes formulaciones y diluciones que involucran el zumo de tumbo, zumo de fresa y la proporción de dilución, demuestran la significancia estadística sobre el contenido de vitamina C con un 95% de nivel de confianza.

Tabla 25

Prueba de Tukey HSD para vitamina C de las bebidas funcionales respecto a las formulaciones.

<i>Formulaciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1:60%-40%	9	35.5199	0.0901477	X
F2:70%-30%	9	35.8524	0.0901477	X
F3:80%-20%	9	36.7642	0.0901477	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
F1 - F2	*	-0.332556	0.325524
F1 - F3	*	-1.24433	0.325524
F2 - F3	*	-0.911778	0.325524

* indica una diferencia significativa.

Tabla 26

Prueba de Tukey HSD para vitamina C de las bebidas funcionales respecto a las diluciones.

<i>Diluciones</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
D3: 1:2	9	35.3004	0.0901477	X
D2: 1:1.5	9	36.18	0.0901477	X
D1: 1:1	9	36.6561	0.0901477	X

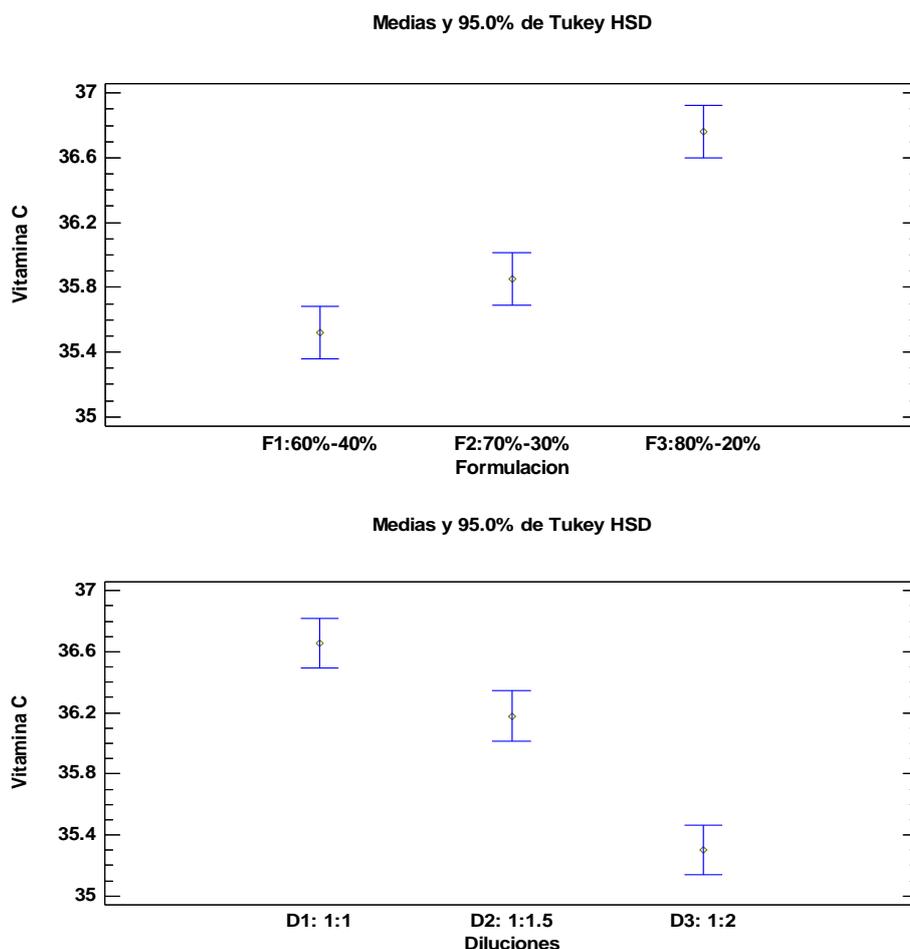
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
D1 - D2	*	0.476111	0.325524
D1 - D3	*	1.35567	0.325524
D2 - D3	*	0.879556	0.325524

En las Tablas 25 y 26, se efectuó una comparación múltiple utilizando Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey para identificar qué medias son significativamente diferentes entre las formulaciones y diluciones propuestas. Esto se realizó porque estas variables tuvieron un impacto significativo en el contenido de vitamina C en las bebidas funcionales. En los resultados se puede observar que F3 (80%

de zumo de tumbo y 20% de zumo de fresa), es el que muestra el valor más alto de contenido de vitamina C, en comparación a F1 (60% de zumo de tumbo y 40% de zumo de fresa) y F2 (70% de zumo de tumbo y 30% de zumo de fresa) que tienen valores semejantes entre sí. Por otro lado, D3 (1:2, zumo: agua) es el que contiene menor concentración de vitamina C en comparación a D1 (1:1, zumo: agua) y D2 (1:1.5, zumo: agua). Estas diferencias entre los grupos demuestran que existe la significancia estadística con un 95% de nivel de confianza, lo cual quiere decir que hay alta certeza de que los efectos observados en el contenido de vitamina C se deben efectivamente a los factores analizados y no a factores externos o aleatorios. Los resultados subrayan la importancia de considerar tanto la formulación como la dilución al desarrollar la bebida funcional. Conocer cómo estos factores afectan el contenido de vitamina C puede guiar el diseño de productos que maximicen los beneficios nutricionales, lo que es fundamental para la comercialización de bebidas saludables.

Figura 13

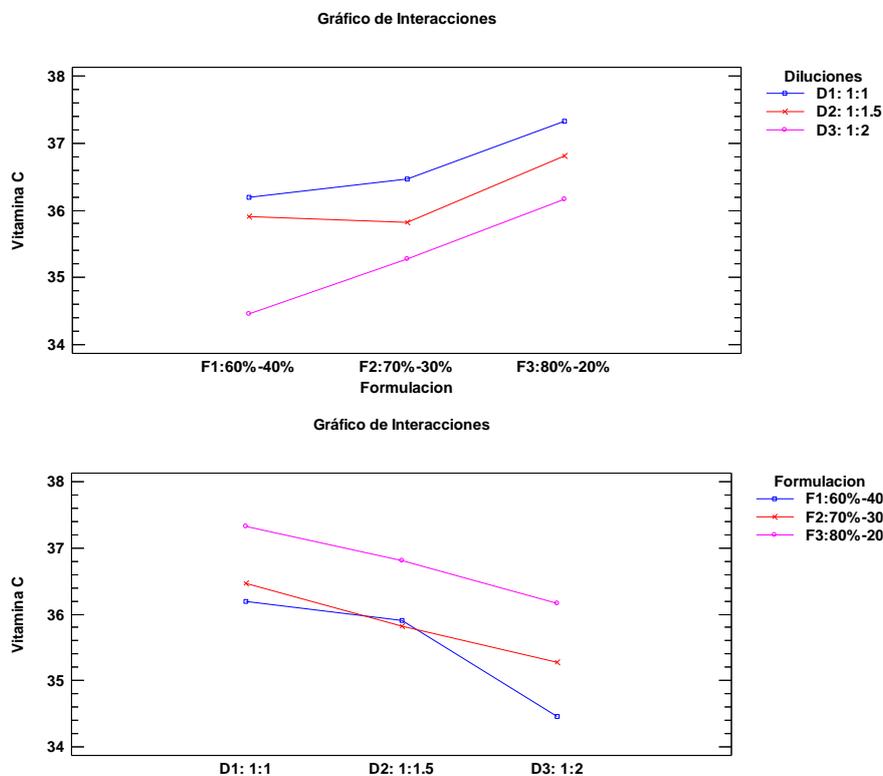
Valores promedio del contenido de vitamina C.



En la Figura 13, se muestra de manera gráfica los valores promedio del contenido de vitamina C usando el procedimiento de Tukey HSD, observando diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones propuestas, pero se observa que la formulación con más contenido de vitamina C es la F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa) en comparación a F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) y F2 (70% zumo de tumbo y 30% zumo de fresa). Esto indica visualmente que las diluciones afectan el contenido de vitamina C en la bebida funcional, siendo la dilución D3 (1:2, zumo: agua) el que contiene menos vitamina C, lo cual significa que a mayor proporción de dilución menor es la concentración de vitamina C.

Figura 14

Gráfico de interacciones respecto al contenido de vitamina C



En la Figura 14, se observa gráficamente las interacciones de los resultados de contenido de vitamina C, a través de este gráfico, podemos comparar las medias en las formulaciones y diluciones, vemos que las líneas paralelas de la gráfica de interacción en la dilución, indica que no hay interacción entre ellas, ya que la dilución con mayor contenido de vitamina C es D1 (1:1, zumo: agua), mientras que D3 (1:2, zumo: agua) es el que posee menos concentración de este compuesto, por otro lado, observamos que F3 (80% zumo de tumbo y 20% zumo de fresa), es el que claramente destaca por su alta

concentración de vitamina C, por otra parte vemos que hay mínima interacción entre F1 (60% zumo de tumbo y 40% zumo de fresa) y F2 (70% zumo de tumbo y 30% zumo de fresa), sin embargo, esta gráfica de interacción no especifica si la interacción es estadísticamente significativa.

4.6. Evaluación sensorial de las bebidas funcionales

Se llevó a cabo una evaluación sensorial con 25 panelistas, utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Durante esta evaluación, se presentaron 9 formulaciones que fueron evaluadas en términos de color, olor, sabor y aceptabilidad general. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente para identificar posibles diferencias significativas entre las diferentes formulaciones

Tabla 27

Puntajes del análisis sensorial para cada tratamiento

Tratamiento	Atributo			
	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad general
T1	4.48±0.51	4.32±0.48	4.12±0.6	4.28±0.46
T2	4.52±0.51	3.92±0.57	3.92±0.64	4.12±0.44
T3	4.32±0.63	3.64±0.57	3.76±0.60	4.12±0.60
T4	4.52±0.51	4.24±0.44	4.44±0.51	4.36±0.49
T5	4.12±0.44	4.12±0.33	4.12±0.73	3.76±0.66
T6	4.32±0.63	4.04±0.61	4.32±0.56	4.16±0.47
T7	4.68±0.48	4.48±0.51	4.72±0.46	4.48±0.51
T8	4.72±0.46	4.32±0.48	4.08±0.57	4.16±0.47
T9	4.40±0.5	3.96±0.54	3.92±0.64	4.08±0.64

4.6.1. Proceso estadístico de los resultados del análisis sensorial para cada tratamiento

La evaluación sensorial involucró a 25 panelistas no entrenados, y los datos obtenidos se evaluaron estadísticamente para identificar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Este análisis se realizó utilizando el software STATGRAPHICS.

4.6.1.1. Atributo de color

Se evaluó el atributo “color” en los 9 tratamientos de la bebida para determinar la significancia de este atributo a través del análisis de varianza ANOVA.

Tabla 28

Análisis de varianza para el atributo color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	7.04	8	0.88	3.29	0.0015
B: Panelistas	7.31556	24	0.304815	1.14	0.3055
Residuos	51.4044	192	0.267731		
Total (corregido)	65.76	224			

En la Tabla 28 se muestran resultados del análisis de varianza ANOVA entre las medias de los 9 tratamientos de la bebida funcional para el atributo “color”, donde vemos que, para el caso de las formulaciones, el valor-P es inferior a 0.05, este factor tiene un impacto estadísticamente significativo en el atributo “color” con un nivel de confianza del 95%, lo cual implica que estamos 95% seguros de que las diferencias observadas en el atributo “color” no son resultado del azar. Esto refuerza la conclusión de que las formulaciones tienen un efecto real y significativo en la percepción del color de la bebida. Por otro lado, se menciona que el valor-P relacionado con las evaluaciones de los panelistas es mayor que 0.05. Esto sugiere que las opiniones o evaluaciones de los panelistas no tienen un impacto estadísticamente significativo sobre el atributo “color” de la bebida funcional. En otras palabras, las percepciones de los panelistas no difieren lo suficiente entre los tratamientos para considerarse relevantes en el análisis del color.

Este análisis de varianza indica que las formulaciones tienen un impacto significativo en el color de la bebida funcional, mientras que las percepciones de los panelistas no muestran diferencias significativas en este atributo. Esto resalta la importancia de la formulación en la creación de un producto visualmente atractivo, aunque las evaluaciones de los panelistas puedan no reflejar esas variaciones de manera significativa.

Tabla 29*Prueba de Tukey HSD para el atributo color en base a los tratamientos*

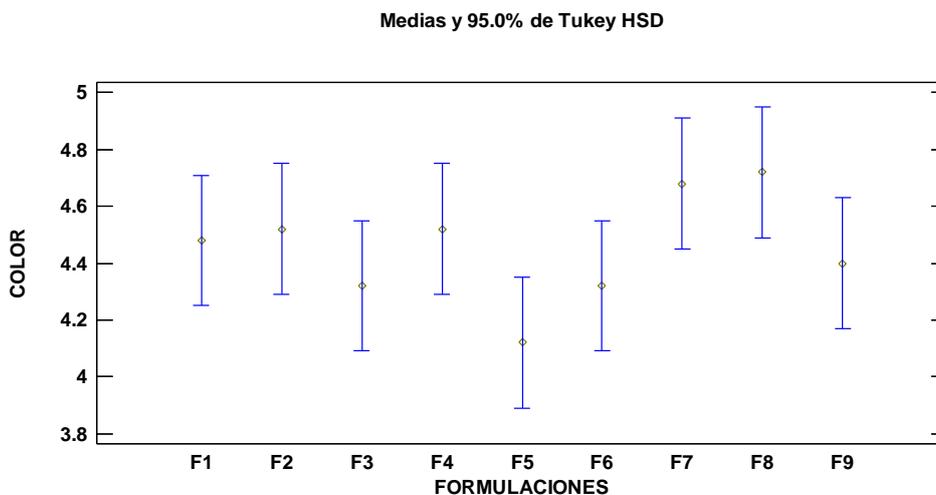
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T5	25	4.12	0.103486	X
T3	25	4.32	0.103486	XX
T6	25	4.32	0.103486	XX
T9	25	4.4	0.103486	XX
T1	25	4.48	0.103486	XX
T4	25	4.52	0.103486	XX
T2	25	4.52	0.103486	XX
T7	25	4.68	0.103486	X
T8	25	4.72	0.103486	X

En la Tabla 29, se presenta la prueba de Tukey HSD para el atributo color en base a los tratamientos, donde se observa que al aplicar un procedimiento de comparación múltiple se determina si las medias son significativamente diferentes entre sí. Los resultados muestran que hay grupos homogéneos, identificados por la alineación de las X's en las columnas. Estos grupos, que comparten la misma columna X, no presentan diferencias significativas entre ellos, pero por otro lado tenemos a T5-T7 y T5-T8 que si presenta significancia estadística con un 95% de nivel de confianza.

Además, se observa que, respecto al atributo “color” el tratamiento 8 presentó el mayor valor (4.72) mientras que el tratamiento 5 muestra un valor de (4.12) presentando la menor preferencia con respecto a las demás, también vemos que el tratamiento T3 y T6 tienen el mismo valor de media (4.32), al igual que los tratamientos T4 y T2 que poseen el mismo valor de media (4.52), sin embargo, todos ellos no obtuvieron puntajes diferente a 4 (me gusta), lo cual indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al atributo de color de la bebida funcional con un 95% de nivel de confianza.

Figura 15

Gráfico de medias del atributo color entre tratamientos



En la Figura 15, se muestra gráficamente las medias con un 95% de nivel de confianza, donde vemos que T8 es la bebida funcional que recibe la mayor aceptación por parte de los panelistas en cuanto al atributo “color”. Por otro lado, el tratamiento 5 obtuvo el menor valor de media en comparación con los demás tratamientos. Además, podemos observar que existe diferencias significativas entre el tratamiento 5 y los tratamientos 7 y 8, ya que estos intervalos no se traslapan en dirección vertical. Sin embargo, es de gran importancia indicar que en los demás tratamientos no existe diferencias estadísticamente significativas.

4.6.1.2. Atributo de olor

Se evaluó el atributo “olor” en las 9 formulaciones de la bebida funcional para determinar su significancia a través del análisis de varianza ANOVA.

Tabla 30

Análisis de varianza para el atributo olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	13.1556	8	1.64444	6.24	>0.0001
B: Panelistas	5.21778	24	0.217407	0.82	0.7028
Residuos	50.6222	192	0.263657		
Total (corregido)	68.9956	224			

En la Tabla 30 se observan los resultados obtenidos del análisis de varianza ANOVA aplicado a las medias de las 9 formulaciones de la bebida funcional en relación al atributo “olor”. Los resultados indican que, para las formulaciones, el valor-P es inferior a 0.05, esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas en el olor de las distintas formulaciones de la bebida. En otras palabras, la composición de los ingredientes (como la proporción de zumo de tumbo y fresa) influye de manera notable en cómo se percibe el olor de la bebida. El nivel de confianza del 95% refuerza esta conclusión, sugiriendo que es muy probable que estas diferencias no sean el resultado del azar. Por otro lado, el valor-P asociado con las evaluaciones de los panelistas es mayor que 0.05. Esto implica que las opiniones o percepciones de los panelistas no muestran diferencias significativas en relación al olor de la bebida funcional. En otras palabras, aunque las formulaciones afecten el olor de la bebida, las evaluaciones subjetivas de los panelistas no son lo suficientemente diferenciadas como para considerarlas estadísticamente relevantes.

Las formulaciones de la bebida funcional tienen un efecto significativo en el atributo “olor”, mientras que las percepciones de los panelistas no reflejan diferencias significativas. Esto destaca la importancia de la formulación en la creación de un producto que sea sensorialmente atractivo, aunque la evaluación subjetiva de los panelistas puede no captar todas las variaciones presentes.

Tabla 31

Prueba de Tukey HSD para el atributo olor en base a las formulaciones

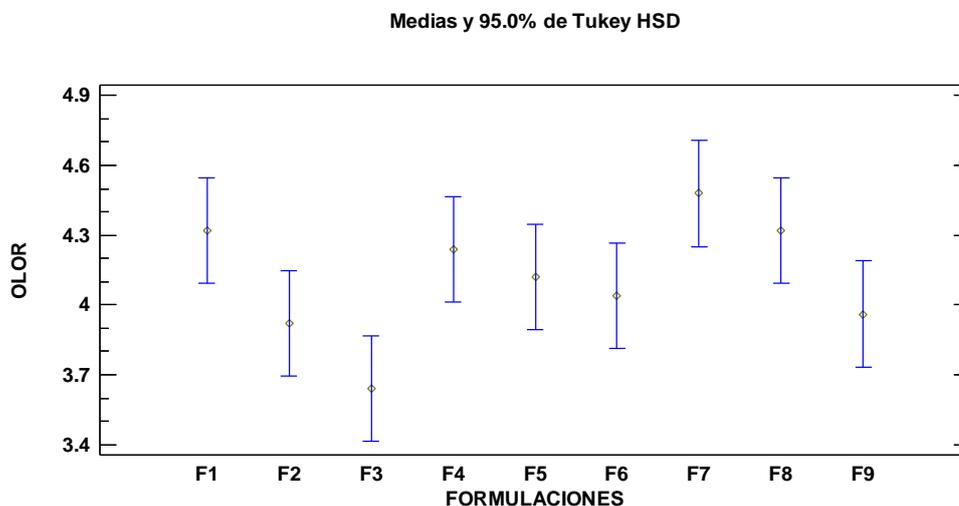
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	25	3.64	0.102695	X
T2	25	3.92	0.102695	XX
T9	25	3.96	0.102695	XX
T6	25	4.04	0.102695	XXX
T5	25	4.12	0.102695	XX
T4	25	4.24	0.102695	XX
T8	25	4.32	0.102695	XX
T1	25	4.32	0.102695	XX
T7	25	4.48	0.102695	X

En la Tabla 31, se presenta la prueba de Tukey HSD para el atributo olor en base a los tratamientos, esta prueba de comparación múltiple se utiliza para determinar si las medias de los tratamientos son significativamente diferentes entre sí, en la cual se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas. Pero a la vez, vemos que hay grupos homogéneos de acuerdo a la alineación de las X's, Estos grupos, que comparten la misma columna X, muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%, estos pares son (T1-T3, T2-T7, T3-T4, T3-T5, T3-T7, T3-T8 y T7-T9).

Por otro lado, observamos que el tratamiento con mayor aceptación con respecto al olor es el tratamiento T7 (formulación 80% zumo de tumbo - 20% zumo de fresa, dilución 1:1) con un valor de (4.48), mientras que el tratamiento T3 (formulación 60% zumo de tumbo - 40% zumo de fresa, dilución 1:2) con un valor de (3.64) es el menos aceptado por los panelistas. Estos resultados indican que el porcentaje de dilución y la proporción de zumo de tumbo que se utiliza en la elaboración de la bebida funcional influye en la aceptación de los panelistas con respecto al olor.

Figura 16

Gráfico de medias del atributo olor entre tratamientos



En la Figura 16, se presenta el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%. Este gráfico muestra que la formulación 7 (80%tumbo - 20%fresa, dilución 1:1) es la bebida funcional que recibe la mayor aceptación por parte de los panelistas con cuanto al atributo de olor. Mientras que la formulación 3 (60%tumbo - 40%fresa, dilución 1:2) obtuvo el menor valor de media en comparación con los demás tratamientos. Además, podemos observar que existe diferencias significativas entre el tratamiento (F1-F3), (F2- F7), (F3

con F4, F5, F7, F8) y (F7-F9), ya que algunos intervalos no se traslapan en dirección vertical. Sin embargo, cabe mencionar que no existe diferencias estadísticamente significativas en los demás tratamientos.

4.6.1.3. Atributo de sabor

Se evaluó el atributo “sabor” en las 9 formulaciones de la bebida para determinar la significancia de este atributo a través del análisis de varianza ANOVA.

Tabla 32

Análisis de varianza para el atributo sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	17.5556	8	2.19444	6.30	>0.0001
B: Panelistas	9.11111	24	0.37963	1.09	0.3586
Residuos	66.8889	192	0.34838		
Total (corregido)	93.5556	224			

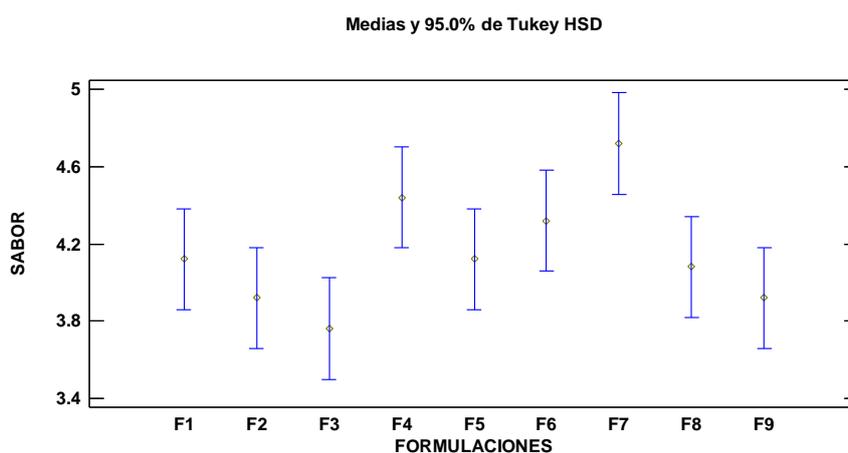
En la Tabla 32 observamos los valores obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) realizado entre las medias de las 9 formulaciones de la bebida funcional para el atributo “sabor”. Los resultados indican que, para las formulaciones, el valor-P es inferior a 0.05, esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en el sabor de las diferentes formulaciones de la bebida. En otras palabras, las variaciones en las proporciones de ingredientes (como el zumo de tumbo y fresa) influyen notablemente en la percepción del sabor. Un nivel de confianza del 95% refuerza la certeza de que estas diferencias no se deben al azar. En contraste, el valor-P relacionado con las evaluaciones de los panelistas es mayor que 0.05. Esto sugiere que las percepciones o evaluaciones de los panelistas no muestran diferencias significativas en el atributo “sabor”. En términos simples, aunque las formulaciones afectan el sabor de la bebida, las diferencias en la evaluación de los panelistas no son suficientemente marcadas para considerarse estadísticamente significativas.

Las formulaciones de la bebida funcional tienen un efecto significativo en el atributo “sabor”, mientras que las percepciones de los panelistas no presentan diferencias significativas. Esto resalta la importancia de considerar las formulaciones en el desarrollo de productos sabrosos, aunque la evaluación sensorial por parte de los panelistas puede no reflejar todas las variaciones presentes.

Tabla 33*Prueba de Tukey HSD para el atributo sabor en base a las formulaciones*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	25	3.76	0.118047	X
T2	25	3.92	0.118047	XX
T9	25	3.92	0.118047	XX
T8	25	4.08	0.118047	XX
T5	25	4.12	0.118047	XX
T1	25	4.12	0.118047	XX
T6	25	4.32	0.118047	XX
T4	25	4.44	0.118047	XX
T7	25	4.72	0.118047	X

En la Tabla 33 se muestran los resultados de un procedimiento de comparación múltiple utilizado para identificar qué medias son significativamente diferentes entre sí. En términos del atributo “sabor”, el tratamiento 7 obtuvo el valor más alto (4.72), mientras que el tratamiento 3 recibió el menor puntaje (3.76) en comparación con los otros tratamientos. Sin embargo, ninguno de los tratamientos tuvo puntuaciones inferiores a 3 (no me gusta ni me disgusta).

Figura 17*Gráfico de medias del atributo sabor entre tratamientos*

En la Figura 17 tenemos el gráfico de medias con un intervalo de confianza del 95% para el atributo de sabor, donde se puede visualizar el nivel de alejamiento o acercamiento que tienen las formulaciones entre sí en cuanto a este atributo, en el cual se observa que la

formulación 7 presenta mejor sabor, mientras que la formulación 3 es la que menos preferencia recibe.

4.6.1.4. Aceptabilidad general

Se evaluó el atributo “sabor” de las distintas formulaciones de la bebida funcional para determinar la significancia de este atributo a través del análisis de varianza ANOVA.

Tabla 34

Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad general

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A: Formulaciones	8.14222	8	1.01778	3.50	0.0009
B: Panelistas	5.58222	24	0.232593	0.80	0.7349
Residuos	55.8578	192	0.290926		
Total (corregido)	69.5822	224			

En la Tabla 34 se puede observar los resultados del análisis de varianza ANOVA entre las medias de las 9 formulaciones de la bebida funcional para la “aceptabilidad general”, donde vemos que, para el caso de las formulaciones, el valor-P es inferior que 0.05, lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la aceptabilidad general de las diferentes formulaciones. Esto significa que la composición de los ingredientes (por ejemplo, la proporción de zumo de tumbo y fresa) tiene un impacto notable en cómo los consumidores perciben y aceptan la bebida. Un nivel de confianza del 95% refuerza la certeza de que estas diferencias no son aleatorias. En contraste, el valor-P relacionado con las evaluaciones de los panelistas es mayor que 0.05. Esto sugiere que las percepciones de los panelistas no muestran diferencias significativas en la aceptabilidad general de las bebidas. En otras palabras, aunque las formulaciones afectan la aceptabilidad, las evaluaciones de los panelistas no se diferencian de manera suficiente como para considerarlas estadísticamente significativas.

Las diferentes formulaciones de la bebida funcional tienen un efecto significativo en la aceptabilidad general, mientras que las evaluaciones de los panelistas no muestran diferencias significativas. Esto resalta la importancia de optimizar la formulación para mejorar la aceptabilidad del producto, a pesar de que la percepción subjetiva de los panelistas puede no reflejar todas las variaciones en la aceptabilidad.

Tabla 35

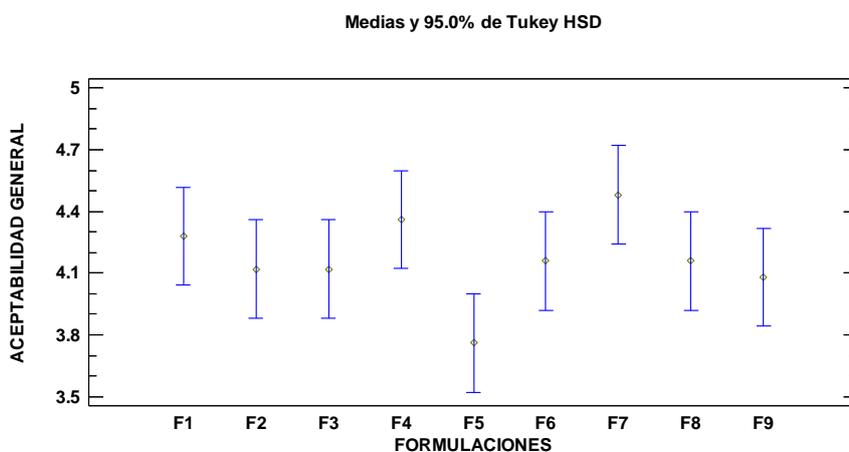
Prueba de Tukey HSD para el atributo aceptabilidad general en base a las formulaciones

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T5	25	3.76	0.107875	X
T9	25	4.08	0.107875	XX
T2	25	4.12	0.107875	XX
T3	25	4.12	0.107875	XX
T6	25	4.16	0.107875	XX
T8	25	4.16	0.107875	XX
T1	25	4.28	0.107875	X
T4	25	4.36	0.107875	X
T7	25	4.48	0.107875	X

En la Tabla 35 se observan los resultados de un procedimiento de comparación múltiple que se utilizó para identificar qué medias presentan diferencias significativas entre sí. En relación al atributo de “aceptabilidad general”, el tratamiento 7 obtuvo el valor más alto (4.48), mientras que el tratamiento 5 recibió la menor preferencia (3.76) en comparación con los demás. A pesar de estas variaciones, ninguno de los tratamientos obtuvo puntuaciones inferiores a 3 (no me gusta ni me disgusta).

Figura 18

Gráfico de medias del atributo aceptabilidad general entre formulaciones



En la Figura 18 tenemos el gráfico de medias con un 95% de confianza con respecto al atributo de sabor, donde se puede visualizar el nivel de alejamiento o acercamiento que tienen las formulaciones entre sí en cuanto a este atributo, en el cual se observa que la formulación 7 presenta mejor sabor, a diferencia de la formulación 5 que es la de menor preferencia.

4.7. Evaluación microbiológica

Se realizó un análisis microbiológico a la bebida funcional óptima (T7) con el fin de determinar la calidad microbiológica del producto.

Tabla 36

Evaluación microbiológica del tratamiento óptimo.

Análisis Microbiológico	M-1	NTP	
		n	M
Aerobio Mesófilos (UFC/mL)	<1	10	100
Coliformes (NMP/g)	<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:

M = Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, la bebida representa un riesgo para la salud.

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

n: Número de unidades de muestra por examinar.

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

NMP = Número más probable

En la Tabla 36, se observan los resultados de la evaluación microbiológica realizado a la bebida con mayor aceptación por los panelistas, donde se muestra los valores que se obtuvieron en el laboratorio COLECBI SAC, claramente observamos que la presencia de

microorganismos se encuentra dentro del límite, lo cual indica que las condiciones de la elaboración del producto, así como también el uso de la materia prima es el adecuado. Además, es relevante mencionar que en la producción de la bebida funcional se realizó la pasteurización a 90°C por un tiempo de 2 minutos, lo cual es similar al parámetro reportado por (Vera y Zambrano, 2021) quienes en su estudio aplicaron una temperatura de 87°C durante 4 minutos al proceso de pasteurización, donde no reportaron presencia de Coliformes expresados en UFC/mL, también mencionan que es fundamental considerar el tiempo y la temperatura para fijar el correcto pasteurizado que se realizará a las bebidas de frutas para obtener así resultados satisfactorios y evitar la pérdida de nutrientes y calidad organoléptica. Del mismo modo, cabe indicar el pH (< 4.5) de las bebidas a base de fruta es una variable crucial para el crecimiento de microorganismos, ya que un pH bajo limita la actividad de bacterias patógenas y deteriorantes, contribuyendo así a la estabilidad microbiológica del producto, es por ello que uno de los factores que más influyen es la temperatura en la que se almacenan. Dado que la velocidad de la mayoría de las reacciones químicas aumenta con la temperatura, ocasionando el desarrollo de microorganismos y afectando los procesos químicos y bioquímicos que ocurren en los alimentos. La temperatura ideal de almacenamiento será la que minimice el deterioro sin alterar la fisiología (Altamirano y Chavarría, 2019), en este caso la temperatura de almacenamiento utilizada en el presente estudio fue de 4°C, al igual que (Grandez, 2020) quien no encontró esta bacteria (Aerobio Mesófilos) durante los dos meses de almacenamiento a 4 °C en su investigación, es por ello que recomienda que para un almacenamiento óptimo para bebidas debe ser una temperatura de 4°C. En otras palabras, el control riguroso de la pasteurización, el mantenimiento de un pH adecuado, la refrigeración durante el almacenamiento y la elección de materia prima de calidad son factores que explican la presencia de microorganismos dentro de los límites aceptables y garantizan la calidad y seguridad de la bebida funcional.

V. CONCLUSIONES

- Se caracterizó fisicoquímicamente y funcionalmente las materias primas, donde los resultados evidencian que ambas frutas aportan características funcionales clave para la elaboración de una bebida saludable y antioxidante, con potencial para beneficiar la salud debido a su alto contenido de compuestos bioactivos.
- Se logró caracterizar fisicoquímica y funcionalmente las formulaciones de la bebida funcional a base de tumbo y fresa, los resultados del análisis fisicoquímico son presentados en la tabla 14 y en las tablas 15, 19 y 23 el análisis funcional. En donde se concluye que, a menor porcentaje de dilución y mayor proporción de zumo de tumbo la bebida obtendrá mayor contenido en sus valores tanto fisicoquímicos como funcionales.
- Se evaluó el análisis sensorial con 25 panelistas no entrenados, en donde se evaluó color, olor, sabor y aceptabilidad general de los 9 tratamientos preparados, determinando que el mejor tratamiento según los atributos evaluados fue la formulación 7 (80%tumbo-20%fresa, dilución 1:1).
- Finalmente, en cuanto al análisis microbiológico realizado a la bebida óptima, se concluye que es un producto inocuo con un valor de UFC/ml inferior a los límites permisibles aceptados (10 UFC/mL) por la NTP.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar materias primas de buena calidad y sin impurezas para evitar cambios en las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del producto final, debido a que la materia prima pierde sus propiedades nutricionales al no cumplir con estas especificaciones
- El tumbo debe considerarse más como un ingrediente principal en diversos productos alimenticios para aprovechar su importante valor nutricional.
- Se recomienda utilizar otros métodos de análisis para comparar la capacidad antioxidante de las bebidas funcionales.
- Realizar investigaciones sobre la estimación de la vida útil de la bebida funcional evaluando el efecto de la temperatura de almacenamiento tanto refrigerado como sin refrigerar y el efecto del tipo de envase (vidrio, plástico y Tetrapak).
- Se recomienda realizar un estudio de costos para determinar la factibilidad de elaborar una bebida funcional con zumo de tumbo y fresa para así ampliar el uso que se da actualmente a estos frutos que se producen en el país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, L.; Cubillos, L.; Tarazona, M.; Rodriguez, L. (2019). Efecto del tratamiento y tiempo de almacenamiento sobre los compuestos funcionales de subproductos de mora y fresa. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 22(1):e1169. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v22n1/0123-4226-rudca-22-01-e1169.pdf>
- Alao, M. & Tamayo, A. (2018). *Determinación de la relación existente entre la concentración de vitamina C y compuestos fenólicos totales con la capacidad antioxidante de fruto nativos del Austro*. [Tesis de magister, Universidad Politécnica Salesiana unidad de Postgrados]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15531/1/UPS-CT007631.pdf>
- Alcaraz, F. (2019). Tesis doctoral análisis físico-químico, sensorial e instrumental de arilos y semillas de granada (*Punica granatum* L.). <https://retos-aaa.umh.es/wp-content/uploads/sites/299/2019/03/Portada-tesis-FAM.pdf>
- Alfaro, S. (2019). *Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional de la UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3099>
- Altamirano, D. y Chavarría, M. (2019). *Dosis de consorcio microbiano y grado de temperatura en la vida útil de una longaniza artesanal*. [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1093>
- Artieda, S. (2022). *Aporte nutricional y aceptabilidad de una bebida nutracéutica a base de tumbo (*Passiflora mollísima*) fortalecida con extracto de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)*. [Tesis de título, Universidad Nacional del Callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7090>
- Botia, Y., Almanza, P., & Balaguera, H. (2008). Efecto de la temperatura sobre la maduración complementaria en curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). *Rev U.D.C. A Actualizada& Divulgada. Científica*; 11 (2): 187-96 <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/635>

- Burbano, J. (2019). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades físicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (Ananas comosus L.), naranjilla (Solanum quitoense Lam.) y borojó (Borojoa patinoi Cuatrec.)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11964>
- Cajas, J. (2019). *Evaluación de las características de bebidas de Glycine max (SOYA), Cicer arietinum (garbanzo) con la adición de Aloe Barbadensis Miller (sábila) como alternativa nutricional*. [Tesis de Título, Universidad Técnico Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional de la UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3696>
- Cárdenas-Navarro, R., & López-Pérez, L. (2019). Efecto de la época de aplicación del N y período de cosecha en la producción y calidad de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*). *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 337-345. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.03>
- Carrión, D. y Terán, Elvia. (2022). *Capacidad antioxidante in vitro del extracto etanólico de Vaccinium corymbosum l (Arándano) y Fragaria vesca L. (Fresa)*. [Tesis de título, Universidad María Auxiliadora]. <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/1056>
- 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/handle/33000/13745>
- Chaparro-Rojas, D., Maldonado, M., Franco-Londoño, M., & Urango-Marchena, L. (2014). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga (*Passiflora mollissima Bailey*). *Perspectivas en nutrición humana*, 16(2), 203-212. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-754844>
- Chiroque, J., Dioses, E., y Masias, T. (2019). *Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (Punica granatum L.), edulcorado con estevia (Stevia rebaudiana bertonii) en la ciudad de Piura – Perú, 2019*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1867>
- Churrampi, L. & Montes, E. (2015). *Evaluación de la actividad antiinflamatoria del extracto etanólico de fruto de Passiflora mollissima (Kunth) l.h. bailey "tumbo*

- serrano*" y su uso como cultivo biológico en industria cosmética [Tesis de título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Lima. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4362/Churampi_II.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Colchado, M. y Velásquez, A. (2015). *Efecto del método de liofilización, densidad de carga y temperatura en la fresa (Fragaria vesca L) deshidratada*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/1984>
- Conde-Martínez, N., Sinuco, DC., Osorio C. (2014). Chemical studies on curuba (*Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey). Fruit flavour. *Food Chem.* 15;157:356-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24679791/>
- Contreras, J., Calderón, L., Guerra, H., & García, B. (2011). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Research Internat*; 44 (1): 2047–53. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-50fd4f-2d26-324c-9f84-1e0147548933>
- Contreras, E y Purisaca, J. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smallanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) endulzado con Stevia*. [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3060/47077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coral, E. (2021). *Capacidad inhibitoria de los extractos acuosos de los frutos Passiflora tripartita var. mollissima "tumbo serrano" e Hylocereus megalanthus "pitahaya amarilla" sobre las enzimas alfa amilasa y alfa glucosidasa. Estudio de la actividad antioxidante in vitro*. [Tesis de magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17511>
- Córdova (2016). *La industrialización de una bebida natural a partir del tumbo andino (Passiflora mollissima) con linaza (Linum usitatissimum)*. [Tesis de título, Universidad de Lima]. Repositorio de la Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/3850>

- Departamento de agricultura de EE.UU. (2010). Las frutas y zumos de frutas. Servicio de Investigación Agrícola. Nutriente nacional del USD; pp. 785-7. <http://www.choosemyplate.gov/what-are-added-sugars>
- 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>
- Encina-Zelada, C., & Carpio-Rivadeneira, L. (2011). Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo. *Ingeniería Industrial*, 29(029), 225-245. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.236>
- Esteban, G. (2021). *Formulación de una bebida funcional a base de Macha Macha (vaccinium floribundum kunth) y evaluación de la capacidad antioxidante*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio de la Universidad Nacional de Huancavelica. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/720274a5-6f30-4096-82d0-3dedc9d3627a/content>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal* 8: 15-37. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1537>
- 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]. Repositorio de la UNJFSC. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/1432>
- Flores-Aguilar, Edilberto, & Flores-Rivera, Emille del Pilar. (2022). Antioxidant capacity of aqueous extracts of moringa leaves and design of a functional drink. *Tecnología Química*, 42(2), 323-340. Epub. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000200323&lng=es&tlng=en.

- Foito, A., McDougall, G. J., & Stewart, D. (2018). Evidence for health benefits of berries. *Annual Plant Reviews*, 1, 1–43. <file:///C:/Users/chris/Downloads/2a.pdf>
- Giampieri, F.; Forbes-Hernandez, T.Y.; Gasparrini, M.; Alvarez-Suarez, J.M.; Afrin, S.; Bompadre, S.; Quiles, J.L.; Mezzetti, B.; Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: An evidence based review. *Food Funct.* 6, 1386–1398 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25803191/>
- Grandez, A. (2020). *Influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización de la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia) en la cinética de degradación térmica de vitamina C*. [Tesis de título, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. <https://repositorio.unia.edu.pe/items/623bedc2-2c59-43f1-8974-c09a5656289a>
- Gualpa, A. (2021). *Evaluación del proceso de liofilización en fresa (Fragaria ananassa) para su aplicación en la industria alimentaria*. [Tesis de titulación, Escuela superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15528>
- Guija, E., Inocente, M., Ponce, J. & Zarzosa, E. (2015). Evaluación de la técnica 2, 2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico* (Lima), 15(1), 57-60. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2015000100008
- Guzmán, J. (2014). *Evaluación de la cinética de degradación Térmica de vitamina C en el jugo de papaya (Carica papaya L.) y maracuyá (Passiflora edulis)* [Tesis de Título, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_26a04f2eb11e6561fe39fbc698514eec
- 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]. Repositorio de la UNTRM. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/788>
- Huamaní, C. (2022). *Elaboración de puré de tumbo serrano (passiflora mollissima H.B.K.), maximizando la retención del ácido ascórbico*. [Tesis de magister, Universidad

- Istek, N., & Gurbuz, O. (2017). Investigation of the impact of blueberries on metabolic factors influencing health. *J. Funct. Foods*, 38, 298-307.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464617305613>
- Jiménez, L. (2017). *Escalamiento de la producción de bebidas funcionales a partir de productos vegetales no tradicionales*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Colombia]. <https://docplayer.es/59336533-Escalamiento-de-la-produccion-de-bebidas-funcionales-a-partir-de-productos-vegetales-no-tradicionales.html>
- Jiménez, M. (2017). *Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por la salud*. [Tesis de Maestría, Universidad Pontificia Comillas]. <https://docplayer.es/55062983-Las-bebidas-funcionales-como-respuesta-a-un-consumidor-cada-vez-mas-preocupado-por-la-salud.html>
- Joseph, S.V.; Edirisinghe, I.; Burton-Freeman, B.M. (2014). Berries: Anti-inflammatory effects in humans. *J. Agric. Food Chem.* 62, 3886–3903
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24512603/>
- Kausar, H., Saeed, S., Ahmad, M. & Salam, A. (2012). Studies on the development and storage stability of cucumber-melon functional drink. *J. Agric. Res*, 50(2), 239-248. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2013000299>
- Kuno, N. (2021). *Efecto del secado convectivo sobre el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa y semilla de passiflora tripartita var. mollissima "tumbo serrano"*. [Tesis de título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16156/Kuno_an.pdf
- Lázaro, D. y Villanueva, L. (2021). *“Efecto del termosonicado en la vida útil de la pulpa de granadilla (passiflora ligularis) y tumbo serrano (passiflora mollissima)”*. [Tesis de título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7114/TAI00192L32.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lazo, L. (2021). *Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de passiflora mollissima (tumbo) en diferentes pisos ecológicos en las regiones de Arequipa, Moquegua y Cusco*. [Tesis de grado de doctor, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a002f5fd-aebb-4266-8108-4a352edb5c85/content>
- 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-exportaciones-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/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/45/43
- Lliuyacc, R. (2020). *Efecto de la temperatura, tiempo y pH en el rendimiento de extracción de pectina en cáscara de tumbo serrano (Passiflora tripartita L.)* [Tesis de título, Universidad Nacional De Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2042180b-fff0-43e4-b50b-9e30afec6817/content>
- Lllocle, J. y Hancoccallo, F. (2023). *Elaboración y evaluación de vida útil de una bebida funcional a base de tumbo (Passiflora mollissima) y sábila (Aloe vera) con adición de Spirulina (Arthrospira platensis)*. [Tesis de título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6549272>
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. In *Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia*. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/133>
- López, J. (2017). *Estudio comparativo de la actividad antioxidante en fresas de cultivos de origen tradicional versus ecológico*. [Tesis de grado, Universidad Da Coruña]. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19610/L%C3%B3pezdoCampo_Javier_TFG_2017.pdf?sequence=2

- M, J., (2017). Antimicrobial Potentiality of *Ciissus Quadrangullariis* L on Selected Nosocomial Pathogens. 1st ed. Tumkur University. [10.37398/JSR.2020.640113](https://doi.org/10.37398/JSR.2020.640113)
- Magno, M. Chero, T. (2021). *Capacidad antioxidante, contenido de polifenoles totales, ácido ascórbico y características sensoriales de una bebida funcional a partir de carambola (averrhoa carambola l.) y granadilla (Passiflora ligularis)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7401/T010_4294_8025_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MAKYMAT. (2015). Industria alimentaria: Bebidas Funcionales. www.makymat.com
- Mallaupoma, H. (2010). *Elaboración de mermelada a partir de Tumbo serrano (Passiflora tripartita var. mollisima (Kunth) Holm – Niels & P. Jorg)*. [Tesis para Título, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://es.scribd.com/doc/294252590/Tesis-de-Maracuya-y-Granadilla>
- Mejía, J., García, K., Ovalle, G. & Ovando, A. (2022). Antioxidant capacity: concepts, quantification methods and use for tropical fruits and derived products characterization. *Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales*, 9(1), 9–33. <https://doi.org/10.23850/24220582.4023>
- Meléndez-Martínez, A., Vicario, I., & Heredia, F. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 209-215. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es&tlng=es.
- Montalvo, M. y Canteño, M. (2019). *Cinética de la estabilidad de vitamina C, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (pasiflora mollisima) y mashua negra (tropaeolum tuberosun)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. Repositorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5733>
- Montalvo, M. y Canteño, M. (2019). *Cinética de la estabilidad de vitamina c, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (Pasiflora Mollisima) y Mashua Negra (Tropaeolum Tuberosun)*. [Tesis de título,

- Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco].
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5733>
- Moreiras, C. (2018). Fresa y su valor nutricional.
<http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/fresa.pdf>
- Muñoz, A. y Macuri, P. (2020). *Bebida funcional de arándanos (Vaccinium myrtillus) y aloe gel (Aloe Vera barbadiensis) y su efecto sobre la hipertrigliceridemia* [Tesis de Título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la UNJFSC.
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4319/MU%20y%20MACURI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Neyra, I. (2020). *Propuesta de aprovechamiento del “tumbo serrano” Passiflora tripartita Kunth mediante la elaboración de néctar a diferentes niveles de relación pulpa-agua, miel de abeja y estabilizante*. [Tesis de título, Universidad Católica Sedes Sapientiae].
<https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/934/Tesis%20-%20Neyra%20Campos%2C%20Isidoro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Neyra, I., & Sosa, J. (2021). Nectar of "Tumbo serrano" Passiflora tripartita Kunth sweetened with honey bee: Quantification of vitamin C and organoleptic acceptability. [Néctar de “tumbo serrano” Passiflora tripartita Kunth edulcorado con miel de abeja: Cuantificación de la vitamina C y aceptabilidad organoléptica]. *Agroindustrial Science*, 11(2), 141-147.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.02>
- Obregón, A., Obregón, F. (2019). Obtención de un alimento liofilizado a base de maracuyá (Passiflora edulis) y camu camu (Myrciaria dubia). *Journal of Agro-Industry Sciences*, 1(1), 17-24.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_63ebbb9411cf6c1de7ed160d8e2cd375
- Obregón-La Rosa, Antonio José, Augusto Elías-Peñañiel, Carlos César, Contreras-López, Eliana, Arias-Arroyo, Gladys Constanza, & Bracamonte-Romero, Michael. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 17-25. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202>

- Odriozola, I. (2009). *Obtención de zumos y frutos cortados con alto potencial antioxidante mediante tratamientos no térmicos*. [Tesis doctoral, Universidad de Lleida]. Escola Tècnica Superior d' Enginyeria Agrària. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8385/Tios1de1.pdf?sequence=1>
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (2010). Small-scale food processing. A guide for appropriate equipment. Disponible en <http://www.fao.org/warrdocs/x543e/x543e00.htm#contents>
- Organización Mundial de la Salud (2017). Sobrepeso afecta a casi la mitad de la población de todos los países de América Latina y el Caribe salvo por Haití. <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 (*Physalis peruviana*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) edulcorado con Stevia*. [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio de la Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3085>
- Oviedo-Solís, C., Cornejo-Manzo, S., Murillo-Ortiz, B., Guzmán-Barrón, M., y Ramírez-Emiliano, J. (2018). Los polifenoles de la fresa disminuyen el estrés oxidativo en enfermedades crónicas. *Gaceta médica de México*, 154(1), 80-86. <https://doi.org/10.24875/GMM.17002759>
- Panduro, P. (2020). *Bebida funcional a base de *Solanum Sessiliflorum* (Cocona) endulzado con *Stevia Rebaudiana* (Stevia)*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional de la UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7736>
- Paredes, E., & Areche, O. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3353-3366. doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536
- Pérez, J.; Ramirez, C. (2018). *Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annum*”*. [Tesis de Título, Universidad Nacional José

- Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la UNJFSC.
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6817>
- Pineda, D. (2017). Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. Linear programming model design for production planning in a st.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6007697>
- Portal antioxidantes. (2019). Antioxidantes: definición, clasificación y conceptos generales Portal latino antioxidantes.
<https://www.portalantioxidantes.com/antioxidantes/>
- Quillimamani, S., Chambi, A., & Coaquira, J. (2022). Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (*Passiflora mollissima* b.). *Fides Et Ratio* [online]. vol.24, pp.145-164.
http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v24n24/v24n24_a09.pdf
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10381194/>
- Rekika, D., Khanizadeh, S., Deschenes, M., Levasseur, A., Charles, M. T., Tsao, R., & Yang, R. (2005). Antioxidant capacity and phenolic content of selected strawberry genotypes. *HortScience*, 40(6), 1777-1781.
<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/40/6/article-p1777.xml>
- 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]. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3571>
- Rojas, F. (2015). *Formulación y evaluación de la estabilidad de betalainas y vitamina c en almacenamiento de bebida a base de tumbo (passiflora mollissima) y tuna (opuntia sp.) edulcorada con Stevia*. [Tesis de título, Universidad Nacional del centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1256/ROJAS%20IPARRAGUIRRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Saavedra, Y. (2023). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional de Yacón (Smallanthus sanchofilius) y Maracuyá (Passiflora edulis S.) edulcorado con Stevia*. [Tesis de Título, Universidad Nacional de Frontera]. Repositorio de la Universidad Nacional de Frontera. <https://repositorio.unf.edu.pe/items/16c87e91-6138-4ed4-b1ff-9ecb01091f68>
- Sánchez, B. A. O., Celestino, S. M. C., de Abreu Gloria, M. B., Celestino, I. C., Lozada, M. I. O., Júnior, S. D. A., de Alencar, E. R., & de Lacerda de Oliveira, L. (2020). Pasteurization of passion fruit *Passiflora setacea* pulp to optimize bioactive compounds retention. *Food Chemistry*: X, 6(100084), 100084. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2020.100084>
- Santos, N., Salas, R., Villanueva, C. & Hernández, B. (2019). Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. <https://www.intechopen.com/chapters/66259>
- 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 (*Cocos nucifera* L.) para el desarrollo de una bebida funcional simbiótica]. *Heliyon*, 6(3), e03653. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020304989>
- Suárez, M. (2011). Alimentación Funcional: Un mercado maduro, pero saludable. www.SymphonyIRI.es
- Tarazona, A. (2020). *Estudio de la actividad antioxidante y antiinflamatoria de la fresa (fragaria x ananassa) y su relación con la composición de compuestos bioactivos*. [Tesis master, Universidad Politécnica de Valencia]. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158038/Tarazona%20-%20Estudio%20de%20la%20actividad%20actividad%20antioxidante%20y%20antiinflamatoria%20de%20la%20fresa%20\(Fragari...pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158038/Tarazona%20-%20Estudio%20de%20la%20actividad%20actividad%20antioxidante%20y%20antiinflamatoria%20de%20la%20fresa%20(Fragari...pdf?sequence=1)
- Valente A, Albuquerque T, Sanches A, Costa H. (2011). Ascorbic acid content in exotic fruits: A contribution to produce quality data for food composition data bases. *Food Research International*. 2011; 44: 2237–42. https://www.researchgate.net/publication/233898518_Ascorbic_Acid_Content_in_Exotic_Fruits_A_Contribution_to_Produce_Quality_Data_for_Food_Composition_Databases

- Vargas, L. (2018). *Evaluación de los macrocomponentes y su capacidad antioxidante de Psidium guajava l. (guayaba)*. [Tesis de título, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5364>
- Vega, S. (2021). *Bebida funcional de guaraná (Paullinia Cupana), coca (Erythroxylum coca), arándanos (Vaccinium corymbosum) y su capacidad antioxidante*. [Tesis de Título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la UNJFSC. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4372>
- Ventrera, N., Vignoni, L., Alessandro, M., Cesari, M., Cesari, R., Guinle, V., Giménez, A., & Tapia, O. (2013). Caracterización por contenido de B-caroteno de ocho cultivares de zanahoriaia (*Daucus carota* L.) y su relación con el color. *Rev. FCA UNCUYO*, 45(2): 211-218. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/6142>
- Vera, A. y Zambrano, D. (2021). *Tipo de pasteurización y temperatura de almacenamiento en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del néctar mix de cítricos con sábila*. [Tesis de título, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1581>
- Walker, R. & Everette, J. (2009). Comparative reaction rates of various antioxidants with ABTS radical cation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1156-1161. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19199590/>
- Wu, M., Gao, F., Zhang, Y., Wang, Q., & Li, H. (2015). Sensitive analysis of amino acids and vitamin B3 in functional drinks via field-amplified stacking with reversed-field stacking in microchip electrophoresis. *Talanta*, 131, 624–631. doi: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.08.051>
- Yu, H., & Bogue, J. (2013). Concept optimization of fermented functional cereal beverages. *British Food Journal*, 115(4), 541-563. <https://doi.org/10.1108/00070701311317838>
- Zhen, J., Villani, T., Guo, Y., Qi, Y., Chin, K., Pan, M., & Wu, Q. (2016). Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. *Food chemistry*, 190, 673-680. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26213025/>

Žuntar, I., Petric, Z., Bursac Kovačević, D., & Putnik, P. (2020). Safety of Probiotics: Functional Fruit Beverages and Nutraceuticals. *Foods*, 9(7), 947 doi: <https://doi.org/10.3390/foods9070947>

VIII. ANEXOS

Anexo 1

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Figura 19

Recepción y pesado del tumbo



Figura 20

Lavado y desinfección del tumbo



Figura 21

Pulpeado y extracción del zumo de tumbo



Figura 22

Recepción y pesado de la fresa



Figura 23

Lavado y desinfección de la fresa



Figura 24

Cortado y licuado de la fresa



Figura 25

Pasteurización de la bebida funcional.



Figura 26

Envasado y enfriado de las bebidas.



Anexo 2

RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Tabla 37

Rendimiento del tumbo

Tumbo	Peso (kg)	Rendimiento (%)
Fruto	14.140	100
Tallo	0.120	0.85
Cáscara	5.870	41.51
Semillas	1.692	11.97
Zumo	6.458	45.67

Tabla 38

Rendimiento de la fresa

Fresa	Peso (kg)	Rendimiento (%)
Fruto	11.324	100
Sépalo	0.594	5.25
Zumo	10.730	95.75

Anexo 3

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

Figura 27

Determinación de pH



Figura 28

Determinación de °Brix



Figura 29

Acidez titulable



Figura 30

Determinación de la humedad



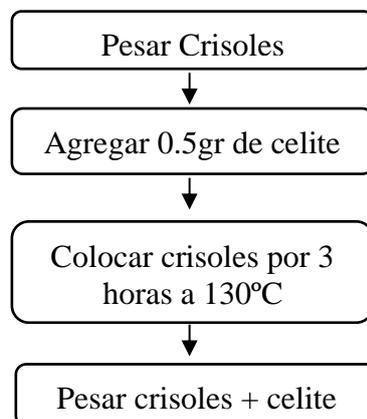
Figura 31

Determinación de ceniza



Figura 32

Análisis de fibra dietaria total



Fórmula para cálculo de Fibra dietaria Total

$$\%FDT = \frac{\left(\frac{R_1 + R_2}{2}\right) - P - C - B}{\left(\frac{M_1 + M_2}{2}\right)}$$

Donde:

R: Peso de residuos

P: Peso de proteínas

C: Peso de cenizas

B: Peso de blanco

M: peso de muestra inicial

- *Procedimiento para determinación de fibra de Tumbo y Fresa*

Figura 33

Pesado 1g de muestra de tumbo desgrasada

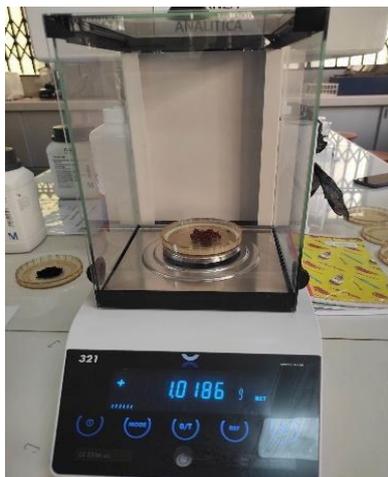


Figura 34

Pesado 1g de muestra de fresa desgrasada



Figura 35

Muestra con 50ml de buffer fosfato a 6 pH.



Figura 36

Baño maría de las muestras

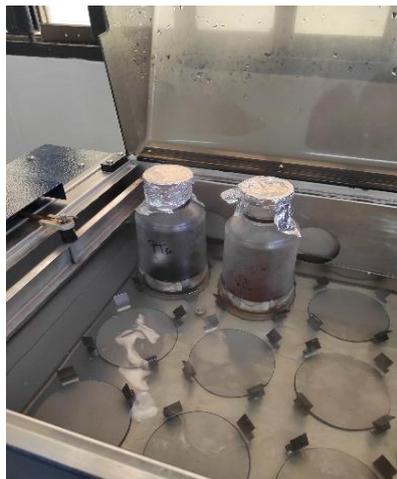


Figura 37

Ajuste del pH con NaOH/HCl



Figura 38

Adición de 280ml de alcohol de 96° a 60°C



Figura 39

Separación del sobrenadante del líquido.



Figura 40

Filtrado del líquido y secado.



Figura 41

Pesado de crisoles con célide mas residuos.



Figura 42

Determinación de cenizas del celite más residuos



Figura 43

Pesado final celite más cenizas



Anexo 4 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DE LAS MATERIAS PRIMAS

Tabla 39

Vitamina C del zumo del tumbo.

r	L1	L2	L1-L2	Vitamina C (mg/100g)
1	0.092	0.006	0.086	75.00
2	0.092	0.000	0.092	77.47
3	0.092	0.011	0.081	72.94

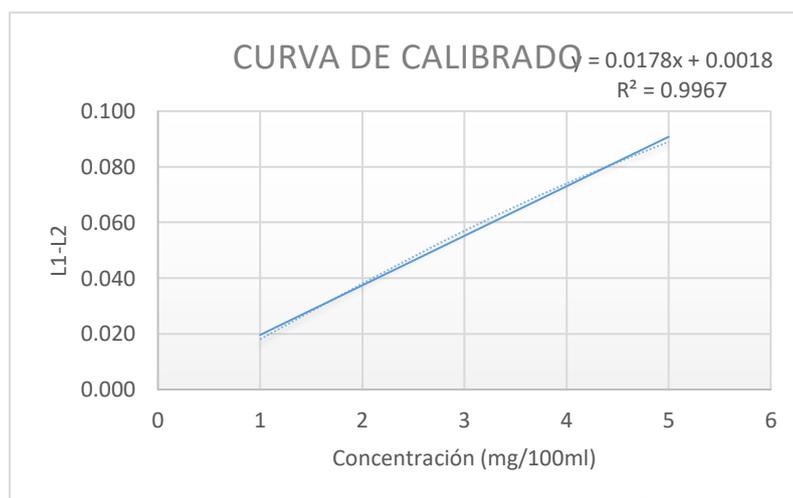
Tabla 40

Vitamina C del zumo de la fresa.

r	L1	L2	L1-L2	Vitamina C (mg/100g)
1	0.092	0.022	0.07	28.41
2	0.092	0.022	0.07	28.41
3	0.092	0.033	0.059	23.88

Figura 44

Curva de calibrado para la vitamina C



Anexo 5

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Figura 45

Reactivo DPPH



Figura 46

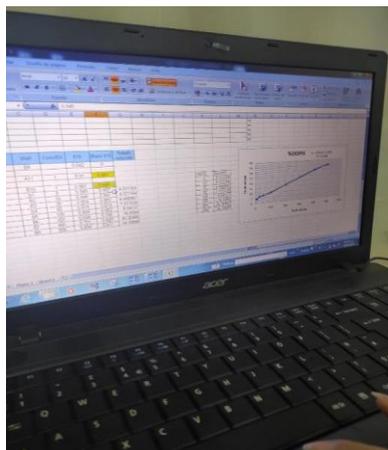
Tratamiento de las soluciones Trolox y DPPH en baño ultrasónico.



Figura 47

Preparación de la curva patrón y muestras



Figura 48*Lectura de las muestras y curva patrón***Tabla 41***Preparación de reactivos*

Reactivo	Peso (mg)	Volumen de agua (mL)	Volumen de metanol (mL)
DPPH	1	12.5	12.5
Estándar Trolox	5	5	5

Nota: La preparación del DPPH se realiza en una fiola de 25ml y la preparación del Estándar Trolox es de 10 ml, ambas oscuras.

Tabla 42*Concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado.*

Tubo	Concentración Trolox (μL)	Absorbancia ajustada (515nm)	%DPPH Reducido
Blanco	1	0.888	-
1	5	0.885	0.338
2	10	0.879	1.014
3	25	0.863	2.815
4	50	0.847	4.617
5	100	0.837	5.743
6	200	0.770	13.288
7	400	0.627	29.392
8	500	0.587	33.896

Cálculo del % DPPH Reducido

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

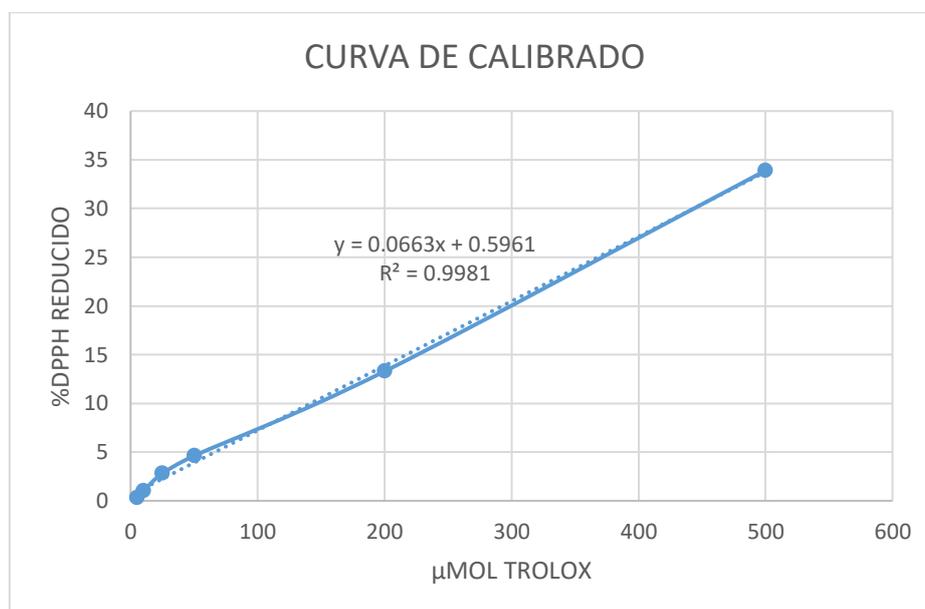
Donde:

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

A_m = Absorbancia de las concentraciones de DPPH ajustado

Figura 49

Curva de calibrado de la capacidad antioxidante.



Anexo 6 DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Tabla 43

Preparación de reactivos

Reactivos	Peso	Volumen de agua
Ácido gálico	0.025 g	100 ml
Carbonato sódico	0.75 g	10 ml
Folin Ciocalteu	1.25 ml	10 ml
Metanol	30 ml	30 ml

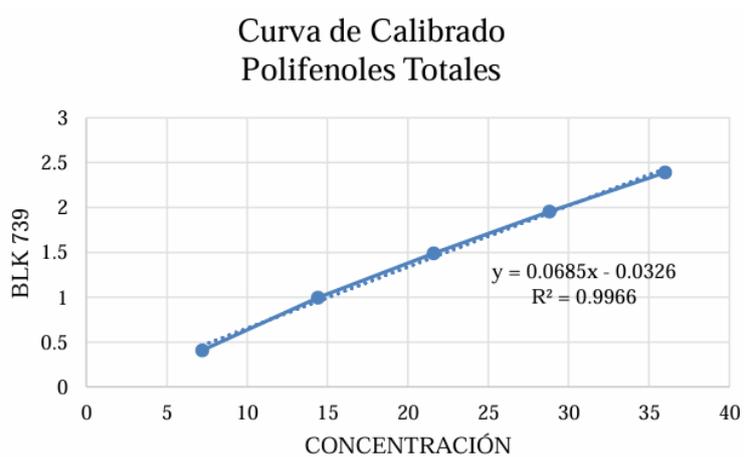
Tabla 44

Absorbancias de la curva de calibrado

Tubo	Absorbancia (739nm)	BLK 739
Blanco	0.089	
1	0.491	0.406
2	1.079	0.994
3	1.573	1.488
4	2.041	1.956
5	2.476	2.391

Figura 50

Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.



Anexo 7 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Figura 51

Preparación de Ácido Oxálico



Figura 52

Pesado y agregado de ácido oxálico a las muestras.

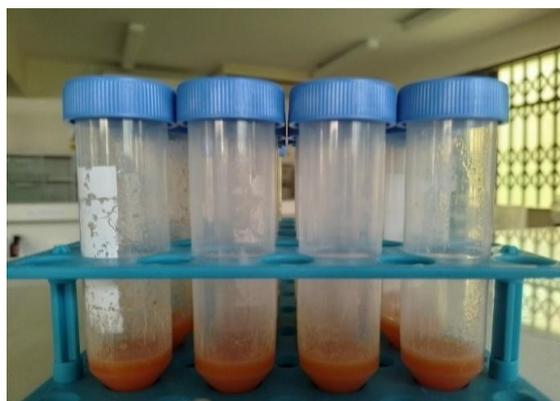


Figura 53

Baño ultrasonido de las muestras



Figura 54

Centrifugado y filtrado de las muestras



Figura 55

Preparación de curva patrón



Tabla 45

Preparación de reactivos

Reactivos	Peso (g)	Volumen (mL)
Ácido Oxálico (0.4%)	4g	1000
Ácido Ascórbico (0.1%)	0.1	100
Colorante	0.006	1000

Tabla 46

Preparación de estándares

Estándares	Ácido ascórbico (μL)	Ácido Oxálico
E1	100	10
E2	200	10
E3	300	10
E4	400	10

E5	500	10
----	-----	----

Nota: Todos los estándares se aforan con ácido oxálico hasta llegar a 10 ml.

Tabla 47

Preparación de Curva de Calibrado

<i>Lecturas</i>	<i>Tubos</i>	<i>Reactivos</i>
<i>L1</i>	1	1000 µl de agua destilada
	2	100uL ac. oxálico+900 µl colorante
<i>L2 (EST. 1)</i>	3	100uL E1 + 900 µl destilada
	4	100uL E1 + 900 µl colorante
<i>L2 (EST. 2)</i>	5	100uL E1 + 900 µl destilada
	6	100uL E1 + 900 µl colorante
<i>L2 (EST. 3)</i>	7	100uL E1 + 900 µl destilada
	8	100uL E1 + 900 µl colorante
<i>L2 (EST. 4)</i>	9	100uL E1 + 900 µl destilada
	10	100uL E1 + 900 µl colorante
<i>L2 (EST. 5)</i>	11	100uL E1 + 900 µl destilada
	12	100uL E1 + 900 µl colorante

Nota: De cada tubo se lecturaron 200 µL de muestra en el multimodal a 520 nm.

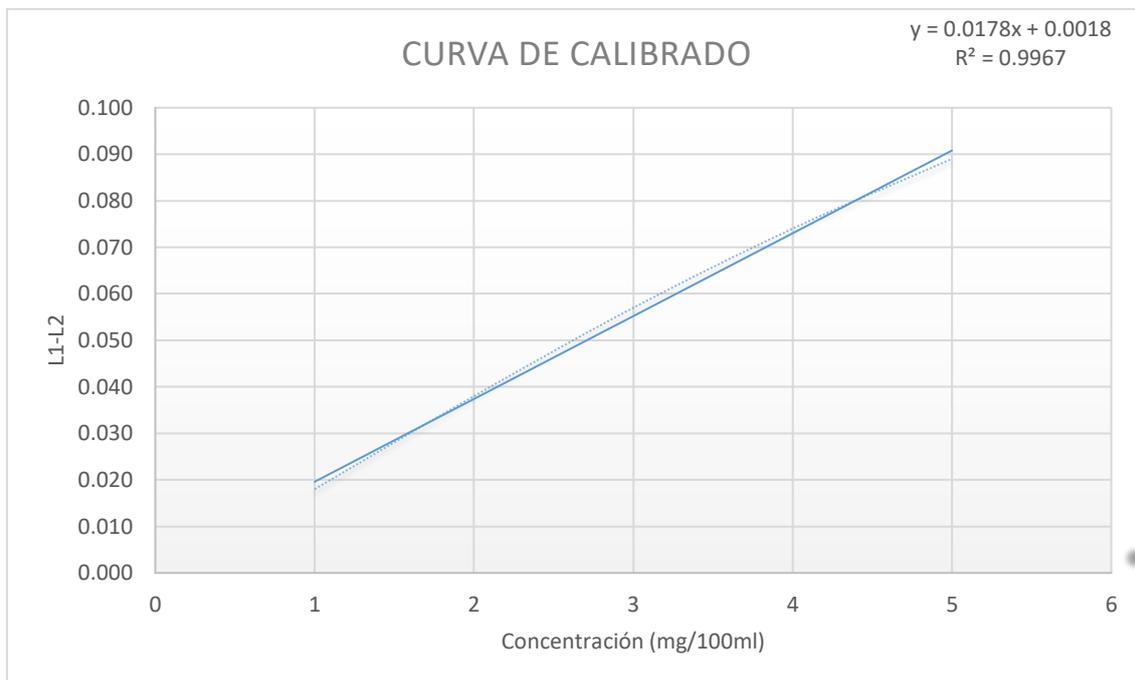
Tabla 48

Valores de las lecturas L1 y L2.

<i>Concentración (mg/100mL)</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L1-L2</i>
1	0.092	0.074	0.018
2	0.092	0.054	0.038
3	0.092	0.035	0.057
4	0.092	0.018	0.074
5	0.092	0.003	0.089

Figura 56

Curva de calibrado de Vitamina C.



Anexo 8 FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Ficha de Evaluación sensorial de una bebida funcional

Prueba sensorial de escala hedónica de cinco puntos

Apellidos y Nombres:

Edad:

Sexo: (F) (M)

Marca con un aspa (X) donde corresponda según la escala. Asegúrese de tomar un sorbo de agua después de cada evaluación de bebida.

Escala de 5 puntos para los atributos de color, olor, sabor y aceptabilidad

Descripción de los puntos de la escala	Valor numérico
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	

Bebida: _____

COLOR	
OLOR	
SABOR	
ACEPTABILIDAD	



Anexo 10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA FUNCIONAL
ÓPTIMA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO Nº LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL Nº 20231102-012

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ARIANA PALACIOS DE LA CRUZ.
HEIDY YASURI CELIS TEODORO.

DIRECCIÓN : Vista Alegre Mz. N Lote 19 - Nuevo Chimbote.

NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.

PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : BEBIDA.

LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.

MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.

PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.

ACTA 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 frasco de vidrio con tapa cerrada.

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-11-02

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-11-02

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2023-11-07

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.

CÓDIGO COLECBI : SS 231102-8

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	BEBIDA DE TUMBO Y FRESA.
Aerobios Mesófilos (UFC/mL)	<1
Recuento de Mohos (UFC/mL)	<1
Recuento de Levaduras (UFC/mL)	<1
(*) Recuento de Coliformes (NMP/g)	<3

(*) 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 pag.: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. Editorial Acribia - España pag.: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) **Muestradas 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 Diminencia por su perecibilidad 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, Noviembre 09 del 2023.

GVR/jms

LC-MP -HREVO
Rev. 10
Fecha 2023-09-15

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

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
L.E.P. 126
COLECBI S.A.C.

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