

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

**“Formulación de una bebida funcional de naranja (*Citrus Sinensis*), limón (*Citrus Limón*), jengibre (*Zingiber Officinale*) y miel; su aceptabilidad, vitamina c y polifenoles totales”**

---

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

**AUTORES:**

Bach. Bazán Plasencia, Jeimison Juan Anderson

Bach. Mejía Vásquez, Antony Junior

**ASESOR:**

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

D.N.I. N° 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

**COASESOR:**

MSc. Villanueva López, Eudes

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2023**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

### **HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

El presente informe final de tesis ha sido revisado y desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general de para obtener el título profesional en la Universidad Nacional del Santa, de acuerdo a la denominación siguiente:

**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (CITRUS SINENSIS), LIMÓN (CITRUS LIMÓN), JENGIBRE (ZINGIBER OFFICINALE) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES**

#### **AUTORES:**

**Bach. Bazán Plasencia, Jeimison Juan Anderson**

**Bach. Mejía Vásquez, Antony Junior**

.....  
**Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**  
**Asesora**

**DNI: 19096335**

**Código ORCID: 0000-0003-1659-9874**



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

---

**HOJA AVAL DE JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado “**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (*CITRUS SINENSIS*), LIMÓN (*CITRUS LIMÓN*), JENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE*) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES**”, para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por los bachilleres: **JEIMISON JUAN ANDERSON BAZÁN PLASENCIA** y **ANTONY JUNIOR MEJÍA VÁQUEZ**, teniendo como asesora a la Dra. Elza Aguirre Vargas, designada mediante resolución decanal N° 157-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 27 de diciembre del 2023, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 768-2023-UNS-CFI.

.....  
Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta  
Presidente  
DNI: 17859760  
Código ORCID: 0000-0003-3214-2698

.....

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

.....

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas  
Integrante  
DNI: 19096335  
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 08:00 horas del día veintisiete de diciembre del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 768-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)

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

**“FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (*Citrus Sinensis*), LIMÓN (*Citrus Limón*) JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- **BAZÁN PLASENCIA JEIMISON JUAN ANDERSON**
- **MEJÍA VÁSQUEZ ANTONY JUNIOR**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** y como Coasesor al **Mg. Eudes Villanueva Lopéz**.


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

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

NOMBRES Y APELLIDOS	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
BAZÁN PLASENCIA JEIMISON JUAN ANDERSON	18	BUENO

Siendo las 09:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 27 de diciembre del 2023.

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Any Berenice Córdova Chang**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**  
Integrante



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 08:00 horas del día veintisiete de diciembre del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 768-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)

**“FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (*Citrus Sinensis*), LIMÓN (*Citrus Limón*) JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- **BAZÁN PLASENCIA JEIMISON JUAN ANDERSON**
- **MEJÍA VÁSQUEZ ANTONY JUNIOR**

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


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	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
<b>MEJÍA VÁSQUEZ ANTONY JUNIOR</b>	16	REGULAR

Siendo las 09:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 27 de diciembre del 2023.

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Any Berenice Córdova Chang**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**  
Integrante

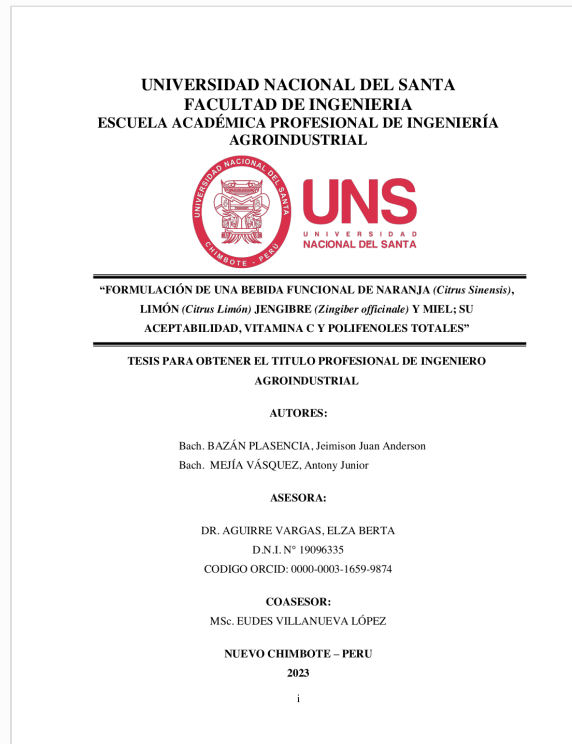


## Recibo digital

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: Jeimison Bazan Plasencia  
Título del ejercicio: FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (Ci...  
Título de la entrega: FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (Ci...  
Nombre del archivo: TESIS\_PREGRADO\_final.pdf  
Tamaño del archivo: 6.45M  
Total páginas: 161  
Total de palabras: 33,938  
Total de caracteres: 165,710  
Fecha de entrega: 28-dic.-2023 04:34p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2265371756



# FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (Citrus Sinensis), LIMÓN (Citrus Limón) JENGIBRE (Zingiber officinale) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://www.elsevier.es">www.elsevier.es</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	<1%



## **DEDICATORIA**

A papá y mamá; Juan Bazan Rodríguez y Marisol Plasencia Argote, que desde mi concepción han hecho de todo por sacarme adelante, no solo en el ámbito académico sino también moral y espiritual.

A mis abuelos de parte de papá, María Clara Rodríguez Quiroz que toda su vida en este plano fue servicial y se preocupó el bienestar de nuestra familia, a mi abuelo Fernando Bazán Blass que hasta la fecha está presente, pieza fundamental de la investigación histórica de Chimbote y que es de inspiración para mi vida.

A mis abuelos de parte de mamá, Devora Argote Arce, que siempre me apoyó en cada decisión, me muestra su cariño y confianza, mi aliada y amiga parte también de esta investigación. Su perseverancia y lucha son mi guía para cada paso de mi vida. Marcelino Moreno Bernuy elegante caballero que acompaño a mi abuela y fue mi primer maestro, te dedico este pedazo de texto.

A mis cinco hermanas, bendiciones del cielo para mi vida, les dedico esto como una señal de que pueden lograr mucho más de lo que lograre, nunca duden de sus capacidades.

A mis tíos, Fidel, Caroline, Rosmery por estar al pendiente de mis objetivos y metas profesionales.

Al ingeniero Lenin una de las personas más altruista que conocí en la universidad, pilar fundamental de esta investigación.

A mis amistades del proceso universitario Verito, Kimy, Maria de Fatima, Jenrry, Melany, Mabel, Marlon, así como a los que se hicieron más que amigos después de la universidad.

Por último, dedico este trabajo a familiares y amigos que partieron, pero su recuerdo lo mantengo vivo, tío David, tío Tito, tía Raquel, señor Beto, amigo Brayan, y querida Tamara.

**JEIMISON JUAN ANDERSON BAZÁN PLASENCIA**

A Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de la realización del proyecto de investigación. En especial a mi madre, que siempre estuvo dándome palabras de aliento para la realización del proyecto de investigación, mis hermanas Carol, Treycy que pensando en el ejemplo que dejó en ellas es porque sigo adelante, a mi hermano Darly que, aunque las circunstancias nos hayan alejado un poco sé que él siempre quiere lo mejor para mí, y a mi Padre, que pese a todo lo que haya pasado en su vida, sé muy bien lo que él quiere lo mejor para nosotros sus hijos. A mi pareja Danitza por estar siempre alentándome para salir adelante y lograr mis sueños y metas.

Y a todas las personas de que alguna u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo, como lo son mis tíos y tías, en especial mi tío Dionisio quien siempre me brindó ayuda de alguna u otra manera para no desistir en esta etapa de mi vida.

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

**ANTONY JUNIOR MEJIA VAZQUEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a Dios por su amor y gracia, darnos un propósito y colocarnos a las personas indicadas en su tiempo.

A nuestra asesora Dra. Elza Berta Aguirre Vargas, por asumir con nosotros este reto, brindarnos su apoyo y motivarnos a culminar con éxito esta investigación, que Dios siga bendiciendo su vida.

A los encargados de IITA, ingeniera Juanita, Melissa y demás encargados de laboratorio por su predisposición y entusiasmo para nuestra investigación.

A los ingenieros de agroindustria, en especial al ingeniero Lenin, María de Fátima, Pedro, Jhon y Eudes. Agradecer por su trabajo y guía en esta investigación.

A la señorita Silvia por su amistad y apoyo en nuestra etapa universitaria.

Por último, agradecer a nuestras autoridades universitarias por su gestión en el financiamiento mediante la subvención económica que recibió esta investigación, la cual asumimos con mucha responsabilidad y estamos seguros que en un futuro cercano esta inversión pública tendrá el retorno esperado a la sociedad.

**LOS AUTORES**



## INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL.....	1
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MARCO TEORICO.....	15
2.1 Formulación de bebidas.....	15
2.3 Bebidas funcionales.....	17
2.4 Materia prima utilizada para la bebida.....	19
2.5 Análisis de polifenoles y vitamina C.....	34
2.4.5 Aceptabilidad general.....	38
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	41
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	41
3.2.1. MATERIA PRIMA.....	41
3.2.2. INSUMOS.....	41
3.2.3. EQUIPOS.....	42
3.2.4. REACTIVOS.....	42
3.2.5. MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS.....	43
3.3 METODOLOGIA.....	44
3.3.1. DESPLIEGUE DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.....	44
3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	46
3.3.2.1 Variables.....	48
3.3.3. PROCESOS DE ELABORACION DE LA BEBIDA.....	49

3.3.4. MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL	51
3.3.4.1. Caracterización fisicoquímica de la materia prima	51
3.3.4.2. Caracterización funcional de la materia prima y producto final	58
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
4.1 Caracterización fisicoquímica de la materia prima	66
4.2 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en el contenido de vitamina C.	78
4.3 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en el contenido de polifenoles totales.	82
4.4 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en la aceptabilidad de las formulaciones elaboradas.	86
4.5 Determinación mediante los modelos de regresión, de la proporción de ingredientes para obtener la bebida funcional de Naranja (Citrus Sinensis), Limón (Citrus Limón) Jengibre (Zingiber officinale) y Miel, con mayor rendimiento de vitamina C, polifenoles totales y de aceptabilidad	90
4.6 Evaluación de parámetros de calidad del producto más aceptado, análisis microbiológico y de vida útil.	93
5 CONCLUSIONES	97
6 RECOMENDACIONES	98
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	99
8 ANEXOS	105

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de las distintas variedades de Naranja en 100 gramos.....	21
Tabla 2: Composición funcional de la Naranja. ....	22
Tabla 3: Composición de las distintas variedades de Limón en 100 gramos.....	26
Tabla 4: Principales países exportadores de Jengibre Entero.....	29
Tabla 5: Composición nutricional del Jengibre sin cáscara en 100 gramos.....	30
Tabla 6: Composición nutricional de la Miel de abeja en 100 gramos .....	33
Tabla 7: Matriz de diseño de experimentos.....	47
Tabla 8: Operacionalización de variables.....	48
Tabla 9: Escala de calibres para la Naranja.....	51
Tabla 10: Escala de calibres para el Limón Sutil .....	52
Tabla 11: Escala de calibres para el Jengibre.....	52
Tabla 12: Tabla de conversión de índice de refracción a porcentaje de humedad de la Miel.....	55
Tabla 13: Concentración de soluciones para curva estándar de vitamina C .....	58
Tabla 14: Preparación de soluciones estándar para curva de vitamina C.....	59
Tabla 15: Preparación de las muestras para vitamina C.....	60
Tabla 16: Concentración de soluciones para curva estándar de polifenoles .....	62
Tabla 17: Características fisicoquímicas de las materias primas .....	66
Tabla 18: Características fisicoquímicas de la Miel.....	68
Tabla 19: Color en espacio CIELab de la Miel .....	69
Tabla 20 Características funcionales de las materias primas .....	70
Tabla 21: Resultados de las formulaciones del diseño experimental .....	73
Tabla 22: Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas lineal para la variable respuesta vitamina C.....	78
Tabla 23: Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas cuadrática para la variable respuesta polifenoles totales .....	82
Tabla 24: Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas cubico especial para la variable respuesta aceptabilidad .....	86
Tabla 25: Criterios de optimización de respuestas .....	90
Tabla 26: Mezcla óptima usando la función de deseabilidad para respuestas múltiples .....	90
Tabla 27: Estimación calculada de las variables respuesta .....	91



Tabla 28: Variación microbiológica.....	96
Tabla 29: Medidas de diámetro en milímetros de la Naranja y el Limón .....	107
Tabla 30: Calibre de las materias primas según diámetro .....	108
Tabla 31: Medidas de peso en gramos de la Naranja, el Limón y el Jengibre. ....	110
Tabla 32: Peso promedio de las muestras de Naranja y Limón.....	113
Tabla 33: Peso promedio y calibre del Jengibre o Kion según peso .....	113
Tabla 34: Rendimiento de los componentes de la Naranja .....	114
Tabla 35: Rendimiento de los componentes del Limón .....	115
Tabla 36: Datos de lectura de pH de la materia prima .....	117
Tabla 37: Valores de pH de la mejor formulación sin ultrasonido.....	117
Tabla 38: Valores de pH de la mejor formulación con ultrasonido.....	117
Tabla 39: Datos de peso de materia para humedad y solidos totales .....	119
Tabla 40: Datos de peso de materia para cenizas de la materia prima .....	121
Tabla 41: Constantes de los ácidos para el cálculo de la acidez titulable. ....	122
Tabla 42: Registro de datos de gasto para la acidez titulable de la materia prima.....	123
Tabla 43: Valores de % acidez de la mejor formulación sin ultrasonido .....	123
Tabla 44: Valores de % acidez de la mejor formulación con ultrasonido.....	123
Tabla 45: Datos de lectura de grados brix de la materia prima .....	125
Tabla 46: Valores de grados brix de la mejor formulación sin ultrasonido .....	125
Tabla 47: Valores de grados brix de la mejor formulación con ultrasonido .....	125
Tabla 48: Preparación de curva estándar de DNS con glucosa .....	126
Tabla 49: Matriz de volumen necesario para las formulaciones de una sola muestra..	127
Tabla 50: Volumen de producción necesario para 30 muestras del diseño experimental .....	127
Tabla 51: Lecturas de la curva estándar de vitamina C.....	136
Tabla 52: Construcción de la curva estándar lectura restado el blanco.....	136
Tabla 53: Correlación lineal de la curva estándar .....	141
Tabla 54: Ecuación del estándar de Polifenoles totales.....	142
Tabla 55: Lecturas de la curva estándar de polifenoles.....	142
Tabla 56: Valores de concentración y absorbancia de polifenoles totales .....	142

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Punto óptimo para la innovación exitosa de bebidas.</i> .....	17
Figura 2: <i>Diagrama de clasificación general de las bebidas</i> .....	18
Figura 3: <i>Interior de la Naranja</i> .....	19
Figura 4: <i>Estados de maduración de la Naranja</i> .....	19
Figura 5: <i>Producción de Naranja en el Perú año 2020</i> .....	20
Figura 6: <i>Producción de Naranja en el Perú año 2020</i> .....	24
Figura 7: <i>Limón variedad Citrus aurantifolia</i> .....	24
Figura 8: <i>Limón variedad Citrus Limón.</i> .....	25
Figura 9: <i>Planta de Jengibre</i> .....	27
Figura 10: <i>Foto de Jengibre fresco y seco</i> .....	28
Figura 11: <i>Estructuras químicas de los compuestos bioactivos del Jengibre.</i> .....	28
Figura 12: <i>Abejas en panal</i> .....	31
Figura 13: <i>Apicultores</i> .....	32
Figura 14: <i>Extracción de Miel</i> .....	32
Figura 15: <i>Clasificación de los polifenoles</i> .....	34
Figura 16: <i>Método Folin-Ciocalteu</i> .....	35
Figura 17: <i>Estructura química del ácido l-ascórbico (AA) y formas isométricas</i> .....	36
Figura 18: <i>Acido dehidroascórbico (DHAA)</i> .....	36
Figura 19: <i>Métodos para determinar la vitamina C</i> .....	37
Figura 20: <i>Matriz de despliegue de la calidad</i> .....	40
Figura 21: <i>Matriz Requerimientos del cliente y de diseño.</i> .....	45
Figura 22: <i>Matriz de priorización de requerimientos de diseño</i> .....	45
Figura 23: <i>Diseño Simplex con centroide</i> .....	47
Figura 24: <i>Flujograma de procesos para la elaboración de la bebida funcional de Naranja, Limón, Jengibre y Miel.</i> .....	50
Figura 25: <i>Procedimiento para preparación de muestra para determinación de vitamina C</i> .....	61
Figura 26: <i>Procedimiento para preparación de muestra para determinación de polifenoles totales</i> .....	63
Figura 27: <i>Criterios microbiológicos para bebidas</i> .....	65
Figura 28: <i>Color RGB de la Miel</i> .....	70
Figura 29: <i>Contenido de vitamina C de las materias primas</i> .....	72

Figura 30: <i>Contenido de polifenoles totales de las materias primas</i> .....	72
Figura 31: <i>Diagrama boxplots de las mezclas de un solo componente</i> .....	74
Figura 32: <i>Diagrama boxplots de las muestras de dos componentes</i> .....	74
Figura 33: <i>Diagrama boxplots de las muestras de tres componentes</i> . ....	75
Figura 34: <i>Diagrama boxplots de las formulaciones respecto a la vitamina C</i> .....	76
Figura 35: <i>Diagrama boxplots de las formulaciones respecto a los polifenoles totales</i>	77
Figura 36: <i>Relación entre valores observados y valores predichos para la vitamina C</i>	78
Figura 37: <i>Superficie respuesta para la vitamina C</i> .....	79
Figura 38: <i>Grafica de superficie de contorno para la vitamina C de la bebida funcional</i> .....	80
Figura 39: <i>Gráfico de trazas para la vitamina C</i> .....	80
Figura 40: <i>Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en la vitamina C</i> .....	81
Figura 41: <i>Relación entre valores observados y valores predichos para los polifenoles totales</i> .....	82
Figura 42: <i>Superficie respuesta para los polifenoles totales de la bebida funcional</i> ....	83
Figura 43: <i>Grafica de superficie de contorno para los polifenoles totales de la bebida funcional</i> .....	84
Figura 44: <i>Gráfico de trazas para los polifenoles totales de la bebida funcional</i> .....	84
Figura 45: <i>Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en los polifenoles totales</i> . ....	85
Figura 46: <i>Relación entre valores observados y valores predichos para la aceptabilidad</i> . ....	86
Figura 47: <i>Superficie respuesta para la aceptabilidad de las bebidas funcionales</i> . ....	87
Figura 48: <i>Grafica de superficie de contorno para los polifenoles totales de la bebida funcional</i> .....	88
Figura 49: <i>Gráfico de trazas para la aceptabilidades de la bebida funcional</i> .....	88
Figura 50: <i>Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en la aceptabilidad general</i> . ....	89
Figura 51: <i>Gráfico de superposición de variables respuestas</i> .....	92
Figura 52: <i>Variación del pH en refrigeración</i> .....	93
Figura 53: <i>Variación del %Acidez en refrigeración</i> .....	94
Figura 54: <i>Variación de los grados brix en refrigeración</i> .....	95
Figura 55: <i>Road Map de la investigación</i> .....	105



Figura 56: Vernier marca Uyustools profesional.....	106
Figura 57: Medición del diámetro de la Naranja.....	106
Figura 58: Medición del diámetro del Limón.....	106
Figura 59: Grafica de probabilidad para diámetro de las muestras de Naranja.....	107
Figura 60: Grafica de probabilidad para diámetro de las muestras de Limón.....	108
Figura 61: Medición del peso de la Naranja.....	109
Figura 62: Medición del peso del Limón.....	109
Figura 63: Medición del peso del Jengibre o kion.....	110
Figura 64: Grafica de probabilidad para el peso de las muestras de Naranja.....	111
Figura 65: Grafica de probabilidad para el peso de las muestras de Limón.....	112
Figura 66: Grafica de probabilidad para el peso de las muestras del Jengibre o Kion .....	112
Figura 67: Zumo de Naranja obtenido de 10 unidades.....	114
Figura 68: Zumo de Limón obtenido de 10 unidades.....	114
Figura 69: Peso en gramos de la merma de 10 Naranjas exprimidas.....	115
Figura 70: Peso en gramos de la merma de 10 Limónes exprimidos.....	115
Figura 71: Lectura del pH de la materia prima.....	116
Figura 72: Procedimiento para determinar humedad en materia prima.....	118
Figura 73: Preparación de la muestra y peso de los crisoles.....	120
Figura 74: Determinación de cenizas.....	120
Figura 75: Acidez titulable de los zumos.....	122
Figura 76: Medición de los grados brix.....	124
Figura 77: Pesado de la materia prima.....	128
Figura 78: Lavado y desinfección de la materia prima.....	129
Figura 79: Corte de materia prima y extracción del zumo.....	129
Figura 80: Esterilización de los frascos.....	130
Figura 81: Formulación de las mezclas del diseño experimental.....	130
Figura 82: Frascos esterilizados.....	130
Figura 83: Dosificación de las bebidas formulaciones.....	131
Figura 84: Preparación de las muestras para lectura de vitamina C.....	132
Figura 85: adición de ácido oxálico y centrifuga.....	133
Figura 86: Preparación de curva estándar vitamina c.....	133
Figura 87: Preparación de las muestras en eppendorf.....	134
Figura 88: lectura de vitamina c.....	135

Figura 89: <i>Ecuación del estándar de vitamina C</i> .....	136
Figura 90: <i>Preparación de reactivos de extracción</i> .....	137
Figura 91: <i>Extracción de los polifenoles</i> .....	138
Figura 92: <i>Adición de la alícuota en los eppendorf</i> .....	139
Figura 93: <i>Adición del colorante Folin Ciocalteu</i> .....	140
Figura 94: <i>Lectura en el multiparámetro</i> .....	141
Figura 95: <i>Curva estándar de polifenoles del software del equipo</i> .....	141
Figura 96: <i>Locaciones de las pruebas sensoriales</i> .....	143
Figura 97: <i>Ordenamiento de las muestras para evaluación sensorial</i> .....	143
Figura 98: <i>Panelistas encargados de la evaluación sensorial</i> .....	144

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Procedimiento para formulaciones de las bebidas funcionales. ....	105
ANEXO 2: Procedimientos para la caracterización de las materias primas.....	106
ANEXO 3: Cálculo de materia prima.....	127
ANEXO 4: Determinación de vitamina c metodología DFIF .....	132
ANEXO 5: Determinación de polifenoles totales metodología Folin-ciocalteu .....	137
ANEXO 6: Evaluación sensorial.....	143
ANEXO 7: Desarrollo de la matriz QFD .....	147
ANEXO 8: Análisis estadístico de las respuestas .....	150
ANEXO 9: Encuesta virtual .....	152
ANEXO 10: Análisis microbiológicos para vida útil.....	155
ANEXO 11: Etiqueta del producto.....	157

## RESUMEN

Esta investigación se enfoca en la formulación de una bebida funcional utilizando Naranja (*Citrus Sinensis*), Limón (*Citrus Limón*), Jengibre (*Zingiber officinale*) y Miel. El objetivo principal es determinar, mediante modelos de regresión, la proporción óptima de ingredientes para obtener una bebida con las mayor rendimiento de vitamina C, polifenoles totales y aceptabilidad general. Se empleó el diseño Simplex-Centroide con la metodología de superficie respuesta y función deseabilidad, así como la metodología de Despliegue de la Función de Calidad para evaluar la importancia de las respuestas.

En una primera fase, se caracterizaron las materias primas en términos fisicoquímicos. Para la Naranja, se obtuvieron valores de humedad (89.32%), cenizas (0.59%), pH (3.76), acidez (0.91%), sólidos solubles (11.17 °Brix), vitamina C (40.79 mg/100ml) y polifenoles totales (14.82 mg EAG/100g). En el caso del Limón, se registraron valores de humedad (92.34%), cenizas (0.74%), pH (2.37), acidez (7.0%), sólidos solubles (8.17 °Brix), vitamina C (24.45 mg/100ml) y polifenoles totales (6.02 mg EAG/100g). Para el Jengibre, se presentaron valores de humedad (71.23%), cenizas (1.61%), pH (6.7), acidez (0.19%), sólidos solubles (1.47 °Brix), vitamina C (1.78 mg/100ml) y polifenoles totales (47.05 mg EAG/100g). Finalmente, en la Miel, se encontraron valores de humedad (16.07%), cenizas (0.2%), pH (2.71), acidez (34.67 mEq ácido/kg), sólidos solubles (82.27 °Brix), vitamina C (5.51 mg/100ml) y polifenoles totales (5.53 mg EAG/100g).

Luego se elaboraron 16 formulaciones como indica el diseño de mezclas simplex-centroide, de las cuales se obtuvo resultados en los siguientes rangos; la vitamina C vario entre 1.79 y 35.46 mg/100ml de vitamina C, los polifenoles totales variaron entre 4.83 y 15.65 mg EAG/100g y la aceptabilidad varió entre 1.34 y 7.85 de puntaje. Estos resultados permitieron realizar analisis de regresión de las variables respuestas con respecto a la proporción de la muestra.

Los modelos de regresión revelaron que el contenido de vitamina C se ajusta mejor a un modelo lineal con un  $R^2$  de 0.9742, donde el zumo de Naranja y el zumo de Limón influyen significativamente ( $p > 0.5$ ). En cuanto a los polifenoles totales, el modelo cuadrático con un  $R^2$  de 0.9976 demostró que la combinación de zumo de Limón y Jengibre, y la combinación de zumo de Naranja y Limón influyen significativamente ( $p > 0.5$ ). Además, el modelo cúbico especial con un  $R^2$  de 0.9831 indicó que el zumo de Naranja, el zumo de Limón y la mezcla de zumo de Naranja y concentrado de Jengibre

influyen significativamente ( $p > 0.5$ ) en la aceptabilidad sensorial, mientras que el concentrado de Jengibre no tiene una influencia significativa ( $p > 0.5$ ). La formulación óptima de la bebida debe contener 80.7 ml (67.25%) de zumo de Naranja, 5.66 ml (4.72%) de zumo de Limón, 3.64 ml (3.03%) de concentrado de Jengibre, 10 ml (8.33%) de Miel y 20 ml (16.67%) de agua. Esta composición presenta un pH de 2.3, una acidez del 1.08%, sólidos solubles de 15.8 °Brix y mantiene su estabilidad microbiológica durante 7 días. La inclusión de Simplex-Centroide en el diseño experimental permitió una comprensión profunda de la interacción entre los ingredientes y sus efectos en las propiedades de la bebida funcional. Estos resultados ofrecen valiosa información para la industria de alimentos y bebidas en la creación de productos nutritivos y sensorialmente atractivos.

**Palabras clave:** *Bebida funcional, Naranja, Jengibre, Limón, Miel, Simplex-Centroide, Simplex-Centroid*

## ABSTRACT

This research focuses on formulating a functional beverage using orange (*Citrus Sinensis*), lemon (*Citrus Limón*), ginger (*Zingiber officinale*), and honey. The main objective is to determine, through regression models, the optimal ingredient proportions to achieve a drink with the best characteristics in terms of vitamin C, total polyphenols, and overall acceptability. The Simplex-Centroid design with response surface methodology and desirability function was employed, along with the Quality Deployment methodology to assess the importance of responses.

In the initial phase, the raw materials were characterized in physicochemical terms. For oranges, values of moisture (89.32%), ash (0.59%), pH (3.76), acidity (0.91%), soluble solids (11.17 °Brix), vitamin C (40.79 mg/100ml), and total polyphenols (14.82 mg GAE/100g) were obtained. In the case of lemons, recorded values were moisture (92.34%), ash (0.74%), pH (2.37), acidity (7.0%), soluble solids (8.17 °Brix), vitamin C (24.45 mg/100ml), and total polyphenols (6.02 mg GAE/100g). For ginger, values included moisture (71.23%), ash (1.61%), pH (6.7), acidity (0.19%), soluble solids (1.47 °Brix), vitamin C (1.78 mg/100ml), and total polyphenols (47.05 mg GAE/100g). Lastly, honey presented values of moisture (16.07%), ash (0.2%), pH (2.71), acidity (34.67 mEq acid/kg), soluble solids (82.27 °Brix), vitamin C (5.51 mg/100ml), and total polyphenols (5.53 mg GAE/100g).

Then, 16 formulations were prepared as indicated by the design of simplex-centroid mixtures, from which results were obtained in the following ranges; Vitamin C varied between 1.79 and 35.46 mg/100ml of vitamin C, total polyphenols varied between 4.83 and 15.65 mg EAG/100g and acceptability score varied between 1.34 and 7.85. These results allowed regression analysis of the response variables with respect to the proportion of the sample.

Regression models revealed that the vitamin C content best fits a linear model with an R<sup>2</sup> of 0.9742, where orange juice and lemon juice significantly influence ( $p > 0.5$ ). Regarding total polyphenols, the quadratic model with an R<sup>2</sup> of 0.9976 demonstrated that the combination of lemon juice and ginger and the combination of orange juice and lemon significantly influence ( $p > 0.5$ ). Lastly, the special cubic model with an R<sup>2</sup> of 0.9831 indicated that orange juice, lemon juice, and the combination of orange juice and ginger concentrate significantly influence ( $p > 0.5$ ) sensory acceptability, while ginger

concentrate does not have a significant influence ( $p > 0.5$ ). The optimal formulation of the beverage should contain 80.7 ml (67.25%) of orange juice, 5.66 ml (4.72%) of lemon juice, 3.64 ml (3.03%) of ginger concentrate, 10 ml (8.33%) of honey, and 20 ml (16.67%) of water. This composition presents a pH of 2.3, an acidity of 1.08%, soluble solids of 15.8 °Brix, and maintains microbiological stability for 7 days. The inclusion of Simplex-Centroid in the experimental design allowed for a profound understanding of the interaction between ingredients and their effects on the properties of the functional beverage. These results provide valuable insights for the food and beverage industry in creating nutritious and sensorially appealing products.

**Keywords:** *Functional beverage, Orange (Citrus Sinensis), Ginger (Zingiber officinale), Lemon (Citrus Limón), Honey, Simplex-Centroid*

## I. INTRODUCCIÓN

Desde principios de este siglo nuestra sociedad ha experimentado un aumento continuo en la esperanza de vida y no solo desde el punto de vista de la edad sino también en la calidad de vida. Encontramos más consumidores preocupados por su salud, su estilo de vida y el cuidado de su dieta. Se encuentra así un segmento importante en los alimentos relacionados con la salud para el mercado agroalimentario. Donde tenemos a los alimentos orgánicos y funcionales (Hosni et al., 2018). Existe una macro tendencia por las bebidas con características nutricionales así mismo un consumidor preocupado por mejorar su calidad de vida. Lo que ha generado en las empresas una oportunidad que buscan aprovechar con el desarrollo de nuevos productos. (Tireki, 2021) (Euromonitor International, 2018). Dentro los productos con gran crecimiento tenemos a las bebidas y donde destacan las bebidas funcionales (Nazir et al., 2019). En este trabajo se busca investigar distintas formulaciones, que permita tener una bebida funcional con características nutricionales que el cliente busca y que tenga la mejor aceptación en este consumidor potencial.

El valor nutricional está ligado a características del producto en este caso lo relacionaremos a características físico químicas como la actividad antioxidante y el contenido de vitaminas. Se escogió para esta investigación formular una bebida cítrica de Naranja usando como edulcorante la Miel y preservante al Jengibre y el Limón. El zumo de Naranja es actualmente muy consumido por su valor nutricional, pero tiene muchas limitaciones tecnológicas para su venta masiva conservando sus características funcionales. Se propone el uso de componentes naturales como el Jengibre, el Limón y la Miel para mejorar su contenido nutricional manteniendo una buena aceptación en los consumidores.

Los alimentos funcionales surgen como una alternativa interesante para la prevención de enfermedades, Hosni et al., (2017) consideró que el aumento de la demanda de estos alimentos puede explicarse por el aumento del costo de asistencia sanitaria, el aumento constante de la esperanza de vida y el deseo de mejorar su calidad. En estos últimos años pasamos por una pandemia provocada por la Covid-19, donde se evidencio las deficiencias en el ámbito de la salud. Destacando la falta de asistencia sanitaria como uno de los principales problemas.



En un estudio realizado a pobladores de la ciudad de Cusco muestran que durante la pandemia esta población utilizó especies como el eucalipto, Jengibre, ajos. Y entre los alimentos funcionales que la población más consumió se encuentran el Limón (79,1%), el Kion o Jengibre (65,3%), la Naranja (62,2%), la Miel (63,5%) entre otras especies. (Villena-Tejada et al., 2021)

En síntesis, en el mercado mundial, nacional y local existe un consumidor que requiere cada vez más alimentos funcionales. Esto ha generado una oportunidad y un nicho de mercado para las empresas de bebidas, que utilizan la investigación para innovar y desarrollar productos alineados a esta tendencia.

Para este proyecto se propuso desarrollar una bebida funcional donde se determine la mejor formulación de ingredientes mediante un diseño de experimentos (DoE) que nos brinda una matriz donde se combinan el zumo de Naranja, el zumo de Limón, el concentrado de Jengibre, y se mantiene en todas las formulaciones una cantidad constante de Miel, en esta se busca la formulación con la mejor aceptabilidad y que a su vez contenga compuestos bioactivos como la vitamina C y polifenoles que son destacados por sus propiedades nutricionales.

El diseño usado fue el diseño Simplex-Centroide con la metodología superficie respuesta y función deseabilidad para determinar el porcentaje de cada componente que tenga el mayor rendimiento sensorial y funcional. La variable independiente es la proporción de zumo de Naranja, zumo de Limón y concentrado de Jengibre, las variables dependientes son el contenido de polifenoles totales, vitamina c, y la aceptabilidad general.

El objetivo general presentado en este estudio fue determinar mediante los modelos de regresión, la proporción de ingredientes para obtener la bebida funcional de Naranja (*Citrus Sinensis*), Limón (*Citrus Limón*) Jengibre (*Zingiber officinale*) y Miel, con mayor rendimiento en las características de vitamina C, polifenoles totales y de aceptabilidad general. Para llegar a este objetivo tenemos como objetivos específicos, caracterizar la materia prima Naranja, Limón, Jengibre y Miel en términos fisicoquímico, determinar la interacción de ingredientes que son de mayor influencia en las variables respuesta que son el contenido de polifenoles, vitamina c y aceptabilidad general. La formulación que tiene los mejores valores de respuesta de nuestra investigación, fue evaluada con criterios microbiológicos y fisicoquímicos para determinar su vida útil.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 Formulación de bebidas**

Dentro de la industria de alimentos existen muchos productos que son elaborados con la mezcla de dos o más ingredientes, donde la característica del producto final depende formulación, es decir la cantidad de ingredientes utilizados en la elaboración del producto. Este término de formulación lo encontramos en productos como salsas, jugos, néctares, galletas, yogures, helados, entre otros. En todos ellos se busca encontrar la mejor combinación de aromas, sabores, componentes nutricionales que determinaran el consumo y aprobación del que adquiriera estos productos.(Gómez et al., 2015)

Los alimentos y bebidas, formulados a partir de ingredientes naturales con funciones fisiológicas específicas, se encuentran en el centro de la investigación y el desarrollo en la industria alimentaria. Sin embargo, el desarrollo de nuevos productos alimenticios funcionales requiere amplias actividades de investigación y desarrollo, es decir, ensayos de eficacia clínica, que las empresas de fabricación de alimentos no pueden permitirse realizar debido a su limitado presupuesto de I+D y conocimientos técnicos limitados en este aspecto particular. Además, la aceptación por parte del consumidor de estos productos alimenticios es otra área de preocupación para el desarrollo de bebidas funcionales. Por ejemplo, entre las bebidas, edulcorantes, que podrían abordar eficazmente las preocupaciones sobre el consumo de azúcar en pacientes con diabetes y proporcionar una opción saludable para los consumidores. Sin embargo, la aceptación del consumidor de estas bebidas desde el punto de vista sensorial sigue siendo un desafío. (Nazir et al., 2019)

La adición de ingredientes positivos y la reducción o eliminación de los negativos, no son tareas fáciles. La reducción o eliminación de ingredientes negativos como el azúcar puede provocar la pérdida de la sensación en la boca, lo cual es un desafío en términos de aceptación sensorial por parte del consumidor. Aunque el mercado de bebidas no alcohólicas envasadas es enorme y se espera que crezca más, los estudios sobre la formulación y el desarrollo de bebidas funcionales, son limitados. Se anticipa que el desarrollo de bebidas técnicas con ingredientes funcionales aumentará la consideración y el interés tanto de la

industria como de la academia debido a los altos volúmenes de consumo y demanda. (Tireki, 2021)

## 2.2 Diseño de mezclas en formulación de bebidas

El Diseño de Experimento (DOE), especialmente los Diseños de Mezcla (DM) pueden ayudar en el logro de la excelencia en nuevos productos, ayudando en la formulación de productos. En los DM se mezclan dos o más componentes en diferentes proporciones, registrando las características de los productos resultantes. Sólo dependen de las proporciones de los ingredientes presentes en las mezclas. La aplicación de estos modelos apunta a alta calidad, bajo costo y permite optimizar respuestas únicas o múltiples simultáneamente, aplicando funciones de deseabilidad para resolver tareas con restricciones. Diseño de mezcla que nos permite evaluar, modelar y optimizar. (Becerra & Goos, 2021)

- **Evaluación:** Determinar los ingredientes o interacción de ingredientes que son de mayor influencia en las variables respuesta.
- **Modelización:** Modelar las variables respuestas en función de las concentraciones de ingredientes,
- **Optimización:** Establecer mediante los modelos cual debe ser la proporción de ingredientes para obtener un producto con las mejores características.

Luego el experimentador determina la naturaleza del modelo que se ajustará a los datos experimentales. Si se utiliza un modelo polinomial, se debe especificar su grado, y si se va a utilizar un modelo más fundamental, se debe especificar más. Una vez realizadas estas tareas, el experimentador puede emprender el proceso de diseño experimental para determinar los niveles de los factores independientes en los que se debe realizar el experimento. Una técnica matemática y estadística integrada para el diseño experimental, la construcción de modelos y la determinación de los efectos de factores independientes es la metodología de la superficie de respuesta. En muchos escenarios, la evaluación de las proporciones se torna crucial para lograr el resultado deseado. El diseño de mezclas, una variante particular de la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM), se presenta como un enfoque altamente efectivo para definir las proporciones de las variables (ingredientes) en una mezcla (Buruk et al., 2018)

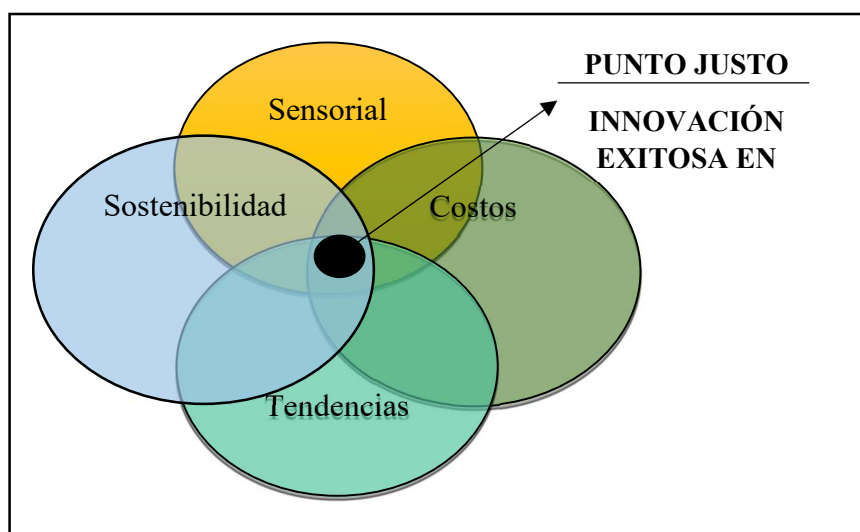
## 2.3 Bebidas funcionales

No existe una definición oficial de alimentos funcionales (AF) comúnmente acordada por todos los países, Sin embargo, en la literatura se ha informado un consenso sobre cuatro aspectos principales para definir los alimentos funcionales, que son los beneficios para la salud, la naturaleza del alimento, el nivel de función y el patrón de consumo. (Tireki, 2021)

Las bebidas funcionales generalmente se formulan mediante la adición de ingredientes bioactivos y/o la eliminación o reducción de ingredientes indeseables, como azúcar, grasas, etc. También se pueden agregar otros componentes funcionales para impartir la textura deseada y las propiedades de estabilidad al producto final. (Nazir et al., 2019)

El interés emergente entre los consumidores por un estilo de vida saludable está dando como resultado una mayor demanda de bebidas que promuevan la salud. Los estudios han informado varios factores que influyen en la utilización y las propensiones de compra de los clientes hacia los alimentos saludables que promueven la salud, que incluyen el grado de salubridad de su régimen dietético, la presencia de necesidades extraordinarias relacionadas con problemas de salud y la información presentada en la etiqueta sobre los beneficios nutricionales. del producto. Las tendencias son uno de los principales pilares para lograr el éxito en el punto óptimo de la innovación en bebidas (Figura 1).

**Figura 1:** *Punto óptimo para la innovación exitosa de bebidas.*



Fuente: Tireki, 2021

Además de este pilar deben ser rastreados cuidadosamente otros pilares como el gusto o sensorial, costo y sostenibilidad, ya que todos afectan significativamente la decisión de compra de los consumidores y, por lo tanto, todos deben optimizarse con aspectos de conveniencia, inocuidad de los alimentos y aspectos de la seguridad alimentaria.(Tireki, 2021)

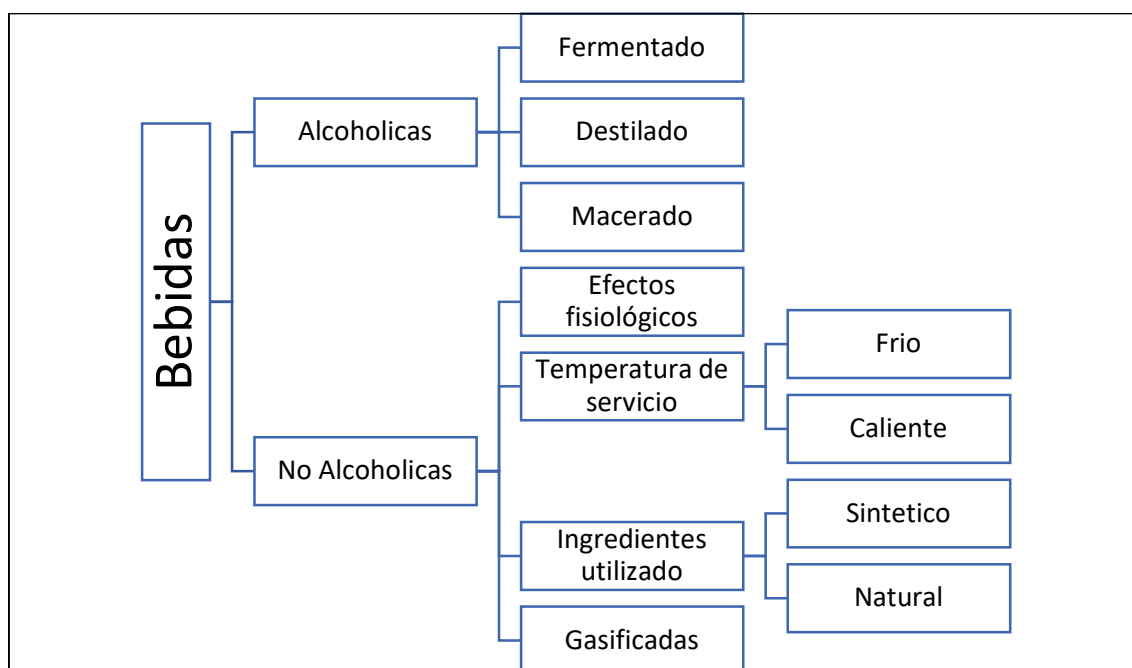
Existen muchas clasificaciones con respecto a las bebidas la figura 2 muestra un esquema que muestra la clasificación general de bebidas. Dentro de esta clasificación, las bebidas sin alcohol, dependiendo del tipo de bebida considerada, pueden ser tanto naturales como sintéticas, carbonatadas o no, pueden tener efectos fisiológicos o no y pueden servirse calientes o frías

Nazir et al., (2019) mencionan bebidas a base de lácteos, a base de vegetales y frutas, bebidas deportivas, bebidas energéticas, té y a base de té y proteínas de suero soja como algunas de las categorías comunes.

Bordbia (2020) clasifica las bebidas saludables funcionales en temas de nutrición, protección, salud intestinal, inmunización, antioxidantes y adaptógenos y las bebidas funcionales de bienestar en temas de sueño, estrés y belleza.

**Figura 2:**

*Diagrama de clasificación general de las bebidas*



Fuente: Vinci & Maddaloni, 2020

## 2.4 Materia prima utilizada para la bebida

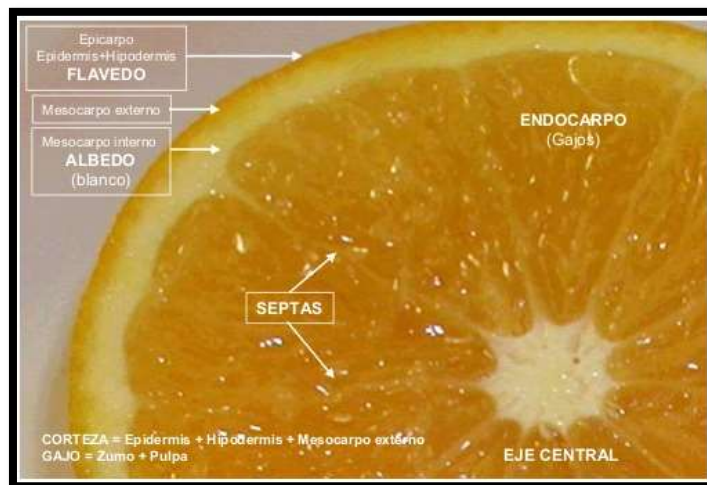
### 2.4.1 Naranja

#### Generalidades

Su nombre científico es “*Citrus sinensis*” es de forma globosa que contiene varios carpelos llamados gajos, donde está contenida la pulpa jugosa como se muestra en la figura 3.

**Figura 3:**

*Interior de la Naranja*

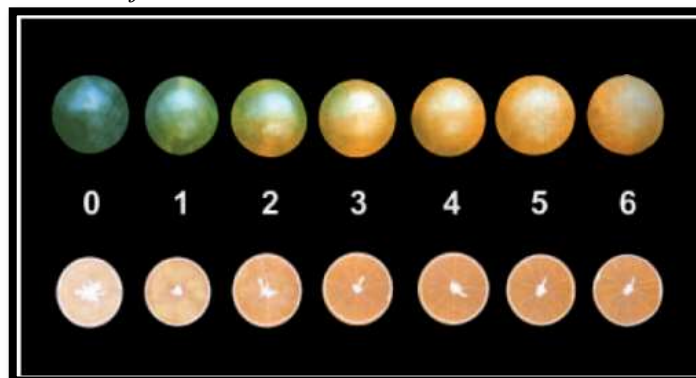


**Fuente:** FOMESA, 2021

Están cubiertas por un exocarpo de interior color blanco y exterior generalmente según el grado de maduración, que va de verde, amarillo y Naranja como se muestra en la figura 04. Estas características varían según la variedad del fruto. Se clasifican en cuatro grandes grupos que son blancas, navel, sucreñas y sanguíneas. (Córdova, 2018)

**Figura 4:**

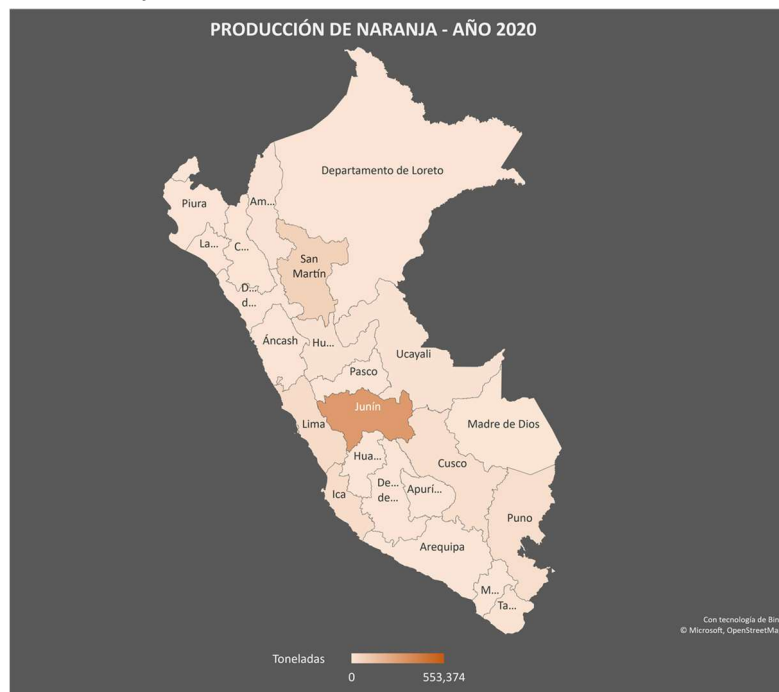
*Estados de maduración de la Naranja*



**Fuente:** Durán & Villa, 2013

Según el informe de León (2021) en el Perú las variedades que más se cultivan son las Naranjas Valencia, Washington Navel también conocida como huando, Navel Late, New Hall y Lane Late, Naranja tangelo.

**Figura 5:** Producción de Naranja en el Perú año 2020



**Fuente:** Adaptado del Boletín El Agro en Cifras 2021 de MIDAGRI, 2021

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego reporta que “En el año 2020, las frutas más representativas por sus mayores volúmenes de producción fueron: plátano (2,305.3 miles de t.), uva (735.6 miles de t.), palta (660.8 miles de t.), piña (592.7 miles de t.) y Naranja (553.4 miles de t.)”. Del total de Naranjas producidas en el Perú, Ancash se reporta 2,207 toneladas de Naranja de 553.374 toneladas mostrada en la figura 5. La región que tiene el mayor volumen de producción es Junín con 298.667 toneladas que representa el 54.97% de la producción nacional. (MIDAGRI, 2021)



## Composición química, nutricional y funcional

Utilizando las tablas peruanas de composición de alimentos del INS realizamos la comparación de algunas variedades de Naranja (ver tabla 5). Las Naranjas destacan por su contenido de vitamina C: ácido L-ascórbico (AA) y ácido L-dehidroascórbico (DHAA). Como se observa en la composición nutricional del zumo de Naranja de la Tabla 5, el zumo de Naranja presenta entre 72.94 mg de vitamina C (VC) por cada 100 mg de zumo.

**Tabla 1:**

*Composición de las distintas variedades de Naranja en 100 gramos*

Componente	Variedad		
	Naranja Huando	Naranja	Naranja tangelo
Agua(g)	87,3	88,5	91,0
Proteína(g)	1,2	0,6	1,0
Grasa total(g)	0,2	0,2	0,2
Carbohidrato total(g)	10,9	10,1	7,4
Carbohidrato disponible(g)	8,5	7,8	5,2
Fibra dietética(g)	2,5	2,4	2,2
Cenizas(g)	0,4	0,6	0,4
Calcio (g)	30	23	-
Fósforo(mg)	17	51	-
Zinc(mg)	0,07	0,07	-
Hierro(mg)	0,1	0,2	0,63
vitamina C (mg)	43,9	92,3	11,74
vitamina A (ug)	11	11	6
Niacina (mg)	0,29	0,36	-

**Fuente:** Adaptado de tablas peruanas (INS,2017).

Los cítricos son una fuente importante de compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, los carotenoides, los flavonoides, los glucósidos de flavanona y los compuestos fenólicos: todos potencialmente beneficiosos para la salud. (Sicari et al., 2017) Entre estos compuestos tenemos la vitamina C, el cual se debe asegurar un buen aporte a través de una dieta balanceada ya que es fundamental para mantener la salud celular, fortalecer el sistema inmunológico y promover diversas funciones fisiológicas esenciales en el organismo.

**Tabla 2:**  
*Composición funcional de la Naranja.*

<b>Autor, año</b>	<b>Producto</b>	<b>Proceso</b>	<b>vitamina C (mg/100g)</b>	<b>Fenoles totales (mg GAE/100g)</b>
Lacuesta (2021)	Zumo de Naranja Coproducto (pulpa y cascara)	Digestión in vitro	31,9 No detectado	22 31,5
Moreiras et al. (2013)	Porción comestible	Fruto fresco	50	No analizado
INS (2017)	Zumo de Naranja	Ninguno	72.94	No analizado

El jugo de Naranja destaca por su riqueza nutricional, siendo una fuente concentrada de vitamina C, clave para el mantenimiento del tejido conectivo, la absorción de hierro y la respuesta inmunológica. Un vaso de jugo de Naranja puede proporcionar más del 100% de la ingesta diaria recomendada de vitamina C. (FAO,2023) Además, este líquido contiene potasio, un electrolito esencial para la regulación de la presión arterial y la función muscular, lo que lo convierte en una opción refrescante y natural para reponer electrolitos después de la actividad física.

Además de los nutrientes mencionados, el jugo de Naranja también aporta folato, una vitamina del complejo B que desempeña un papel fundamental en la síntesis de ADN y en la prevención de defectos del tubo neural durante el embarazo. Los fitoquímicos presentes en el jugo, especialmente los flavonoides, han sido objeto de estudios que sugieren beneficios para la salud cardiovascular al mejorar la función endotelial y reducir la inflamación. (Sicari et al., 2017) Sin embargo, es importante destacar que, aunque el jugo de Naranja ofrece una variedad de nutrientes beneficiosos, se debe consumir con moderación debido a su contenido de azúcares naturales, ya que un consumo excesivo puede contribuir a un aumento en la ingesta calórica y afectar la salud dental. En general, incluir el jugo de Naranja como parte de una dieta equilibrada proporciona una fuente deliciosa y nutritiva de vitaminas y minerales esenciales.

## 2.4.2 Limón

### Generalidades

Es un fruto de la familia rutáceas, Los frutos de la familia rutáceas son variados y con características únicas según su género. “Esta familia que agrupa alrededor de 160 géneros y 1,600 especies posee seis tipos distintos de cítricos: citrus, fortunella, poncirus, micro citrus, eremocitrus, y climatiza. Todos estos géneros tienen frutos de jugosa pulpa, con cuantiosas vesículas que completan el espacio en las partes del fruto que no contienen semillas” Una de las categorías más importantes en términos comerciales son los frutos del género citrus en los que se encuentra el Limón. (Cárdenas et al., 2013).

El fruto de Limón es conocido a nivel mundial en sus distintas variedades desde el punto de vista comercial las variedades más comercializadas son las siguientes cuatro familias:

“Existen cuatro principales familias clasificadas de la siguiente manera:

- a) *Citrus Limón*: identificada por sus variedades Tahití, Persa o Bears, de forma ovalada, redondeada en la base, de poca acidez, empleados generalmente para preparación de bebidas.
- b) *Citrus lime Latifolia*: identificada por sus variedades Tahití, persa o Bears, de forma ovalada, redondeada en la base, de poca acidez, empleados generalmente para preparación de bebidas.
- c) *Citrus lime Aurantifolia*: conocida como Sutil, mexicano o Key lime, de aspecto redondo con nivel muy alto de acidez, no es consumido generalmente como fruta fresca, sino como complemento de bebidas y comidas.
- d) *Citrus lime Limetta*: identificada por sus variedades Tahití, Persa o Bears, de forma ovalada, redondeada en la base, de poca acidez, empleados generalmente para preparación de bebidas.”(Cárdenas et al., 2013,p.2)

En el Perú la variedad que más se cultiva es la conocida como Sutil, su color característico es el verde (figura 7) y es la más acida de la variedad de frutos, y a su vez la más utilizada en la gastronomía nacional.

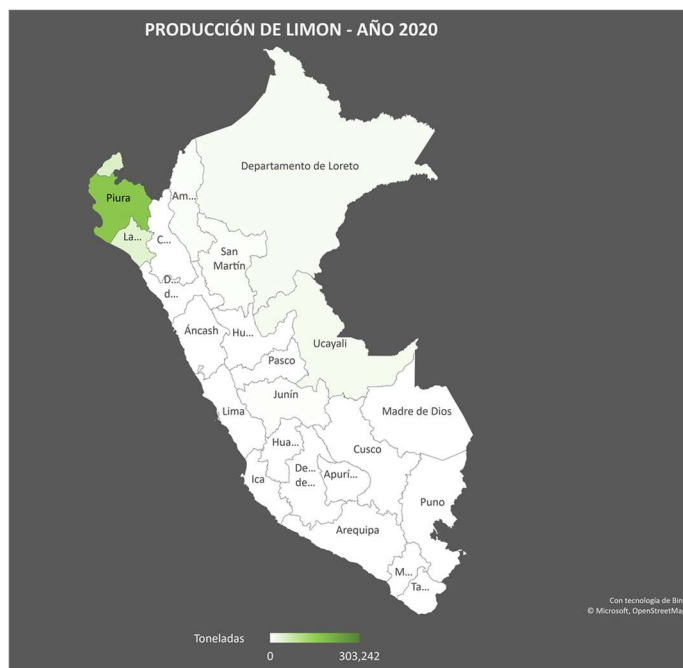
El cultivo de Limón es considerado permanente debido a que todo el año se siembra y cosecha. La cosecha se da cuatro años después de sembrado y la vida

económica del cultivo es de quince años lo que lo hace un cultivo importante para la economía en el Perú. (MIDAGRI, 2017).

. En el 2020 la producción de Limón fue de 203 mil toneladas y la principal región exportadora fue Piura con un 55.68% de la producción total.(MIDAGRI, 2021)

**Figura 6:**

*Producción de Limón en el Perú año 2020*



**Fuente:** Adaptado del Boletín El agro en Cifras 2021 de MIDAGRI, 2021

**Figura 7:**

*Limón variedad Citrus aurantifolia*



**Fuente:** MIDAGRI, 2017

En el Perú se cultivan desde años atrás las variedades de Limón, Sutil (*Citrus lime Aurantifolia*) y Tahíti (*Citrus lime Latifolia*) como se muestran en las figuras 7 y 8 respectivamente, estas son escasas las empresas que se han

aventurado a la producción de Limónes amarillos. El Limón (*Citrus Limón*) es un producto de demanda inelástica a nivel mundial, que no tiene sustituto en el mercado, y por la tendencia de consumo en fresco debe de importarse de mercados del hemisferio sur entre los meses de verano al hemisferio norte (mediados de junio hasta finales de setiembre). (Ávila et al., 2018)

**Figura 8:**

*Limón variedad Citrus Limón.*



**Fuente:** (Augustyn et al., 2018)

## Composición nutricional

**Tabla 3:**

*Composición de las distintas variedades de Limón en 100 gramos*

Componente	Variedad	
	<i>Citrus Limón sin piel</i>	Zumo de <i>Citrus aurantifolia</i>
Agua (g)	88,98	89,3
Proteínas (g)	1,1	0,5
Cenizas totales (g)	3	0,3
Lípidos (g)	0,3	0,2
Fibras (g)	2,8	0,3
Glúcidos (g)	9,32	-
Azúcares simples(g)	2,5	-
Calcio (mg)	26	18
Potasio (mg)	138	-
Hierro (mg)	0,6	0,79
Fosforo (mg)	16	14
Sodio (mg)	2	-
Magnesio (mg)	8	-
vitamina C (mg)	53	44,2

**Fuente:** Adaptado de (Avila et al., 2018) y tablas peruanas (INS,2017).

El Limón, perteneciente al género *Citrus*, es una fruta cítrica que destaca por su composición nutricional. Rico en vitamina C, el Limón proporciona beneficios para el sistema inmunológico, contribuyendo a la resistencia contra infecciones y promoviendo la salud de la piel. Además, el ácido cítrico, presente en abundancia, no solo confiere su característico sabor ácido, sino que también puede favorecer la digestión y prevenir la formación de cálculos renales. Aunque su contenido de fibra es moderado, el Limón contribuye a la salud digestiva y puede ayudar a mantener niveles estables de glucosa en sangre.

En términos de vitaminas del complejo B, como la tiamina, la riboflavina y la piridoxina, así como minerales como el potasio, calcio y magnesio, el Limón aporta nutrientes esenciales para el metabolismo y la función celular. Además, se han identificado compuestos fitoquímicos, como flavonoides, que poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, complementando los beneficios para la salud que ofrece esta fruta cítrica. Es importante consumir Limones con moderación, ya que el ácido cítrico, aunque beneficioso en muchos aspectos, puede afectar el esmalte dental si se consume en exceso.

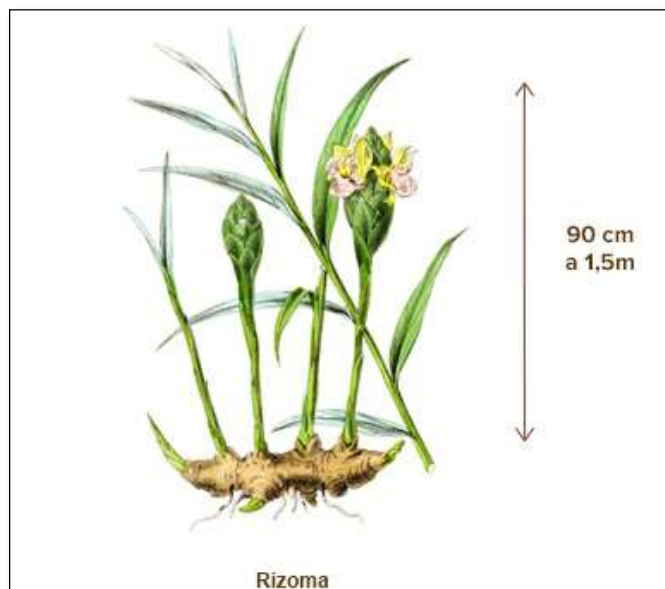
### 2.4.3 Jengibre

#### Generalidades

De nombre científico *Zingiber officinale* es una planta de la familia Zingiberaceae comúnmente llamada Jengibre, Jengibre blanco y como Jengibre, en el Perú. Originario de Indo-Malasia región del continente asiático, de donde se difundió a las regiones tropicales del mundo, se ha extendido por toda la zona intertropical, donde la temperatura media es inferior a 25 C y la precipitación anual mayor de 1500mm o 1,5m. La planta alcanza 1,5 metros de altura, con hojas largas de 20 cm. (Bitari et al., 2022).

#### Figura 9:

*Planta de Jengibre*

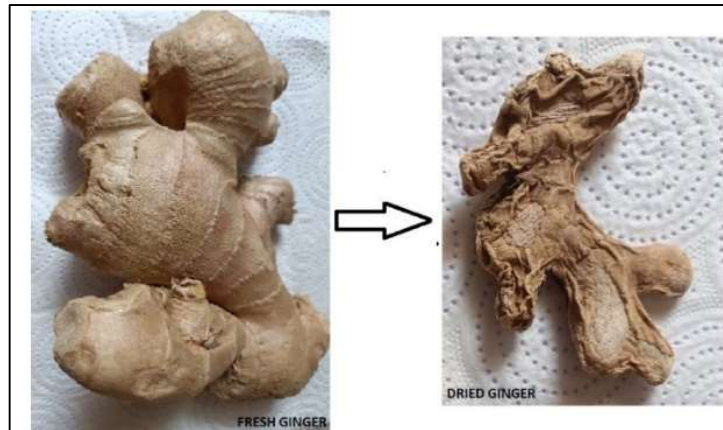


**Fuente:** (DietiNatura, 2017)

Esta planta se propaga por brotes de rizomas y no produce frutos (Fig. 9), es utilizada como especia en todo el mundo, tiene una larga historia de uso medicinal que ha llamado la atención que contiene compuestos bioactivos como el gingerol y shogaol (Fig. 11) que le brindan propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antitumorales y antibacterianas.(Dalsasso et al., 2022)

**Figura 10:**

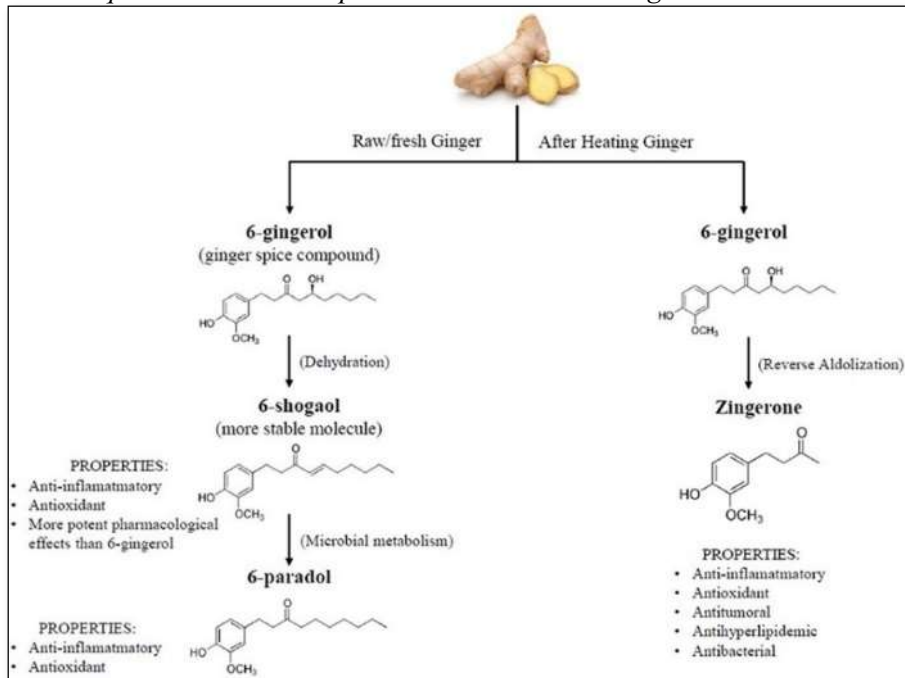
*Foto de Jengibre fresco y seco*



**Fuente:** Tomada por Bitari, 2022, Oujda, Marruecos

**Figura 11:**

*Estructuras químicas de los compuestos bioactivos del Jengibre.*



**Fuente:** Arcusa et al., 2022

El Perú se encuentra dentro de los cinco (5) primeros países exportadores de Jengibre entero en el mundo ubicándose en el quinto puesto hasta el 2017 superando en el 2018 a India y ubicándose en ese año en el cuarto país exportador de Jengibre entero, siendo nuestros principales competidores China y Tailandia ya que Países bajos no es un país productor es solo es intermediario. A su vez el Perú es el país de mayor crecimiento promedio con 42,8% (tabla 08). Cabe mencionar



que el principal productor de Jengibre en el mundo es India. Este país tiene rendimientos más bajos y niveles de exportación muy limitados, ya que casi toda la producción se destina al gran mercado interno. La producción de Perú se encuentra principalmente en la región de Junín, como se ha informado oficialmente. (MIDAGRI, 2020)

**Tabla 4:**  
*Principales países Exportadores de Jengibre Entero*

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Crecimiento promedio
<b>Mundo</b>	<b>518.0</b>	<b>522.7</b>	<b>483.4</b>	<b>601.5</b>	<b>724.8</b>	<b>705.8</b>	<b>760.3</b>	<b>789.2</b>	<b>6.2%</b>
China	431.5	363.8	249.5	408.2	521.3	440.9	476.8	523.5	2.8%
Tailandia	27.0	40	26.7	21.1	44.2	83.2	73.5	77.8	16.3%
Países Bajos	31.3	29.3	34.5	39.6	50.2	52.2	57.4	60	9.7%
<b>Perú</b>	<b>1.9</b>	<b>3.3</b>	<b>12.1</b>	<b>10.7</b>	<b>14.3</b>	<b>26.1</b>	<b>21.2</b>	<b>23.1</b>	<b>42.9%</b>
India	-	17.2	43.1	26.1	16	20.7	16.7	22.9	4.9%
Brasil	4.5	5.2	3.7	7.6	8.8	5.6	15.3	22.1	25.5%
Nepal	-	7.4	19.7	22.9	16.9	10.8	6.8	9.4	3.5%
Vietnam	-	4.5	0.9	0.7	1.1	1.5	1.9	5.1	1.8%
Indonesia	0.9	22.3	61.1	25.8	21.6	24.1	3	4.3	25.0%
España	0.5	0.7	1.4	1.5	1.4	2	2.7	3.5	32.0%
Subtotal	497.6	493.7	452.7	564.2	695.8	667.1	675.3	751.7	6.1%
Participación	96%	94%	94%	94%	96%	95%	89%	95%	95%

*Nota:* datos presentados en miles de toneladas

**Fuente:** (MIDAGRI, 2020)

### **Composición nutricional y funcional**

El Jengibre se compone de múltiples compuestos bioactivos, entre ellos, los principales compuestos activos son el 6-shogaol y el 6-gingerol (figura 11). La evidencia científica respalda las propiedades beneficiosas del Jengibre, incluidas las capacidades antioxidantes y antiinflamatorias. (Arcusa et al., 2022) Así mismo también contiene micronutrientes beneficiosos como el zinc, potasio, vitamina C y vitamina A.

**Tabla 5:**

*Composición nutricional del Jengibre sin cáscara en 100 gramos*

Componente	Cantidad
Agua (g)	84,9
Proteínas (g)	0,1
Grasas totales (g)	0,4
Carbohidratos totales(g)	13,7
Fibra dietaria (g)	2,0
Carbohidratos disponibles (g)	11,8
Cenizas (g)	0,8
Calcio (mg)	12
Potasio (mg)	356
Hierro (mg)	0,25
Fosforo (mg)	30
Sodio (mg)	7
Zinc (mg)	0,44
vitamina C (mg)	0,93

**Fuente:** Adaptado de tablas peruanas (INS,2017).

#### 2.4.3.5 Miel

##### **Generalidades**

Es un producto dulce viscoso y dulce elaborado por las abejas a partir del néctar de las flores, líquido que transportan las abejas obreras hacia la colmena en su buche melario para luego ser almacenado y madurado en los panales para ser usados como alimento de reserva. (Siedentopp, 2018)(Root, 2015)

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI, 2015); las abejas son insectos himenópteros, uno de los mayores órdenes de insectos, pues bordea las 200 000 especies. En dicho orden se hallan comprendidos los abejorros, las hormigas, las abejas y las avispas. La especie fue traída al Perú por las expediciones españolas posteriormente también de otras regiones del mundo. Se trataba de *abejas melíferas* (*Apis melífera*). Entre las razas más conocidas, cabe mencionar:

- a) la “*abeja italiana*”, que tiene como características su color amarillo, su docilidad y su naturaleza poco enjambradora; las reinas son buenas ponedoras, pero requieren cuidados.
- b) La “*abeja carnícola*” goza de las mismas cualidades, con la única diferencia de que su color es oscuro.

- c) La “abeja africanizada y/o criolla, en cambio, tiene como características su gran rusticidad, su color que varía de claros a oscuros según el grado de hibridación, la presencia de reinas muy prolíficas, es una subespecie muy enjambradora, defensiva, tolerante a enfermedades y a plagas.

**Figura 12:**

*Abejas en panal*



**Fuente:** IICA, (2019)

Las abejas se alimentan a pocos kilómetros de su colmena y Buscan polen y néctar, las abejas y para obtener productos como la Miel, el polen de abeja, y cera. “Abejas nativas sin aguijón” se encuentran en bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste Amotapes Manglares, Tumbes, Perú, y poblaciones rurales cercanas. Estas abejas cumplen un rol importante como polinizadoras de cultivos agrícolas, forestales y como proveedoras de Miel y polen", siendo *Melipona mimética* la especie más importante.

La apicultura en el Perú es realizada principalmente por pequeños apicultores, la gran mayoría posee menos de 10 colmenas, distribuidos en todas las regiones del país. El Perú presenta por sus características geográficas y su diversidad de Climas, una gran variedad de flora natural y cultivada (multiflora muy variada) permite posibilidades de desarrollar una apicultura comercial rentable. En relación a los datos estadísticos que se publican en nuestro país, el mayor número de productores y colmenas se encuentra en los departamentos de Junín, Cusco y Cajamarca según el Plan Nacional Apícola del Perú. (MINAGRI, 2015)

**Figura 13:**

*Apicultores*



**Fuente:**(IICA, 2019)

### **CONTROL DE CALIDAD DE LA MIEL**

Entre las sustancias no deseadas se encuentra el hidroximetilfurfural (HMF), que indica tratamiento térmico o desnaturalización de la Miel. La Miel fresca contiene poco o nada de HMF. La Miel que contiene más de 40 mg/kg de HMF se considera no apta para la venta.

**Figura 14:**

*Extracción de Miel*



**Fuente:**(IICA, 2019)

### Propiedades nutricionales

Los diferentes tipos de Miel se diferencian según su origen botánico y geográfico y su método de producción. El rango vibracional natural de sus más de 180 componentes permite determinar valores precisos de los componentes. El contenido de agua es del 17-20%, el contenido de carbohidratos del 75-80%, el contenido de proteínas del 0,3% y el contenido de cenizas del 0,2%. (Siedentopp, 2010)

**Tabla 6:**

*Composición nutricional de la Miel de abeja en 100 gramos*

Componente	Cantidad
Agua (g)	14,1
Proteínas (g)	-
Grasas totales (g)	-
Carbohidratos totales(g)	85,6
Fibra dietaria (g)	0,2
Carbohidratos disponibles (g)	85,4
Cenizas (g)	0,3
Calcio (mg)	26
Potasio (mg)	-
Hierro (mg)	0,40
Fosforo (mg)	10
Sodio (mg)	-
Zinc (mg)	0,22
vitamina C (mg)	1,30

- **Fuente:** Adaptado de tablas peruanas (INS,2017).

De los veinte carbohidratos diferentes de fácil absorción que contiene, el 38 % está dominado por la fructosa. La proporción de glucosa alcanza el 31%, seguida de maltosa y sacarosa. Su alto contenido enzimático es importante desde el punto de vista fisiológico y nutricional, se utiliza como indicador de calidad. Las enzimas favorecen la digestión y se consideran esenciales para el efecto bactericida de la Miel. Junto con la amilasa y la sacarosa, especialmente la glucosidasa, se le da gran importancia. Esta enzima es capaz de descomponer la glucosa en ácido glucurónico y peróxido de hidrógeno, una sustancia que mata las bacterias. El color está relacionado con el contenido de nitrógeno. El sabor depende de las diferentes flores o melaza. (Siedentopp, 2018)

## 2.5 Análisis de polifenoles y vitamina C

### 2.5.1 Polifenoles

Los polifenoles son metabolitos secundarios productos vegetales que comprenden una gran clase de compuestos, que pueden clasificarse ampliamente como flavonoides, que incluye a las antocianinas, flavonoles. y no flavonoides en los que se encuentran los taninos y ácidos fenólicos (fig.15).

Los polifenoles tienen importantes efectos promotores de la salud por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas, entre otras. Es importante destacar que el efecto de promoción de la salud de los polifenoles depende en gran medida de su bioaccesibilidad y biodisponibilidad en el tracto digestivo y el sistema circulatorio. Debido a sus consecuencias para la biodisponibilidad y la salud humana, las interacciones entre los componentes de la dieta, en particular los compuestos fenólicos y el microbiota intestinal, han ganado mucha atención. Debido a sus propiedades antioxidantes, los polifenoles de origen vegetal se han explorado en años más recientes en emocionantes aplicaciones de salud y nutrición (Ozdam & Kamiloglu, 2022)

**Figura 15:** Clasificación de los polifenoles



El desarrollo de alimentos funcionales mediante la incorporación de antioxidantes naturales diseñados para complementar y complementar las necesidades dietéticas impuestas por las restricciones alimentarias (alergias e intolerancias) está avanzando en el campo de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Además, investigaciones recientes han demostrado que la ingestión de alimentos ricos en polifenoles afecta la digestibilidad de las proteínas alimentarias asociadas a intolerancias y alergias alimentarias y, por lo tanto, capaz de modular la respuesta inflamatoria intestinal). La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de las proteínas alimentarias y otras enzimas hidrolíticas involucradas

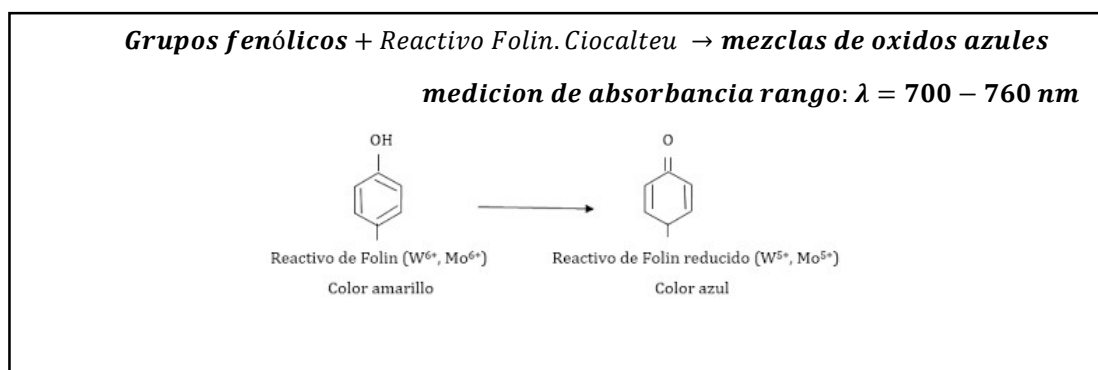
en el metabolismo de la glucosa y los lípidos, respalda el concepto emergente de las dietas ricas en polifenoles como estrategias adecuadas para la prevención, el tratamiento y el control de las enfermedades relacionadas con la alimentación, como las enfermedades no transmisibles, como alternativa a las estrategias convencionales basadas en fármacos

### Cuantificación de polifenoles totales

Para representar la cantidad de polifenoles en un alimento o compuesto este se expresa en función a su cantidad de ácidos fenólicos como lo es el ácido gálico. Para llevar a cabo la cuantificación de los grupos fenólicos se usa el método de Folin-Ciocalteu que consiste en hacer reaccionar en un medio básico ( $\text{pH} > 10$ ), el grupo fenólico con el reactivo de Folin-Ciocalteu que es una mezcla de ácido fosfotungnico y fosfomolítico que se reducen por la acción de los fenoles resultando óxidos azules de tungsteno y molibdeno la cual se mide a una longitud de onda de 700-760 nm. (fig.16) para ser comparado con un patrón previamente medido. La espectrofotometría nos indicara concentración según la medida de absorbancia ya que son directamente proporcionales. Como patrón se utiliza ácido gálico monohidratado y los resultados se expresan como equivalente de ácido gálico en mg/L después de realizar una curva de calibrado con el patrón.

Para este método puede haber interferencia de analitos como la vitamina C, los azucres como principales sustancias para esto se debe realizar una corrección que considere las sustancias que interfieren en la cuantificación.(Cortez et al., 2018)

**Figura 16:**  
*Método Folin-Ciocalteu*



#### 2.4.4.2 Vitamina C

La vitamina C es una de las vitaminas más esenciales que se encuentran en las frutas y verduras, debido a su impacto en la nutrición humana. Su contenido puede verse significativamente afectado debido a varios factores abióticos como el calor, la luz y el oxígeno.(Bhat et al., 2021)

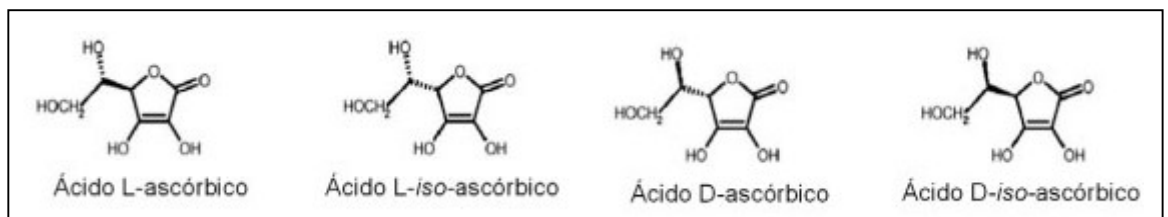
Spínola et al., (2014) nos conceptualiza a la vitamina C como “Todos los compuestos que exhiben una actividad biológica equivalente al ácido l-ascórbico (L-AA), incluidos sus productos de oxidación, ácido dehidroascórbico (DHAA) ver en (fig.17), isómeros (ácido isoascórbico, IAA), ésteres (palmitato de ascorbilo) y formas sintéticas (6-desoxi-L-AA, 2-fosfato-L-AA) ver en (fig. 18).

Entre sus principales características menciona que:

Es una de las vitaminas hidrosolubles más importantes para la salud humana, conocida por su alta actividad antioxidante. Participa en muchas funciones bioquímicas, como la absorción de hierro, la síntesis de colágeno y hormonas (cofactor enzimático) y la neutralización de los radicales libres resultantes del metabolismo celular (antioxidante). Previene la aparición del envejecimiento, la formación de cataratas, la arteriosclerosis, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares” (Spínola et al., 2014,p.23)

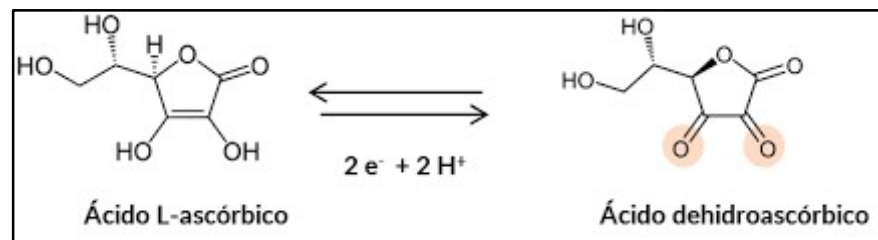
**Figura 17:**

*Estructura química del ácido l-ascórbico (AA) y formas isométricas*



**Fuente:** Grando de Oliveira et al., 2012

**Figura 18:** Acido dehidroascórbico (DHAA)



**Fuente:** Grando de Oliveira et al., 2012



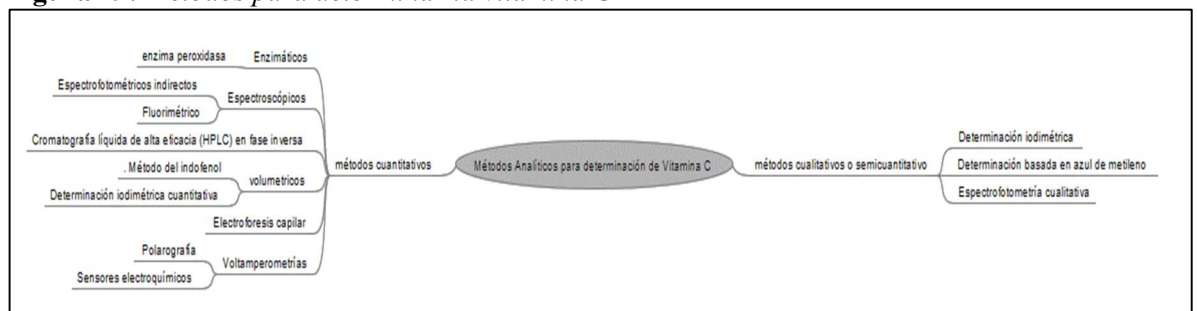
## Cuantificación de vitamina C

La vitamina C en la naturaleza se pueden encontrar en sus diferentes formas, los métodos de medición de este compuesto. Existen varios métodos capaces de determinar el ácido ascórbico en las muestras.(Fang, 2017)

Grando de Oliveira et al., (2012) sobre los métodos de cuantificación menciona que:

Tilmans, desarrollo el método colorimétrico que es ampliamente utilizado en la actualidad. Tras mejoras, este método fue considerado el estándar para la determinación de jugos y preparados, según la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC). El método corresponde a una titulación con el indicador 2,6-diclorofenol-indofenol (DCIP), en el que el ácido ascórbico reduce este reactivo inicialmente azul a una solución incolora. Al final de la titulación, el exceso de indicador no reducido le da a la solución un color rosa, por lo que el punto final se puede verificar visualmente, además de los métodos electroquímicos y fotométricos. Esta es una técnica de fácil aplicación y bajo costo, especialmente si se compara con técnicas cromatográficas. Varios métodos que son capaces de cuantificar el ácido ascórbico en los alimentos no discriminan entre sus isómeros, lo que genera imprecisión cuando se quiere evaluar la actividad de la vitamina C. Entre los métodos cromatográficos, la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) es la técnica más utilizada, proporcionando resultados de alta sensibilidad, especificidad y sencillez, utilizando columnas de fase reversa y par iónico, columnas de amina ligada, amino polimérico o, más frecuentemente, C18. La detección se puede realizar mediante técnicas electroquímicas, fluorescentes o de conjuntos de diodos (DAD). (p.1020)

**Figura 19:** *Métodos para determinar la vitamina C*



Fuente: Adaptado de Fang, 2017

### **2.4.5 Aceptabilidad general**

El concepto de aceptabilidad es amplio y complejo ya que intervienen muchos factores subjetivos relacionados con el individuo y su entorno así lo manifiesta Murray & Baxter (2003), para realizarlo se utiliza escalas que reflejan la respuesta del individuo ante un estímulo y también se utilizan modelos de elección:

La aceptabilidad de los alimentos se ve afectada por muchos factores, que pueden estar relacionados con el individuo, el alimento o el entorno en el que se consume el alimento. La medición de la aceptación de alimentos es muy compleja y se basa en psicometría (escalas) y/o modelos de comportamiento (modelos de elección de alimentos). La capacidad de aceptación es una medida subjetiva basada en la hedónica (placer), que a su vez está influenciado por las propiedades sensoriales del alimento, la exposición previa al mismo y las expectativas posteriores, los factores contextuales, la cultura del individuo, el estado fisiológico (es decir, el hambre, la sed y la presencia/ausencia de enfermedad), y muchas otras variables. (p.5130)

#### **2.4.5.1 Determinación de la aceptabilidad por evaluación sensorial**

Hoy en día, hay una serie de enfoques que se pueden utilizar para obtener información tanto cualitativa como cuantitativa relacionada con las propiedades sensoriales de los alimentos y su subsiguiente aceptabilidad. La evaluación sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos mediante el uso de una escala hedónica. La escala de aceptabilidad más común es la escala hedónica de nueve puntos, que tiene categorías etiquetadas para indicar un nivel de gusto o disgusto. Las ventajas de esta escala es que es simple y fácil de usar, con un alto nivel de confiabilidad y estabilidad, independientemente de la región y, hasta cierto punto, del tamaño del panel. (Murray & Baxter, 2003)

La determinación de la aceptabilidad por evaluación sensorial es un proceso crucial en la industria alimentaria que implica la evaluación de productos por parte de panelistas humanos para medir su grado de aceptación en términos de atributos sensoriales como sabor, aroma, textura y apariencia. Este enfoque proporciona

información valiosa sobre la calidad organoléptica de un producto y permite ajustar formulaciones o procesos para mejorar la satisfacción del consumidor.

El método más común de evaluación sensorial es el análisis sensorial hedónico, en el cual los panelistas califican un producto en función de su agrado o desagrado. Se utilizan escalas numéricas o descriptivas para recopilar datos cuantitativos y cualitativos. Además, se suelen llevar a cabo pruebas de diferencia para determinar si hay una preferencia significativa entre dos productos o si los consumidores pueden percibir cambios en la formulación. Los panelistas de evaluación sensorial son seleccionados y entrenados cuidadosamente para garantizar la objetividad y consistencia en sus evaluaciones. Los estudios pueden llevarse a cabo en laboratorios especializados, donde se controlan variables como la iluminación y la temperatura, para minimizar posibles sesgos externos.

La aceptabilidad por evaluación sensorial es esencial en la formulación y desarrollo de nuevos productos, así como en la mejora continua de productos existentes. Permite a los fabricantes comprender las preferencias del consumidor, identificar áreas de mejora y garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad deseados. En resumen, la evaluación sensorial desempeña un papel crucial en la optimización de la experiencia del consumidor con productos alimenticios.

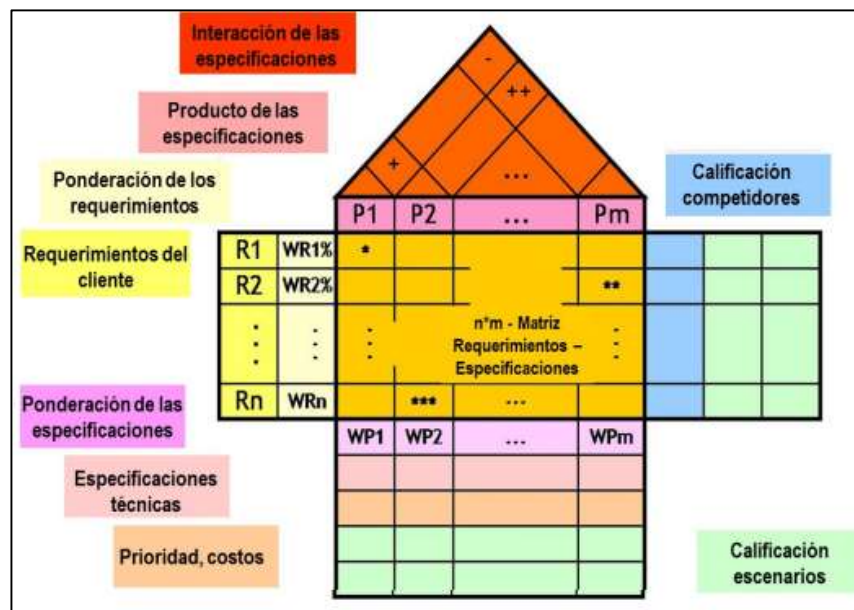
En la evaluación sensorial, se emplean diversas escalas para cuantificar las respuestas de los panelistas a los estímulos sensoriales. La escala hedónica evalúa el agrado o desagrado del producto, mientras que la escala de preferencia forzada permite a los panelistas elegir entre opciones, revelando preferencias relativas. La escala de intensidad mide la fuerza de atributos específicos, como dulzura o acidez, a través de valores numéricos. En la escala de descriptores, se seleccionan términos descriptivos para caracterizar el producto en detalle. Además, la escala de magnitud evalúa la magnitud de un atributo sin un punto de referencia fijo, y la escala de actitud mide la preferencia general expresada a través de declaraciones. La escala de ranking clasifica productos por preferencia, y la elección de la escala depende del objetivo específico de la evaluación. Estas herramientas son fundamentales para obtener información detallada sobre la percepción sensorial, contribuyendo a la mejora de la calidad y la satisfacción del consumidor.

### 2.4.5.2. Despliegue de la función de calidad

El despliegue de la función de calidad o QFD (Quality Function Deployment) es una herramienta usada para estructurar el desarrollo de productos o procesos utilizando principalmente las expectativas del cliente. El modelo obtiene de la voz del cliente o voz del consumidor (VOC) características del producto y parámetros del proceso.

#### Despliegue de la calidad

**Figura 20:** Matriz de despliegue de la calidad



Fuente: (ROMERO, 2019)

La metodología QFD, o Despliegue de la Función de Calidad, tiene sus raíces en la historia de la gestión de calidad japonesa y fue desarrollada por Akao Yoji en la década de 1960. Este enfoque surgió como una respuesta a la necesidad de alinear las expectativas del cliente con los procesos internos de diseño y producción. A lo largo de esa década, la metodología ganó popularidad en Japón, especialmente en industrias como la automotriz, siendo adoptada por empresas como Toyota. La metodología QFD ha evolucionado en diversas formas, adaptándose a diferentes contextos y aplicaciones, como el QFD tradicional, el QFD del proceso y el QFD del servicio. En última instancia, el QFD sigue siendo una herramienta valiosa en la gestión de calidad al facilitar la conexión entre las expectativas del cliente y los procesos internos, contribuyendo así a mejorar la calidad y la satisfacción del cliente.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, las cuales son:

- Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales de la E.A.P. de Agroindustria de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de microbiología y toxicología de la E.A.P. de Agroindustria de la Universidad Nacional del Santa.
- Planta Piloto Agroindustrial.
- Laboratorio de Control de Calidad del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial (IITA).
- Laboratorio de Bioprocesos Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial (IITA).
- Laboratorio de Diseño y Formulación de nuevos productos del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial (IITA)

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. MATERIA PRIMA**

- Naranja, se compró en total 80 kilos de Naranja con un peso promedio de  $219.3 \pm$  gramos cada Naranja y 750 ml cada 10 Naranjas. Las Naranjas fueron compradas en el mercado mayorista “La Perla”.
- Limón, se compró un total de 85 kilos de Limón con un peso promedio de  $33.4 \pm 3.9$  gramos cada Limón y 80 ml de zumo cada 10 Limónes. Los cuales fueron comprados en el mercado Buenos Aires.
- Jengibre, se compró un total de 10 kilos de Jengibre o Kion. Los cuales fueron comprados en el Supermercado, Plaza Vea Nuevo Chimbote.

##### **3.2.2. INSUMOS**

- Agua de mesa, dos bidones de 20 litros de la Planta procesadora ubicada en la Universidad Nacional del Santa.

- Miel, se compró 4.4 kilogramos de Miel. Los cuales fueron comprados en el Supermercado, Plaza Vea Nuevo Chimbote.

### 3.2.3. EQUIPOS

- Balanza analítica de precisión (0.1mg) marca: Precisa, Modelo 220<sup>a</sup>, Serie:321LX, Rango: Max. 220 g. - min. 0,01g. e=0.001 g. Suiza
- Agitador magnético Vortex V1 plus BOECCO. Alemania.
- Licuadora marca Oster. EE.UU.
- pH-meter digital marca: Thermo Scientific, Modelo: Orion VStar, EEUU.
- Refractómetro, marca: Atago, Modelo: N-1 $\alpha$ .
- Mufla, marca Thermo Scientific, Modelo FD 1400M.
- Pasteurizador de Tubos Marca: Modelo.
- Refrigeradora Marca: Thermo Scientific, Modelo FD 1400M
- Mesas de acero inoxidable.
- Estufa marca POL-EKO-APARATURA SP.J. Modelo SLW 115 TOP+, Serie SWITF 121018
- Centrífuga marca Digicen 21 R, Orto Alresa, España
- Destilador de agua.
- Laptop Lenovo,
- Lector Multimodal marca Syner-gy H1, BioTek, EE. UU.
- Lavadora ultrasonido Branson Ultrasonics modelo 5800 serie CPXH-E, EE.UU.
- Equipo de baño María IKA HB10 digital, Alemania.
- Micro pipeta (0.5-10 ul); (100-1000 ul)
- Refrigeradora.

### 3.2.4. REACTIVOS

- Hidróxido de sodio (NaOH), Marca: E. Merck, pureza 98%
- Fenolftaleína (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) al 1%.
- Ácido oxálico 4% (p/v).
- Ácido ascórbico 0.1% (p/v).
- Colorante 2,4 DFIF 0.006% (p/v).
- Metanol/Agua 50/50 (v/v).
- Acetona/agua 70/30 (v/v).

- Agua destilada.
- Ácido clorhídrico 2.0 N.
- Ácido Gálico (450 ug/ml).
- Carbonato de sodio al 20% (p/v).
- Folin ciocalteu 2.0 N.

### **3.2.5. MATERIALES DE VIDRIO Y OTROS**

- Frasco de vidrio de 125 ml.
- Cuchillos de acero inoxidable
- Guantes
- Recipientes de acero inoxidable
- Peladores
- Colador
- Probeta de vidrio
- Jarra medidora
- Papel filtro
- Espátula de metal
- Crisol
- Probetas (50ml y 500ml)
- Pipetas graduadas
- Vasos de precipitado (50 ml,100 ml,250 ml,500 ml)
- Matraz aforado (25mL y 50mL)
- Tubos Falcon para centrífuga.
- Embudo de filtrado.
- Papel toalla.
- Gradilla de acero
- Pissetas
- Papel de aluminio
- Viales (3ml)
- Puntas para micro pipetas
- Cepillo de laboratorio
- Lava vajillas neutro

### 3.3 METODOLOGIA

#### 3.3.1. DESPLIEGUE DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

La metodología del despliegue de la calidad del producto se utilizó para recoger los requerimientos del cliente y contrastarlos con los requerimientos de diseño de la bebida. La finalidad es conocer cuáles son los requerimientos de diseño más importantes, esta importancia y ponderación se utilizarán para optimizar las respuestas en el diseño de mezclas (DM) con el uso de función deseabilidad (FD). Para recoger los requerimientos de los clientes se realizó una encuesta virtual en Google forms y un posterior focus group (ver anexo 10).

La matriz de doble entrada tiene en la parte superior los *requerimientos de diseño de la bebida* (Cómo del proceso). En la parte izquierda los *requerimientos del cliente* (Qué del cliente) de la encuesta virtual. Se usa una puntuación del nivel de relacion entre estos requerimientos. Con un puntaje de 1 (débil), 5(media) y 9(fuerte). De no existir relacion, no se coloca ningún número. Luego en otra columna se calificará la prioridad de cada requerimiento se calificará con un puntaje de 5 (lo más importante), 4(muy importante), 3(importante), 2(poco importante) y 1 (no importante). En otras columnas se evaluará las referencias competitivas del mercado, escogiendo a dos productos actuales del mercado y el producto que realizamos, para evaluar si actualmente cumplen con los requerimientos del cliente. Los puntajes para estas columnas van desde 5(destacado), 4(excelente), 3(bueno), 2(justo) y 1 (pobre), esta misma escala se usará para calificar la el puntaje objetivo que se desea para la bebida esta calificación se completará en la columna plan de la compañía esta columna está en otro grupo de columnas llamado visión del producto, primero se califica la característica más publicitaria para ventas con tres puntajes, 1.5 (muy publicitaria), 1.2 (publicitaria) y 1.0 (no publicitaria). El cálculo del indicador *ganancia de mejora* se da de la división de la calificación actual de la compañía y la calificación que se desea obtener con el producto. Con todos estos datos se obtiene la importancia absoluta y relativa de cada requerimiento del cliente, esto se hace multiplicando las columnas *Prioridad del cliente*, *característica publicitaria* y *ganancia de mejora*. Esto permite evaluar también el requerimiento de diseño más importante. Ver figura 22. La metodología permite también llevar



cada requerimiento de diseño en mejora de proceso, pero en esta investigación no se utilizó esta otra matriz.

**Figura 21:**  
Matriz Requerimientos del cliente y de diseño.

Requerimientos del cliente	Requerimientos de diseño							PRODUCT/SERVICE PLAN							
	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6	RD7	CUSTOMER RATING			COMPANY PRODUCT VISION			ABSOLUTE IMPORTANCE	RELATIVE IMPORTANCE
								Prioridad del cliente	MARKET COMPETITIVE BENCHMARK		SELLING POINT	COMPANY PLAN	IMPROVEMENT GAIN		
									Nuevo empresa	Empresa A					
RC1								1	1	1	1.5	1	1.0	0.0	0.00
RC2								1	1	1	1.2	1	1.0	0.0	0.00
RC3								1	1	1	1.0	1	1.0	0.0	0.00
RC4								1	1	1	1.0	1	1.0	0.0	0.00
RC5								1	1	1	1.0	1	1.0	0.0	0.00
RC6								1	1	1	1.2	1	1.0	0.0	0.00
RC7								1	1	1	1.5	1	1.0	0.0	0.00
RC8								1	1	1	1.2	1	1.0	0.0	0.00
RC9								1	1	1	1.0	1	1.0	1.0	1.00

RELATIONSHIP	
9	Fuerte
5	Media
1	Debil

5	Lo mas importante
4	Sumamente importante
3	Importante
2	Poco importante
1	No importante

5	5	5	OUTSTANDING
4	4	4	EXCELENT
3	3	3	GOOD
2	2	2	FAIR
1	1	1	POOR

1.5	Very Advertisable
1.2	Advertisable
1.0	Unadvertisable

**Figura 22:**  
Matriz de priorización de requerimientos de diseño

Requerimiento de diseño								
	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6	RD7	
DESIGN REQ ABS IMPORTANCE >>>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
DESIGN REQ REL IMPORTANCE >>>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0

### 3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se usó el diseño de experimentos (DoE) denominado diseño de mezclas simplex con centroide (SC) como vemos en la bibliografía este diseño es útil para determinar encontrar una mezcla que cumpla con requisitos específicos, como proporciones exactas o propiedades óptimas, un diseño SC es el más apropiado. El diseño requiere ingresar la proporción de cada ingrediente y que la suma de estos ingredientes nos dé un total. Para las proporciones en DOE se dividen según el grado de retículo de la siguiente manera:

En esta investigación se utilizará 3 componentes que son el zumo de Limón, zumo de la Naranja y concentrado de Jengibre. Cantidad de componentes de la mezcla  $q=3$ ; grado de retículo  $m=3$ . La cantidad de las mezclas será de 90 ml y se completó con agua y Miel para llegar a los 120 ml de los envases.

$$x_i = 0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \dots, \frac{m}{m}$$

Componente 1 (X1): Limón: 0-90 ml

Componente 2 (X2): Naranja: 0-90 ml

Componente 3 (X3): Jengibre: 0-90 ml

Agua: 20 ml (constante) Miel: 10ml (constante)

Las variables a estudiar serán las proporciones del zumo de Naranja, zumo de Limón y concentrado de Jengibre, el diseño nos presenta 10 tratamientos y consideramos 3 réplicas como se ve en la tabla 11, se usó un diseño de mezclas simplex reticular con centroide ampliado para determinar los tratamientos.

Se aplicó un modelo de regresión lineal, cuadrático o cúbico especial según el resultado. El modelo para una variable respuesta Y en relación a los componentes de una mezcla de 3 ingredientes ( $X_1, X_2, X_3$ ).

$$E(y) = \underbrace{\sum_{i=1}^q \beta_i \cdot x_i}_{\text{Modelo lineal}} + \underbrace{\sum_{i < j} \sum_{j=2}^q \beta_{ij} \cdot x_i \cdot x_j}_{\text{modelo cuadrático}} + \underbrace{\sum_{i < j} \sum_{j < k} \sum_{k=3}^q \beta_{ijk} \cdot x_i \cdot x_j \cdot x_k}_{\text{modelo cúbico especial}}$$

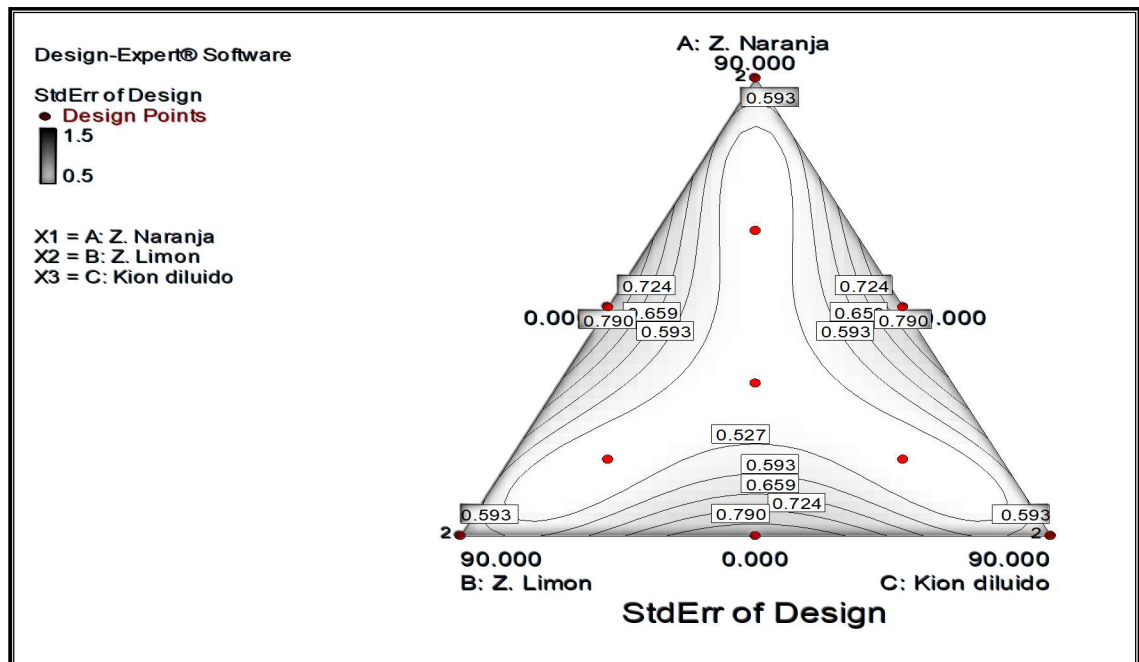
$$E(y) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$$

**Tabla 7:**  
Matriz de diseño de experimentos

Mezclas	Valor codificado			Variable independiente: Proporción de ingredientes		
	X1	X2	X3	Zumo de Naranja (ml)	Zumo de Limón (ml)	Concentrado de Jengibre (ml)
1	1/3	1/3	1/3	30	30	30
2	0	1/2	1/2	0	45	45
3	1	0	0	90	0	0
4	1/2	0	1/2	45	0	45
5 (R)	1	0	0	90	0	0
6	1/6	2/3	1/6	15	60	15
7	2/3	1/6	1/6	60	15	15
8	0	1	0	0	90	0
9 (R)	0	1	0	0	90	0
10	0	0	1	0	0	90
11	1/2	1/2	0	45	45	0
12(R)	0	0	1	0	0	90
13	1/6	1/6	2/3	15	15	60

Nota: valores proporcionados por el software las mezclas (R) son las repeticiones.

**Figura 23:**  
Diseño Simplex con centroide



Nota: Figura obtenida del software Design Expert 7.0.0

### 3.3.2.1 Variables

**Variable independiente:** Formulación de la bebida (Proporción de ingredientes)

**Variable dependiente:** Polifenoles totales, vitamina C y Aceptabilidad general

**Tabla 8:**

*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensiones	Indicador	Técnicas e instrumentos de Recolección de datos
	Caracterización de materia prima	°Brix pH Color Acidez Humedad Solidos totales Cenizas	Análisis proximales
<b>Independiente</b>			
Formulación de la bebida	Proporción de ingredientes	Porcentaje de cada ingrediente	Gravimetría
<b>Dependiente</b>			
Características nutricionales	vitamina C Polifenoles totales	mg/100ml mg EAG /100ml	Espectrofotometría
Aceptabilidad Evaluación sensorial	Aceptabilidad general	Puntaje obtenido	Escala hedónica

### **3.3.3. PROCESOS DE ELABORACION DE LA BEBIDA**

#### **Recolección de materia prima**

En el mercado mayorista “La Perla” se identificó proveedores para la Naranja y el Jengibre, La Naranja proviene de la selva central de la provincia de San Martín. Para el Limón se identificó un proveedor de la provincia de Piura. La Miel de abeja pasteurizada se compró de la marca ABEDULCE producida el 11 agosto del 2023 y con fecha de vencimiento 18 de junio 2026. Por último, el Jengibre se compró en el Supermercado Plaza vea. Estas muestras se transportaron en bolsa de polietileno a laboratorio de Control de calidad del IITA en la Universidad Nacional del Santa. Se exceptuaron frutos enmohecidos y heridos para evitar contaminaciones, cambios de color, gusto o sabor del jugo.

#### **2.7.2.3 Preparación de muestras**

Los frutos como la Naranja y el Limón se lavaron con agua corriente y luego se sumergirán en agua clorada a 50 ppm por último se enjuagarán con agua corriente nuevamente. Se peso la muestra en una balanza de pesaje analógica, se pesó antes y después del corte para calcular los rendimientos. Se extrajo el jugo mediante un proceso mecánico, se pasó por un colador el contenido y, por último, se refrigeró a 5°C y se almaceno hasta la formulación.

Para el Jengibre, se lavó con agua corriente y luego con agua clorada a 100 ppm, se quitaron los rizomas para asegurar la eliminación completa de la tierra. Se peso y corto en tamaños más pequeños seguido se pelo la cascara y se mezcló con agua mineral usando una licuadora eléctrica, el Jengibre es fibroso por lo que se filtró y exprimió en un tamiz más grande. Se llevo a refrigeración a 5°C quedando listo para la formulación.

Para la Miel se seleccionó la Miel y se midió los grados brix para saber la cantidad de agua que se tenía que adicionar para diluirla, se realizó una inspección visual para ver si contenía alguna partícula no deseada.

#### **2.7.2.4 Formulación del jugo**

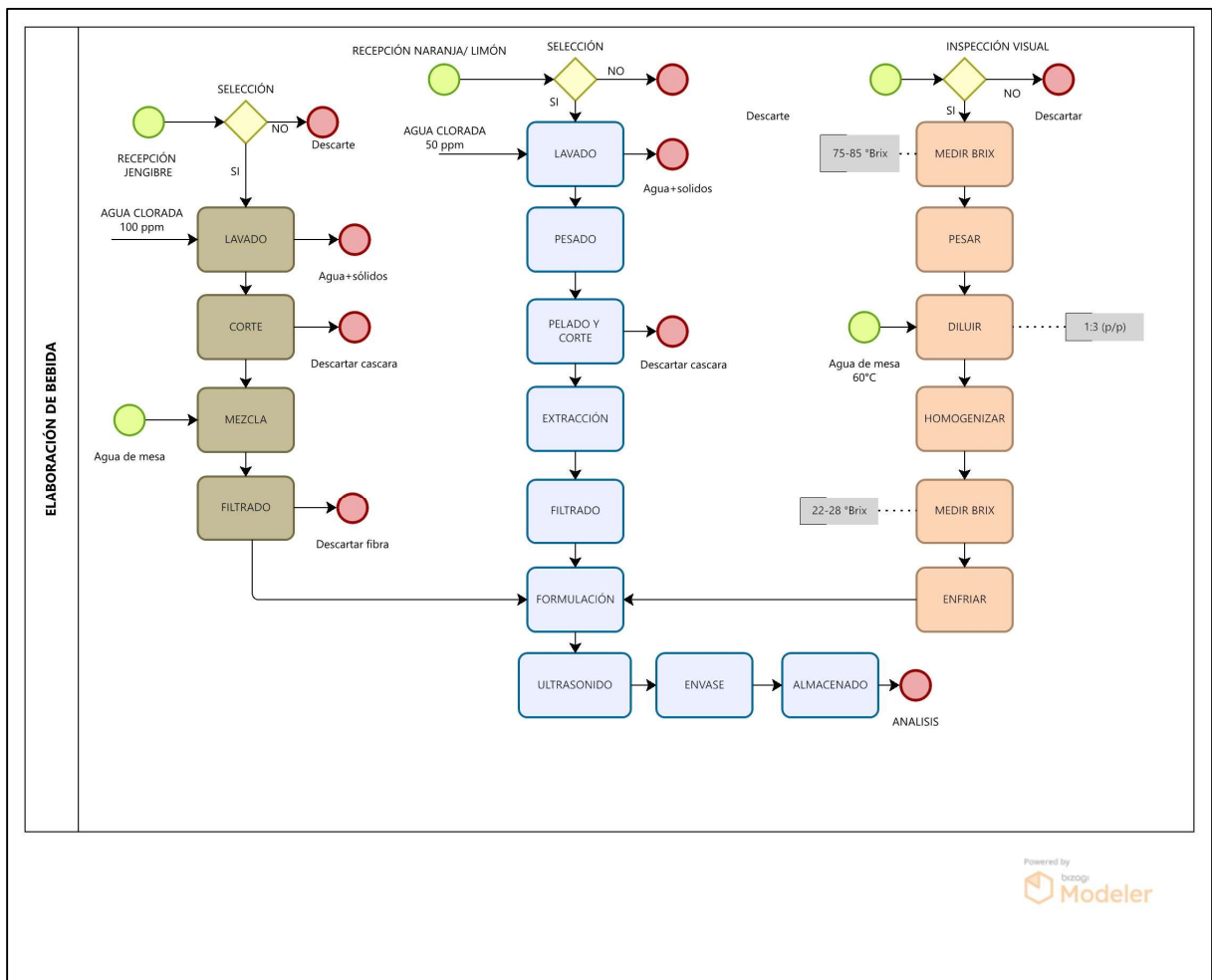
Se utilizo la matriz generada por el diseño de mezcla (DM) mostrados en la Tabla 7 para formular cada bebida. Se adiciono agua-Miel en una proporción de 20ml

de agua y 10 ml de Miel para completar los 120 ml de cada frasco, esta agua se calentó a 60°C para diluir y hacer más fluida la Miel.

Se adiciono cada formulación en un bowl de acero inoxidable. Una vez mezclado el jugo se pasó por ultrasonido a 40 Hz por 30 min. El tratamiento de ultrasonido se realiza para preservar las características fisicoquímicas del producto final.

Se envasó en frascos estériles etiquetados según el código de formulación. Esto se utilizó para análisis sensoriales, fisicoquímicos para vitamina C y Polifenoles totales.

**Figura 24:**  
*Flujograma de procesos para la elaboración de la bebida funcional de Naranja, Limón, Jengibre y Miel.*



Nota: Elaborado con el software Bizagi Modeler

### 3.3.4. MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL

#### 3.3.4.1. Caracterización fisicoquímica de la materia prima

##### Determinación del calibre, peso y rendimiento:

Para analizar los datos de peso de la Naranja y el Limón medimos el peso individualmente de las Naranjas (n=22) y los Limónes (n=29). Se anotó los pesos ver anexo 2, los datos se llevaron al software estadístico Minitab versión 20, para calcular el peso promedio, su desviación estándar e inferir la normalidad de los datos con la prueba de normalidad Anderson-Darling (n>20).

Para el rendimiento del zumo de Naranja y Limón se seleccionó al azar 10 unidades de Naranja y Limón respectivamente. Se extrajo el jugo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml y 100ml respectivamente. Se anotó los volúmenes. (Ver anexo 2) Para el calibre en la Naranja se procedió como dice la NTP 011.023 2014 midiendo el diámetro en milímetros y para el Limón se usó la NTP 011.006 2005, la norma nos define que el diámetro es la dimensión mayor medida en ángulo recto al eje del pedúnculo, referido al diámetro ecuatorial del fruto (mm). Para esta medición usamos el vernier marca Uyustools profesional con una capacidad para 150 mm y con una aproximación de 0.05 mm. El promedio medido de 30 frutas seleccionadas al azar se comparó con la tabla 9 para la Naranja y la tabla 10 para el Limón. Según nos indica la norma en una caja la diferencia de diámetro para la Naranja entre la fruta más grande y la más pequeña debe ser de máximo 9mm para cumplir con el criterio de homogeneidad.

**Tabla 9:**

*Escala de calibres para la Naranja*

Calibre	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Cal 11	58	61
Cal 10	60	63
Cal 9	62	65
Cal 8	64	68
Cal 7	67	71
Cal 6	70	74
Cal 5	73	78
Cal 4	77	82
Cal 3	81	86
Cal 2	84	90
Cal 1	87	A más.

Nota: diámetro en milímetros, obtenido de la NTP 011.023 2014

**Tabla 10:**  
*Escala de calibres para el Limón Sutil*

Calibres	Diámetro ecuatorial (mm)	Unidades de producto por kg
A	44 a más	20-22
B	41 a 43.9	23-27
C	38 a 40.9	28-33
D	35 a 37.9	34-39

Nota: Diámetros en milímetros, obtenido de la NTP 011.006 2005

Para el Jengibre al ser una materia prima de irregular tamaño por su naturaleza de rizoma, no se consideró medir la longitud la materia prima ni el rendimiento, solo se pesó y clasifico su calibre según la tabla 11, se escogió 10 racimos y se pesaron para determinar el calibre.

**Tabla 11:**  
*Escala de calibres para el Jengibre*

Calibres	Peso(gramos)
A	300
B	200
C	150

Nota: obtenido de 209.202 2021 Especies, condimentos y hierbas aromáticas.

### **Determinación de acidez titulable**

La acidez se realizó mediante el método de acidez titulable siguiendo el procedimiento ubicado en el anexo E.2 de la Norma Técnica Peruana NTP 011.023. INDECOPI (2014) nos indica que debemos:

- ✓ Tomar una muestra representativa del lote. Esta deberá tener características representativas, como tamaño y color.
- ✓ Utilizar el exprimidor para obtener todo el jugo de la fruta.
- ✓ Agitar el zumo para homogenizar.
- ✓ Tomar 5 ml del zumo y colocar en el matraz Erlenmeyer.
- ✓ Luego añadir 5 gotas de Fenoltaleína y 70 ml de agua destilada.
- ✓ Titular el zumo con Na(OH) 0.1 Normal, hasta obtener el cambio de color la solución a un Rojo Grosella, véase Figura 75 en el anexo 2, anotar el gasto del hidróxido de sodio.
- ✓ Se calcula el % de acidez de acuerdo a la siguiente formula:

$$\%Acidez = Gasto NaOH \times (0.1) \times K \times FC$$



Donde:

Gasto NaOH= ml de soda gastada en la titulación

FC=Factor de corrección de la soda (1 para NaOH estandarizado)

K=Constante del ácido predominante (1.28 para el ácido cítrico, 0.9 para oxálico)

- ✓ Se realiza el análisis por duplicado y se expresa el promedio.
- ✓ Solo para la Naranja se utilizó el resultado para calcular el índice de madurez que es:

$$IM = \frac{Brix}{Acidez}$$

- ✓ Solo para la Miel se utilizó la Metodología AOAC- 962.19 Acidez libre de Miel, acidez lactona y total. Que consiste en dos titulaciones la primera hasta un pH de 8,5 con hidróxido de sodio 0,05 N y la segunda con ácido clorhídrico 0,05 N hasta un pH de 8,3. La acidez total es la suma de acidez libre y lactonas, esta suma se expresa como miliequivalentes/kg de Miel. Se puede expresar en porcentaje de ácido fórmico multiplicándolo por 0,004603.

### **Determinación de los grados brix**

Se trabajo siguiendo el procedimiento ubicado en el anexo E.1 de la Norma Técnica Peruana NTP 011.023. INDECOPI (2014) nos indica que debemos:

- ✓ Extraer el jugo de 10 frutas a 12 frutas empleando el exprimidor.
- ✓ Agitar el zumo para homogenizar.
- ✓ Limpiar el refractómetro con el agua destilada y calibrar a cero.
- ✓ Utilizando la pipeta sobre el prisma dejar gotear de 5 gotas a 6 gotas de zumo. No deberá haber en el refractómetro aire entre el prisma y la tapa.
- ✓ Visualizar en el lente del refractómetro el valor del Grado °Brix y anotar.

Asimismo, la norma nos da precauciones y recomendaciones que tuvimos en cuenta al realizar la medición. Para garantizar un rendimiento óptimo del refractómetro, es esencial realizar ajustes diarios antes de los análisis mediante el uso de gotas de agua destilada en el prisma, asegurando que la medición sea cero; en caso contrario, efectuar el ajuste necesario con la herramienta correspondiente. Además, es fundamental mantener los instrumentos de análisis limpios, evitando

la exposición al polvo y la suciedad. Para la limpieza del refractómetro, se deben utilizar gotas de agua destilada seguidas de un secado con papel toalla, evitando el uso de chorros de agua del grifo. Por último, es crucial contar con una adecuada iluminación en el área de análisis para garantizar una lectura precisa del equipo.

Para la Miel se utilizó la metodología AOAC - 932.12 que nos indica que para los grados brix se puede hacer por el índice de refracción utilizando la tabla 12. Se midió por triplicado y se expresó los grados brix como la media de las medidas.

### **Determinación de pH**

El pH se determinó en diez mililitros de jugo de Naranja, Limón y Jengibre dispensados en un vaso de precipitados, se usó una muestra previamente homogenizada y después de la calibración del potenciómetro con tampón fosfato de pH 4.0 y 7.0.

Se siguió la metodología descrita por la AOAC (2016), pH de alimentos acidificados AOAC, Método No. 981.12 Cap.42, (p.2). Con esta determinación se evalúa la concentración de iones de hidrógeno independientemente de su origen. Esto se determina directamente con la ayuda de un potenciómetro, el valor del pH de la bebida debe estar entre 2.4 y 4.4.

Para el pH de la Miel se realizó como lo indica la metodología AOAC - 981.12 se midiendo en una muestra de Miel al 10 % (p/v), utilizando un potenciómetro. (Orion Versa Star, Thermo Fisher Scientific, Waltham, EE.UU.)

### **Determinación de la humedad y sólidos totales**

El contenido de sólidos totales se determinó pesando un papel de filtro vacío y luego pasando un peso conocido de jugo a través de un papel de filtro que retuvo partículas o sólidos. Después de secar dentro de un horno ventilado a 103 °C durante 2 h, se pesó el sólido que quedó en el filtro después de la evaporación y se utilizó para calcular el SST (material que queda en el filtro después de que se evaporó la humedad) (AOAC, 2005) como se ilustra en la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos totales} = \frac{W_2 \times 100}{W_1} = 100 - \% \text{Humedad}$$

Donde,  $W_1$ : Peso inicial;  $W_2$ : Peso seco.

La humedad se determinó mediante el método gravimétrico recomendado por la A.O.A.C. N° 920.151 (2012), para el cual se trabajó las muestras a una temperatura de 103°C por 3 horas. Luego por diferencia de peso se determina el porcentaje de humedad presente en la materia prima,

Para la Miel se realizó Metodología AOAC-969.38 B. Humedad en Miel. Se realizó por refractometría, usamos el índice de refracción de la muestra, y lo registrado se comparó con la tabla 12 para determinar el índice de humedad.

**Tabla 12:**

*Tabla de conversión de índice de refracción a porcentaje de humedad de la Miel*

<b>Índice de refracción a 20°C</b>	<b>% Humedad</b>	<b>Peso específico a 20° C</b>	<b>°Brix a 20°C</b>
1.5	14.6	1.4409	83.97
1.4995	14.8	1.4395	83.76
1.499	15	1.4381	83.55
1.4985	15.2	1.4367	83.34
1.498	15.4	1.4353	83.13
1.4975	15.6	1.4339	82.92
1.497	15.8	1.4325	82.71
1.4965	16	1.4311	82.5
1.496	16.2	1.4297	82.29
1.4955	16.4	1.4283	82.08
1.495	16.6	1.4269	81.87
1.4945	16.8	1.4255	81.66
1.494	17	1.4241	81.45
1.4935	17.2	1.4227	81.25
1.493	17.4	1.4213	81.04
1.4925	17.6	1.4199	80.83
1.492	17.8	1.4185	80.63
1.4915	18	1.4171	80.42
1.491	18.2	1.4157	80.21
1.4905	18.4	1.4143	80.01
1.49	18.6	1.4129	79.8
1.4895	18.8	1.4115	79.59
1.489	19	1.4101	79.39

Nota: Obtenido de National Research Laboratories- Ottawa

Las correcciones de temperatura son las siguientes: Gravedad específica = 0.0006 por °C o 0.00033 por °F; "Valor Brix = 0.9 por C o 0.05 por F; índice de refracción

= 0,00023 por °C o 0,00013 por °F. Si la temperatura es superior a 20 °C, agregue la corrección; si es inferior a 20 °C, reste la corrección.

Las muestras de Miel fueron trabajadas a una temperatura de 22.9°C medidos con un termómetro ambiental.

### **Determinación de las cenizas**

Se realizó por el método de incineración directa recomendado por A.O.A.C. N° 940.26 (2012) que consiste en calcinar la muestra a 525 °C por el tiempo de 3 horas. Luego por diferencia de peso se determina el porcentaje de cenizas presentes en la materia prima, que son las sustancias minerales no volátiles que quedan en la muestra después de la combustión.

Para la Miel se realizó según la metodología descrita por la AOAC 920.181 Ceniza de Miel. Se pesó 5 gramos de Miel en una capsula de platino, se secó la muestra a 60°C con calor indirecto, esta muestra quedo seca y ennegrecida. Se llevo a una mufla marca a combustión de la muestra a 600°C por 3 horas seguido se pasó a un desecador que enfríe y determinar el peso del residuo, hasta tener un peso constante y cenizas blancas. El contenido de cenizas se expresa en porcentaje de la masa y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Cenizas = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Donde: m es la masa de la capsula vacía en gramos

m<sub>1</sub> es la masa de la capsula conteniendo la muestra en gramos

m<sub>2</sub> es la masa de la capsula conteniendo las cenizas en gramos.

### **Densidad**

Se determinó por el método (AOAC, 2016), empleando un picnómetro para el Jengibre, los zumos de Naranja y Limón. Se determino mediante la diferencia de peso dividido por el volumen del picnómetro. Para la Miel la densidad se realizó con el valor de peso específico de la tabla 12.

### **Color**

Método color en sistema de coordenadas CIE L\*A\*B\*. La determinación del color siguió el procedimiento establecido por el fabricante. Los valores

presentados hacen referencia al SPIN (muestra con brillo). La calibración del equipo se llevó a cabo utilizando el estándar de color blanco proporcionado por el fabricante. Luego, se colocó la muestra en el soporte y se realizó la medición mientras estaba en contacto con la muestra. Una vez completada la medición, se emitió una señal sonora para indicar que el sistema estaba listo para efectuar más mediciones. Se anotó estos valores.

### **Determinación de azúcares reductores.**

Para el método DNS modificado de Miller. Consiste en preparar hidróxido de sodio disolviendo 0.8 gr en 25 mililitros de agua destilada. Se utilizó 0,5 gramos del reactivo 3,5 ácido dinitrosalicílico (DNS) marca CDH, 15 gramos de tartrato de sodio potásico tetrahidratado y se afloja hasta 50 ml con agua destilada, esta solución se realizó en un frasco ámbar y se almacena a 4°C. Luego se preparó glucosa a una concentración de 2 gramos por litro. Se realizó una curva con glucosa y DNS, se preparó 6 tubos de concentraciones 0.1 hasta 0.6 g/L y un tubo de blanco que solo contiene agua destilada, se midió 500 microlitros de los 7 tubos y se adicionó 500 microlitros de DNS a cada uno. Se llevó a 100 grados por 5 minutos, luego se enfrió con agua con hielo y se añadió 5ml de agua destilada para finalmente agitar con un vortex y llevar en la microplaca a medir Syner-gy H1, BioTek, EE. UU.) absorbancia a 540 nm.

La curva de glucosa nos dio una ecuación  $Y=0.5960X+0.045$  con un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.996$  y para reportar los miligramos de azúcares reductores.

Para las muestras en Miel se pesó 5 gramos de Miel fueron disueltos en 50 mL de agua, quedando una concentración de 0.1 g/mL, esta disolución se llevó a un tubo de ensayo y se mezcló con 1ml de reactivo DNS, se llevó a tratamiento térmico 90°C por 10 minutos, posteriormente se enfrió y se adicionó 7,5 mililitros de agua.

Para el zumo de Naranja, el zumo de Limón y el Jengibre se diluyó en mililitros de agua y se procedió a anotar su absorbancia.

### 3.3.4.2. Caracterización funcional de la materia prima y producto final

#### Determinación de la vitamina C

##### Preparación de reactivos

Se pesó 4 gramos de ácido oxálico y se diluyó en una fiola de litro con agua destilada, quedando preparado un litro de solución de ácido oxálico 0.4 % (p/v).

Se pesó 0.1 gramos de ácido ascórbico y se diluyó en una fiola de 100 ml, esta dilución se realizó con ácido oxálico al 0.4 % (p/v).

Por último, se preparó el colorante en una fiola de 500 mililitros pesando 0.006 gramos de reactivo 2-6 DFIF y aforando con agua destilada, se acondicionó la fiola con papel aluminio para evitar el ingreso de luz. Se llevó a refrigerar un día antes de utilizarlo.

##### Preparación de la curva estándar

Preparar en fioles de 10 mililitros 5 soluciones estándares a concentraciones de 1mg/100 ml, 2mg/100 ml, 3mg/100ml, 4mg/100ml y 5mg/100ml. Adicionando 100, 200, 300, 400 y 500 microlitros respectivamente de la solución previamente preparada de ácido ascórbico 0.1% (p/v) aforando a 10 ml completando con 9900, 9800, 9700, 9600, y 9500 microlitros de ácido oxálico 0.4% (p/v) previamente preparado. Estas 5 soluciones estándares se agitan en el vortex, en adelante serán llamadas solución estándar 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

**Tabla 13:**

*Concentración de soluciones para curva estándar de vitamina C*

<b>Solución estándar</b>	<b>Concentración</b>	<b>Contiene</b>
1	1 mg/100ml	100ul de ácido ascórbico + 9900ul de ácido oxálico.
2	2 mg/100ml	200ul de ácido ascórbico + 9800ul de ácido oxálico.
3	3 mg/100ml	300ul de ácido ascórbico + 9700ul de ácido oxálico.
4	4 mg/100ml	400ul de ácido ascórbico + 9600ul de ácido oxálico.
5	5 mg/100ml	500ul de ácido ascórbico + 9500ul de ácido oxálico.

Asimismo, se rotularon 12 tubos eppendorf de la siguiente manera. El punto L1 blanco se preparó en 2 tubos rotulados con L1a con 1000 microlitros de agua destilada y L1b que contenía 100 microlitros de ácido oxálico 0,4% (p/v) y 900

microlitros de colorante 2-6 DFIF previamente preparado. El punto L2 estándar 1, se preparó en 2 tubos rotulados con E1A que contenía con 100 microlitros del estándar 1 y 900 microlitros de agua destilada y E1B con 100 microlitros del estándar 1 y 900 microlitros de colorante. Este mismo procedimiento se realizó para los puntos L2 de las soluciones estándar 2, 3, 4 y 5 como se ve en la tabla 13. Se trabajo en condiciones de temperatura y luz controladas. (Ver anexo 4)

**Tabla 14:**

*Preparación de soluciones estándar para curva de vitamina C*

Punto del grafico	#	Rotulo	Contenido
L1	1	L1a	1000 µL agua destilada
	2	L1b	100 µL de ácido oxálico 0,4% (p/v) + 900 µL colorante 2-6 DFIF
L2 estándar 1	3	E1a	100 µL de Estándar 1 + 900 µL agua destilada
	4	E1b	100 µL de Estándar 1 + 900 µL colorante 2-6 DFIF
L2 estándar 2	5	E2a	100 µL de Estándar 2 + 900 µL agua destilada
	6	E2b	100 µL de Estándar 2 + 900 µL colorante 2-6 DFIF
L2 estándar 3	7	E3a	100 µL de Estándar 3 + 900 µL agua destilada
	8	E3b	100 µL de Estándar 3 + 900 µL colorante 2-6 DFIF
L2 estándar 4	9	E4a	100 µL de Estándar 4 + 900 µL agua destilada
	10	E4b	100 µL de Estándar 4 + 900 µL colorante 2-6 DFIF
L2 estándar 5	11	E5a	100 µL de Estándar 5 + 900 µL agua destilada
	12	E5b	100 µL de Estándar 5 + 900 µL colorante 2-6 DFIF

Terminado de llenar los tubos eppendorf se agregan a la microplaca de 96 pocillos adicionando 200 microlitros de cada tubo en cada pocillo por triplicado quedando listo para lectura en el multimodal (Syner-gy H1, BioTek, EE. UU.) a una absorbancia a 520 nanómetros. Para determinar la curva de vitamina C, se resta el L1 con el L2 de cada estándar. Se realiza una regresión lineal para determinar una ecuación la cual nos dio  $Y=0.0219X+0.0043$  con un coeficiente de determinación  $R^2 =0.9989$  con el cual la absorbancia (X) nos reporta los miligramos de ácido ascórbico por 100 mililitros de ácido oxálico (Y).

### **Preparación de la muestra**

Para la extracción de la vitamina C, Se peso 1 gramo en 7 mililitros de ácido oxálico para el zumo de Naranja y zumo de Limón, para la Miel se pesó 2 gramos en 7 mililitros de ácido oxálico 0.4% (p/v) para el Jengibre se pesó 3 gramos en 7 mililitros de ácido oxálico, estas diluciones se hicieron considerando los valores

teóricos de vitamina C de las materias primas. Estas diluciones se prepararon en tubos de falcón. Se procedió con a poner en un baño de ultrasonido por 10 minutos (Branson Ultrasonics modelo 5800 serie CPXH-E, EE.UU.), para luego ser llevado a centrifuga a 4000 rpm (Digicen 21 R, Orto Alresa, España) por 20 minutos, quedándonos con el sobrenadante listo para su lectura. Se adiciona el colorante y se preparar los blancos según tabla 14 finalmente se lectura en el multimodal (Syner-gy H1, BioTek, EE. UU.) a una absorbancia a 520 nanómetros. Los valores de absorbancia se presentan en miligramos de ácido ascórbico por cada 100 mililitros de ácido oxálico. Estos se multiplican por la dilución realizada al pesar la muestra para tener el valor en mg acido ascórbico por cada 100 gramos de zumo.

**Tabla 15:**

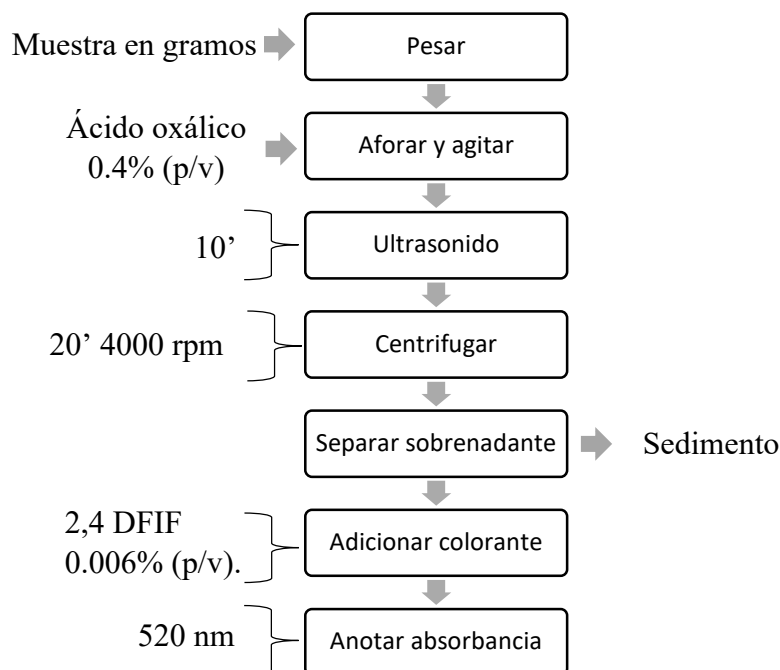
*Preparación de las muestras para vitamina C*

<b>Rotulo</b>	<b>#</b>	<b>Contiene</b>
<b>L1</b>	1	1000 µl agua destilada.
	2	100 µl ac. oxálico + 900 µl colorante.
<b>L2</b>	3	100 µl de Zumo de Limón + 900 µl agua destilada.
	4	100 µl de Zumo de Limón + 900 µl colorante.
<b>L3</b>	5	100 µl de Zumo de Naranja + 900 µl agua destilada.
	6	100 µl de Zumo de Naranja + 900 µl colorante.
<b>L4</b>	7	100 µl de Jengibre + 900 µl agua destilada.
	8	100 µl de Jengibre + 900 µl colorante.



**Figura 25:**

*Procedimiento para preparación de muestra para determinación de vitamina C*



### **Determinación de los polifenoles totales**

La cantidad de polifenoles totales (PT) se determinó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu adaptadas para un ensayo en placa de 96 pocillos por Nagaraj et al. (2022).

### **Preparación de reactivos**

Se preparó ácido gálico a una concentración de 450 µg/ml, pesando 0.225 gramos de ácido gálico en 50 ml de agua destilada, de igual manera se preparó carbonato de sodio al 20% (p/v) en una fiola de 20 ml, y por último se preparó el reactivo Folin Ciocalteu a una concentración 2N.

Se preparó los reactivos para la extracción de las muestras, se preparó una solución de Metanol/Agua 50/50 (v/v), la cual se acidificó con hidróxido de cloro 2N hasta llegar a pH de 2, asimismo se preparó una solución acetona/agua 70/30 (v/v).

### **Preparación de la curva estándar**

Se colocó 6 tubos eppendorf y se adicionó diferente cantidad de ácido gálico a para preparar diferentes concentraciones, se hace reaccionar con 100 microlitros de Folin Ciocalteu, dejar reaccionar 5 minutos para luego adicionar 50 microlitros

de la solución carbonato de sodio a todos los tubos, por último, se adiciona el agua destilada, de igual manera se realizó un blanco que solo contenía agua destilada y carbonato de sodio como se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16:**  
*Concentración de soluciones para curva estándar de Polifenoles*

Patrones	Acido gálico (µg/ml)	Acido gálico (µl)	Folin Ciocalteu (µl)	Carbonato de sodio (µl)	Agua destilada (µl)	Total (µl)
1	7.2	20	100	50	1080	1200
2	14.4	40	100	50	1060	1200
3	21.6	60	100	50	1040	1200
4	28.8	80	100	50	1020	1200
5	36	100	100	50	1000	1200
6	Blk	0	100	50	1100	1200

Terminado de llenar los tubos eppendorf se deja reaccionado las mezclas por dos horas por último agregan a la microplaca de 96 pocillos adicionando 200 microlitros de cada tubo en cada pocillo por triplicado quedando listo para lectura en el multimodal (Syner-gy H1, BioTek, EE. UU.) a una absorbancia a 765 nanómetros. Para determinar la curva estándar polifenoles totales, se resta la absorbancia del promedio de blanco (BLK) con la absorbancia de cada estándar. Se realiza una regresión lineal para determinar una ecuación la cual nos dio  $Y=0.053X-0.0365$  con un coeficiente de determinación  $R^2=0.9997$  con el cual la absorbancia (Y) nos reporta los miligramos equivalentes de ácido gálico por mililitros de muestra (X) para medir el contenido fenólico total de las muestras de prueba.

### **Preparación de la muestra**

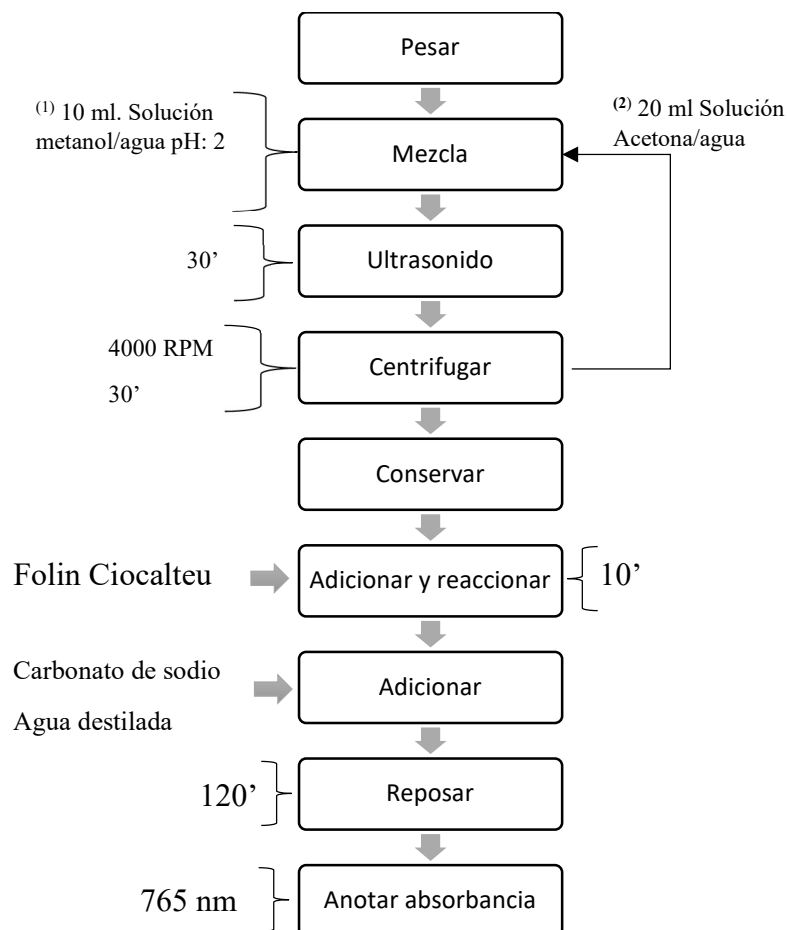
Para la preparación de la materia prima se trabajó con el diagrama descrito en la figura 26. En tubo de falcón se pesó 5 gramos de las muestras de zumo de Naranja, zumo de Limón y concentrado de Jengibre, a cada tubo se adiciono 10 mililitros de solución metanol/agua de pH 2, seguido se llevó a baño ultrasónico por 30 minutos, pasado ese tiempo se centrifugo a 4000 RPM (Digicen 21 R, Orto Alresa, España) por 30 minutos, el sobrenadante se llevó a refrigeración, el sedimento resultante se le agrego 20 mililitros de acetona/agua y se llevó nuevamente a ultrasonido y centrifuga bajo los mismos parámetros descritos anteriormente. El nuevo sobrenadante se mezcló con el que se quedó en refrigeración.

## Preparación de la muestra para lectura

Se diluyó la muestra extraída con agua destilada, de la muestra diluida se extrajo 800 microlitros y se hizo reaccionar con 100 microlitros del reactivo Folin Ciocalteu, se dejó reposar por 5 minutos, pasado este tiempo se adiciono 50 microlitros de carbonato de calcio y 300 microlitros de agua destilada. Se dejó reposar por 2 horas a temperatura ambiente y en un ambiente oscuro. Se extrajo una alícuota de 200 microlitros para lectura en el multimodal una absorbancia de 765 nanómetros. Estas lecturas de absorbancia se llevaron a la ecuación del estándar para obtener la cantidad de polifenoles totales presentes en las muestras en miligramos equivalentes de Acido Gálico por mililitros de muestra.

**Figura 26:**

*Procedimiento para preparación de muestra para determinación de polifenoles totales*



### **3.3.4.2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

#### **Evaluación de variables respuesta**

##### **Determinación de vitamina C**

Para el análisis de vitamina se utilizó el método de diclorofenol indofenol descrito anteriormente, se preparó la muestra de 13 tratamientos del diseño de experimentos, estas formulaciones se realizaron en el laboratorio de Bioprocesos del ITTA como se muestra en el anexo 4.

##### **Análisis de contenido de polifenoles totales**

La cantidad de polifenoles totales (PT) se determinó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu con algunas modificaciones de Nagaraj et al. (2022) adaptadas para un ensayo en placa de 96 pocillos. Se preparó las 13 formulaciones del diseño de experimentos, estas formulaciones se realizaron en el laboratorio de Bioprocesos del IITA como se muestra en el anexo 5.

##### **Aceptabilidad general**

La prueba de aceptabilidad general se realizó en la planta piloto de la Universidad Nacional del Santa. Se usó una ficha de evaluación sensorial con una escala hedónica no estructurada (recta continua de 15 cm donde 0 equivale a "me desagrada mucho", 7.5 a "me es indiferente" y 15 "me agrada mucho") para expresar la aceptabilidad sensorial de cada panelista (Anexo 6). Para lo cual se utilizó 37 panelistas semi-entrenados consumidores de bebidas cítricas, con la finalidad de determinar en las 13 formulaciones cuál es la más aceptable o el preferido.

##### **Vida útil**

La mejor formulación fue sometida a análisis fisicoquímicos (Acidez, brix y pH) y análisis microbiológicos para determinar su vida útil en tiempo real comparándolos con los máximos permisibles en la norma NTS-071-MINSA/DIGESA "Norma que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".

**Figura 27:**

*Criterios microbiológicos para bebidas*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	-

R.M. N° 591 – 2008 – MINSA

Donde categoría se refiere al grado de riesgo que representan los microorganismos en relación a sus condiciones de manipulación y consumo de la bebida. El número de unidades de muestras seleccionadas al azar de un lote es “n” y c es el máximo de unidades rechazables

Para los análisis fisicoquímicos se controló en 12 días el pH y la acidez a una temperatura de refrigeración y a dos grupos con y sin ultrasonido. Los ensayos microbiológicos se realizaron en el laboratorio externo COLECBI, se realizó a la bebida funcional en envases de vidrio de 125 mL, en 2 fechas que fueron el **día 0** miércoles 15 de noviembre 2023 y **día 7** miércoles 22 a temperatura de refrigeración 5°C.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 Caracterización fisicoquímica de la materia prima

Los zumos de Naranja, Limón, Jengibre, y la Miel fueron caracterizadas todas por triplicado respecto a los análisis de humedad, cenizas, grados brix, porcentaje acidez, pH. También, se midió del fruto completo su calibre y peso promedio. En la Tabla 18, 19 y 20 se muestran los resultados obtenidos de dichos análisis.

**Tabla 17:**

*Características fisicoquímicas de las materias primas*

<b>Características Fisicoquímica</b>	<b>Naranja/Zumo de Naranja*</b>	<b>Limón/Zumo de Limón*</b>	<b>Jengibre</b>
Humedad (%)	89.32 ± 0.36	92.34 ± 0.09	71.23 ± 2.65
Cenizas (%)	0.59 ± 0.06	0.74 ± 0.02	1.61 ± 0.17
Brix*	11.17 ± 0.29	8.17 ± 0.06	1.47 ± 0.06
Acidez (%) *	0.91 ± 0.01	7 ± 0.07	0.19 ± 0.01
pH*	3.76 ± 0.07	2.37 ± 0.04	6.7 ± 0.3
Peso promedio (g)	219.3 ± 25.31	33.37 ± 3.97	300.4 ± 16.98
Diámetro	64.71 ± 0.56	35.75 ± 1.33	Na

Nota: las características con asterisco (\*) fueron medidas directamente en el zumo, Na: no aplica, los resultados se expresan en promedio ± D.E.

Se caracterizo la Naranja como fruto, reportando valores de 89.32% de humedad y 0.59% de cenizas, este valor es cercano al de humedad 88.5% y 0.6% cenizas el cual fue reportado por el INS (2017) en sus tablas de composición, pero mucho mayor a los reportados por Lacuesta (2021) que presento una humedad de 84.34% y 0.45%. La humedad es un parámetro que varía según la especie y las condiciones de almacenamiento del fruto (Duran & Luz, 2013) para esta investigación se utilizaron Naranjas expandidas con buen almacenamiento. En cuanto al zumo de Naranja basándonos en la relación de la acidez y el brix nuestra muestra tuvo una acidez de 0.91% y 11.7 grados brix. Según Duran & Luz (2013) la muestra está en su primer estado de maduración relacionado al indicador índice de madurez (IM) de 12 donde los autores reportaron un peso promedio

de 158.9 gramos y diámetro de 67 mm un calibre 9 según NTP 011.023 2014 en nuestro caso el peso promedio fue de 219.3 y el diámetro fue de 64.71 mm de calibre 8 según NTP 011.023 2014, lo que nos indica una muestra de mayor peso y menor diámetro en el mismo estado de maduración. En cuanto el pH se obtuvo un valor de 3.76 es cercano con lo obtenido por Zapata & Sunción (2021) el cual reporta un pH de 3.87. La especie es la misma pero los valores varían por el lugar de producción.

Se caracterizo el Limón como fruto, reportando valores de 92.34% de humedad y 0.74% de cenizas, este valor difiere al de humedad 85.15% y 0,46% cenizas el cual fue reportado por Talavera (2018) y es más cercano a la humedad de 89.3% pero difiere en la cantidad de cenizas 0.3% reportado por el INS (2017). En cuanto al zumo de Limón se obtuvo una acidez de 7.00 %, un pH de 2.37 y 8.17 grados brix. Los valores de acidez son similares a los reportados por Domínguez (2014) quien reporta una acidez de 6.7% y difieren en los grados brix reportados por Riera et al. (2022) que reporto 6.2 grados brix, pero el valor de pH es similar, el pH reportado por Riera que es de 2.39. Esta información de contenido de grados brix en frutas cítricas varía en dependencia de la madurez del fruto y con el tiempo de almacenamiento. El peso promedio y diámetro del Limón usado en esta investigación fueron de 33.37 gramos y 35.75 mm que según la NTP 011.006 2005 corresponde a un calibre D. Con el peso promedio registrado debería haber entre 29 y 30 unidades por cada kilogramo lo que difiere con lo reportado por el INDECOPI (2014) que nos dice que para un calibre D debe haber entre 34 y 39 unidades por kilogramo según su diámetro ecuatorial esta diferencia se debe a una variación del peso de la especie y a su contenido de zumo o humedad del fruto.

Se caracterizo el Jengibre o kion, reportando valores de 71.23% de humedad y 1.61% de cenizas, este valor es cercano al de humedad entre 71% a 89% y el de cenizas entre 0.63% y 1.19% reportado Jaimez-Ordaz et al. (2021). Las variaciones en la humedad y las cenizas del Jengibre se deben a diversos factores, como la especie, madurez, ubicación del cultivo, condiciones del entorno agrícola, manejo posterior a la cosecha y el estado del producto (fresco, seco o procesado).

En cuanto a la acidez, el ácido predominante en el Jengibre según la bibliografía es el ácido oxálico y el porcentaje se expresa en base a este, teniendo un 0.19% de acidez y 1,47 grados brix. Según Godoy (2022) difiere con los valores de brix, reportando 3.03 grados brix, pero concuerdan con los valores de acidez y pH, reportando una acidez de

0.1% y 5,9 de pH. Los grados brix representan los sólidos solubles una mayor cantidad de solidos nos indica un rizoma con una mayor cantidad de componentes disueltos. Estos datos son importantes para la elaboración de la bebida. Ya que la normativa de bebidas nos indica un valor adecuado de pH, acidez y grados brix final del producto.

El peso promedio de 300.4 gramos que según la NTP 209.202 2021 es de un calibre A, este calibre a diferencia de los frutos se da en base al peso ya que el Jengibre es amorfo. En nuestro caso el peso promedio fue mayor al reportado por Jaimez-Ordaz et al. (2021), esto se debe a que los rizomas de Jengibre utilizados en esta investigación tuvieron mayores medidas de ancho alto y espesor. Estos valores cambian según el cultivo y condiciones de cosecha.

**Tabla 18:**

*Características fisicoquímicas de la Miel*

<b>Características Fisicoquímica</b>	<b>Miel de abeja</b>
Humedad (%)	16.07 ± 0.12
Cenizas (%)	0.2 ± 0.01
Brix	82.27 ± 0.12
Acidez (mEq ácido /kg)	34.67± 0.06
pH	2.71 ± 0.01
Azúcares reductores	65.02 ± 0.3

Nota: Los resultados se expresan en promedio ± D.E.

Se caracterizo la Miel, reportando valores de 16.07 % de humedad y 0.2% de cenizas, este valor es cercano al de humedad 14.1% y 0.3% cenizas el cual fue reportado por INS (2017) pero difiere del valor reportado por Avilés y Matos (2019) quien reporta una humedad de 14.53% y 0.93% de cenizas. La humedad de la Miel es un indicador de calidad que nos indica la madurez, una Miel entre 16% y 18% de humedad es una Miel lista para su venta si la humedad es mayor una humedad mayor a 18% la Miel puede fermentarse. Es importante indicar que se usó un refractómetro para medir el índice de refracción y se usó la tabla 12 para determinar el contenido de humedad. La ceniza son un parámetro que nos indica las sustancias minerales no volátiles que quedan después de la combustión orgánica, este parámetro está relacionado con la limpieza y debe ser como máximo en Miel de flores un 0,6% y en mezclas de Miel debe tener un máximo de 1%.



En cuanto a la acidez se midió en miliequivalentes de ácido glucónico por kilogramo y se obtuvo 34.67 mEq/kg este parámetro debe ser menor a 40 mEq/kg en una Miel sin fermentar o una Miel madura según Codex Alimentarius (2019). En el brix se obtuvo 82.27 grados brix esto es mayor a los reportados por Avilés y Matos (2019) quienes reportan 76 grados brix. En cuanto el pH se obtuvo un valor de 2.71 que difiere lo obtenido por Godoy (2022) quien reporta rangos de pH desde 3.3 y 5.3 este valor cambia dependiendo la ecorregión, en el litoral central es donde la Miel reporto valores de 3.61. En general por debajo de pH 4,5 los microorganismos patógenos no muestran actividad (Perico et al. 2011).

El color de la Miel viene principalmente de los pigmentos de las plantas usadas por las abejas, no siendo un indicador de calidad, sino de preferencia comercial, ya que la gente suele preferir Miel más claras.

Los valores de color en el espacio CIELab se muestran en la tabla 19. Estos valores difieren a los reportados por Godoy (2022) en cuanto a luminosidad L\* reporta valores mínimos de luminosidad 43.49, en el caso de la coordenada a\* si concuerda con los valores de color de la Miel más oscura reportada por Godoy, pero para la coordenada b\* este valor es inferior al reportado en las Miel estudiadas. El valor de  $\Delta E$  nos indica que entre muestras no hay mucha diferencia de color. El croma es inferior a los reportados por Godoy, pero el valor del tono si ingresa entre los valores que reporto, ya que este reporto valores entre 62.17 y 88.039. En la imagen 28 se muestra las coordenadas CIELab convertidas a RGB para ver la gama de color donde se encuentra nuestra Miel.

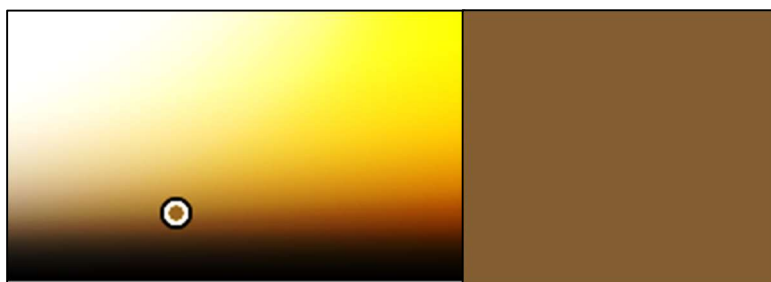
**Tabla 19:**

*Color en espacio CIELab de la Miel*

<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b><math>\Delta E</math></b>	<b>Croma</b>	<b>Tono</b>
22.21 ± 0.01	0.99 ± 0.01	8.87 ± 0.01	0.09 ± 0.00	8.93 ± 0.01	83.64 ± 0.01

Nota: Los resultados se expresan en promedio ± desviación estándar

**Figura 28:**  
*Color RGB de la Miel*



Nota: color transformado a color RGB

**Tabla 20**  
*Características funcionales de las materias primas*

<b>Características Funcionales</b>	<b>Zumo Naranja</b>	<b>Zumo de Limón</b>	<b>Jengibre concentrado</b>	<b>Miel</b>
vitamina C (mg /100 ml)	40.79 ± 7.67	24.45 ± 0.18	1.78 ± 0.32	5.51 ± 0.58
Polifenoles totales (mg E.A.G/100g)	14.82 ± 0.71	6.02 ± 0.25	47.05 ± 0.75	5.53 ± 0.13

Nota: Los resultados se expresan en promedio ± desviación estándar

La caracterización de la materia es de importancia para calcular la cantidad de materia necesaria en la producción y de esta manera poder estandarizar las formulaciones de la bebida funcional. Luego de la caracterización fisicoquímica también se realizó la caracterización funcional en base a sus polifenoles totales y vitamina C del zumo de Naranja, zumo de Limón, Jengibre concentrado y la Miel.

En el caso de la Naranja, se extrajo el jugo para realizar los análisis de vitamina C y polifenoles, teniendo 40.79 mg de vitamina C por cada 100 ml de zumo. Este valor es cercano al presentado por Terán & Alexander (2022) quien reporta 50.2 mg, los valores de vitamina C pueden variar desde 40 a 70 mg según el estado de maduración, Naranjas más maduras tienen más contenido de vitaminas según señala el mismo autor. La variedad es la misma trabajada y se menciona en las características nuestra Naranja estaba en un primer estado de maduración. Mientras tanto la cantidad de polifenoles reportado es de 14.83 mg equivalente de ácido gálico/100 g (mg EAG/100g) que difiere con el valor reportado por Cabrera (2015) que reporta valores de 50.8 mg EAG/100ml a temperatura ambiente. Esto se debe que es distinto el método de medición que Cabrera realizo

directamente al zumo y en esta investigación se realizó con doble extracción de metanol y acetona.

Para el Limón se extrajo el jugo para realizar los análisis de vitamina C y polifenoles, teniendo 24.45 mg de vitamina C por cada 100 ml de zumo. Este valor es cercano al presentado por Domínguez & Ordoñez (2018) quienes reportan 21,1 mg vit.C/100 ml de zumo, en los valores de vitamina C. Mientras tanto la cantidad de polifenoles reportado es de 6.02 mg EAG/100g que difiere con el valor reportado por Medina (2017) que reporta valores de 8.10 mg EAG/g a temperatura ambiente. Esto se debe que es distinto el método de medición que realizó Medina fue por una extracción asistida por ultrasonido y en esta investigación se realizó con doble extracción de metanol, acetona y ultrasonido.

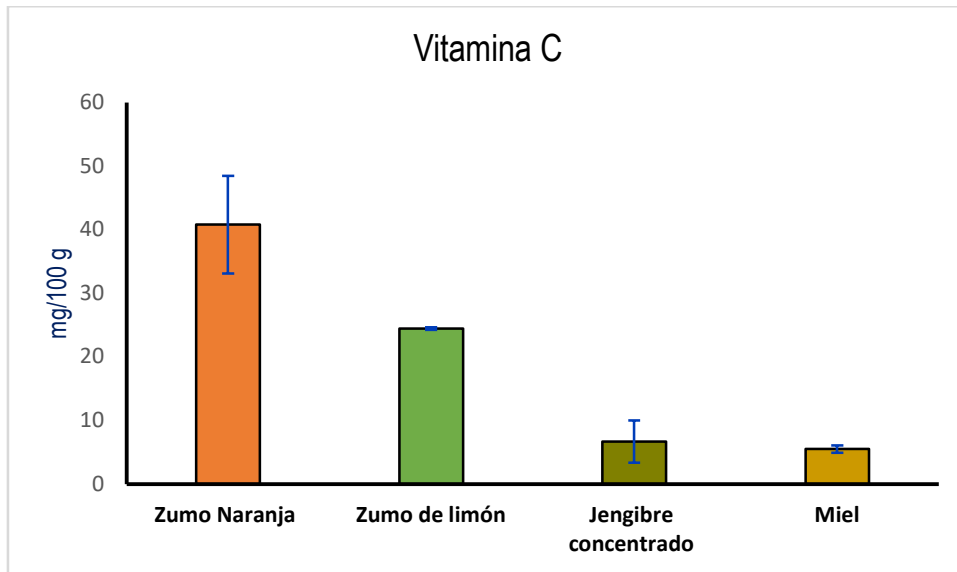
El Jengibre se pelo y se licuo junto con agua 50% (p/v) o dilución 1:2 los resultados expresados están multiplicados por su dilución para vitamina C y polifenoles, teniendo 1.78 mg de vitamina C por cada 100 gramos de muestra. Este valor difiere al presentado por INS (2017) quien reporta 0.93 mg/100g mientras tanto la cantidad de polifenoles reportado es de 47.05 mg EAG/100g que difiere con el valor reportado por Ozola et al. (2019) que reporta valores de 73.6 mg EAG/100g, el autor menciona que los valores dependen mucho del método de extracción. Los científicos Kumari y Gupta (2016) de la India informaron valores más altos de fenoles totales en el polvo de raíz de Jengibre, respectivamente 776,2 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, DW. Sucesivamente Ghasemzadeh et al. (2010) de la Universidad Putra Malasia informó valores más bajos; fenoles totales del Jengibre fue 39,1 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>.

Para la Miel se midió directamente, para realizar los análisis de vitamina C y polifenoles, teniendo 5.51 mg de vitamina C por cada 100 gramos de muestra. Este valor mayor al presentado por INS (2017) quien reporta desde 1.3 mg. Mientras tanto la cantidad de polifenoles reportado es de 5.53 mg EAG/100g que coincide con el valor reportado por Ormeño et al. (2021) que reporta valores de 5.51 mg EAG/100ml.

En la figura 29 podemos ver la comparativa de vitamina C presentes en la materia prima utilizada para la formulación de la bebida funcional de esta investigación, donde destaca la Naranja, existiendo una diferencia significativa en el contenido de vitamina C con las demás materias. ( $p > 0.05$ )

**Figura 29:**

*Contenido de vitamina C de las materias primas*

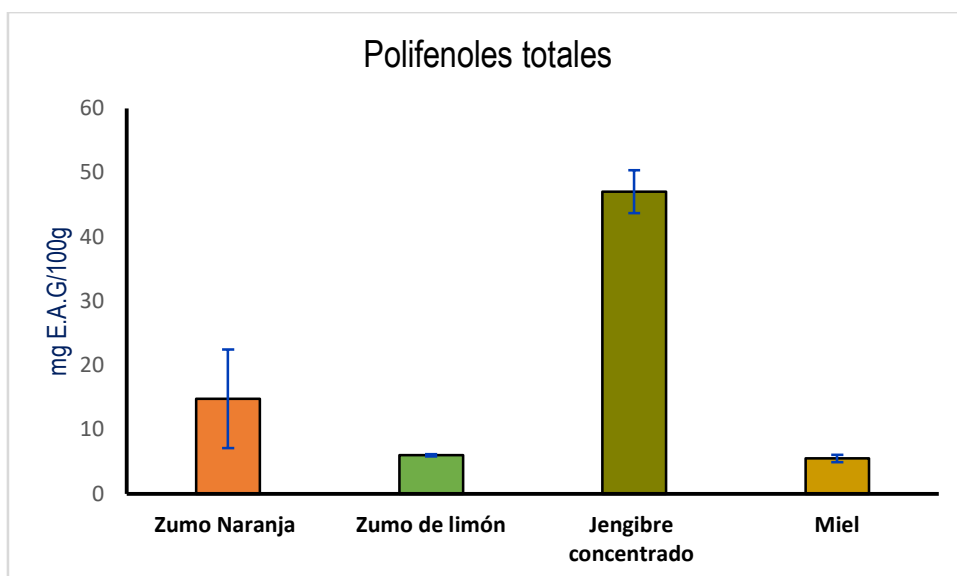


Nota: se muestra en una línea azul la desviación estándar.

De igual manera en la figura 30 podemos ver la comparativa de polifenoles totales presentes en la materia prima utilizada para la formulación de la bebida funcional de esta investigación, donde destaca el Jengibre, existiendo una diferencia significativa en el contenido de vitamina C con las demás materias. ( $p > 0.05$ )

**Figura 30:**

*Contenido de polifenoles totales de las materias primas*



Nota: se muestra en una línea azul la desviación estándar.

Para evaluar la interacción de los ingredientes en las variables respuesta se realizó las corridas del diseño de mezclas que nos proporcionan distintas formulaciones, en las cuales se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 21. Donde se muestra valores de contenido de vitamina C, polifenoles totales y aceptabilidad de cada formulación.

**Tabla 21:**  
*Resultados de las formulaciones del diseño experimental*

Mezcla	Componente			Respuesta		
	Zumo de Naranja (ml)	Zumo de Limón (ml)	Concentrado de Jengibre (ml)	vitamina C (mg/100ml)	Polifenoles totales (mg EAG/ 100g)	Aceptabilidad (Escala 0-10)
1	30.00	30.00	30.00	15.13 ± 1.11	7.46 ± 0.26	4.05 ± 2.08
2	0.00	45.00	45.00	13.97 ± 2.16	5.29 ± 0.17	2.22 ± 1.44
3	90.00	0.00	0.00	35.46 ± 0.82	14.82 ± 0.71	7.85 ± 1.22
4	45.00	0.00	45.00	14.47 ± 2.17	8.49 ± 0.34	2.96 ± 1.91
5(R)	90.00	0.00	0.00	30.97 ± 6.71	15.65 ± 0.1	7.65 ± 1.54
6	15.00	60.00	15.00	22.33 ± 0.18	6.05 ± 0.17	2.26 ± 2.08
7	60.00	15.00	15.00	27.41 ± 0.86	11.15 ± 0.31	4.9 ± 1.94
8	0.00	90.00	0.00	20.72 ± 0.62	4.83 ± 0.3	2.4 ± 1.68
9 (R)	0.00	90.00	0.00	24.45 ± 0.18	6.02 ± 0.25	1.97 ± 1.56
10	0.00	0.00	90.00	1.79 ± 0.32	5.12 ± 0.12	1.34 ± 1.18
11	45.00	45.00	0.00	30.52 ± 0.31	9.6 ± 0.27	3.58 ± 2.39
12 (R)	0.00	0.00	90.00	1.95 ± 0.24	5.39 ± 0.13	1.46 ± 1.26
13	15.00	15.00	60.00	10.2 ± 1.3	6.24 ± 0.26	2.57 ± 2.08

Nota: Los resultados se expresan en promedio ± desviación estándar

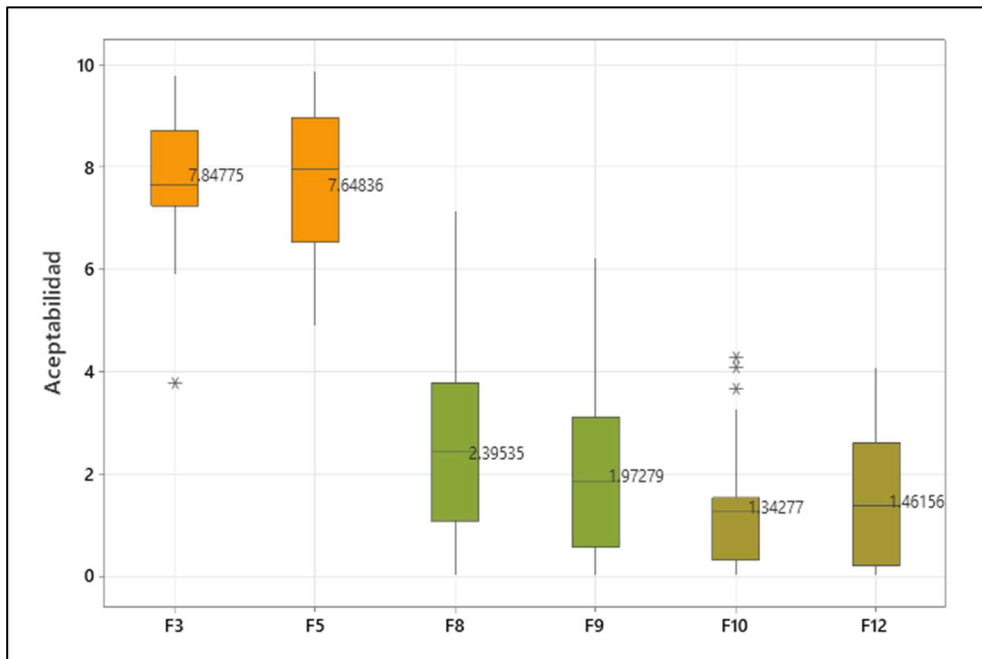
En la tabla 21 vemos que la mezcla 3 es la que presenta mayores valores de vitamina C y aceptabilidad, la muestra 5 mayor valor de polifenoles totales. Ambas mezclas son las que solo contiene el zumo de Naranja, mientras que el menor valor de vitamina C son la mezcla 10 y 12, en polifenoles totales la mezcla 8, que es la mezcla que solo contiene Limón, y en cuanto a la aceptabilidad la muestra de menor valor es la mezcla 10 que solo contiene Jengibre.

En la figura 31 se comparan las mezclas de un solo componente para aceptabilidad, destacando la mezcla que solo contiene el zumo de Naranja (F3 y F5). En la figura 32 se comparan las muestras de dos componentes, para aceptabilidad. Destacando la mezcla de

Naranja con Limón (F11) seguido por Naranja con Jengibre (F4). Por último, en la figura 33, se comparan las mezclas de tres componentes para aceptabilidad destacando la mezcla de mayor contenido de Naranja (F6) con 66% de Naranja y 33.3% de Limón y Jengibre.

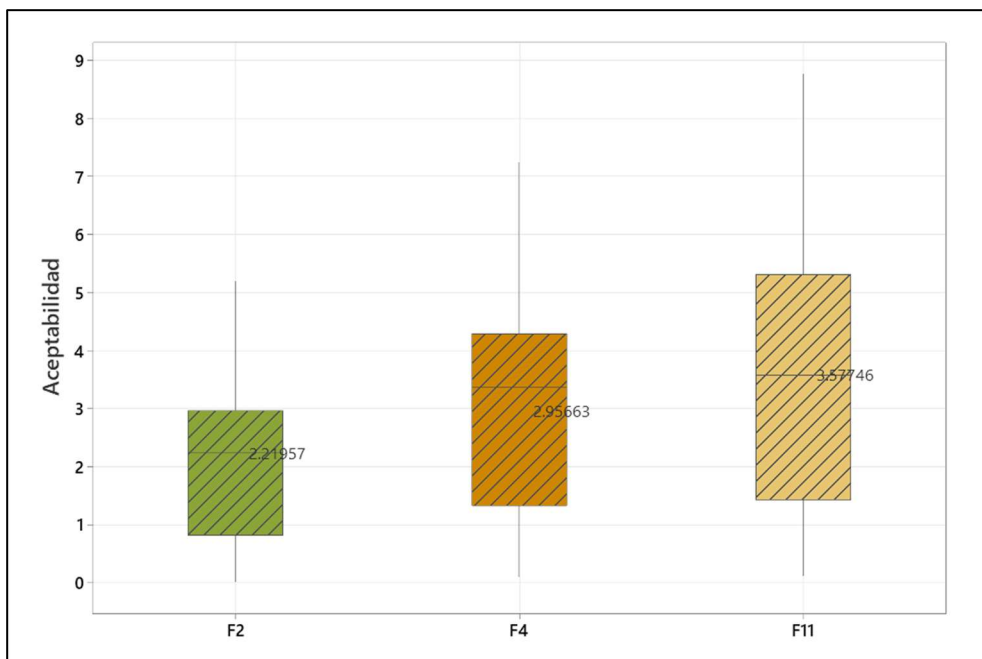
**Figura 31:**

*Diagrama boxplots de las mezclas de un solo componente.*



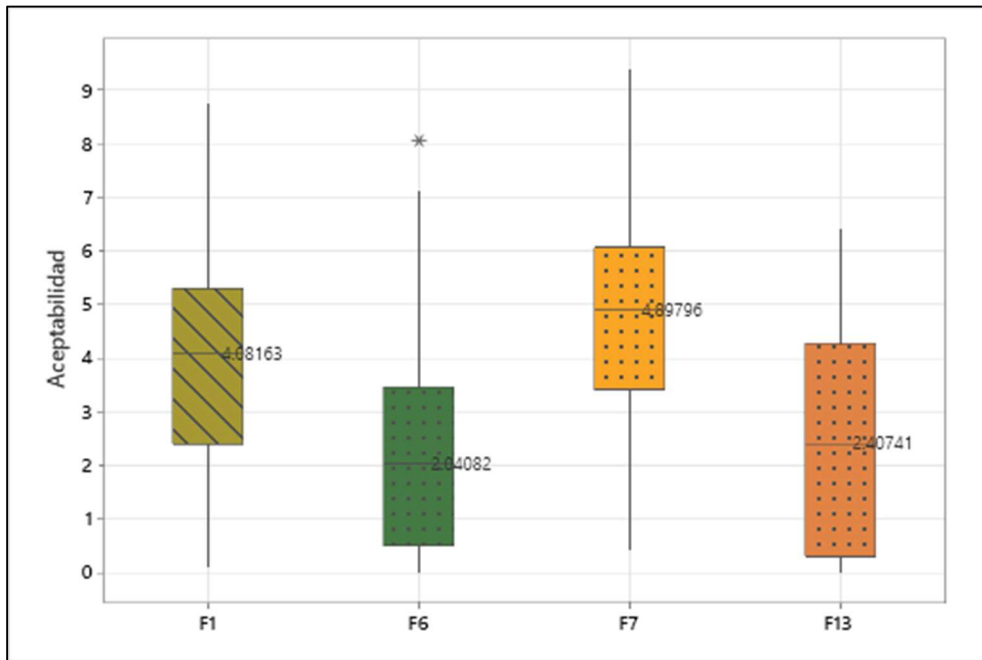
**Figura 32:**

*Diagrama boxplots de las muestras de dos componentes.*



**Figura 33:**

*Diagrama boxplots de las muestras de tres componentes.*

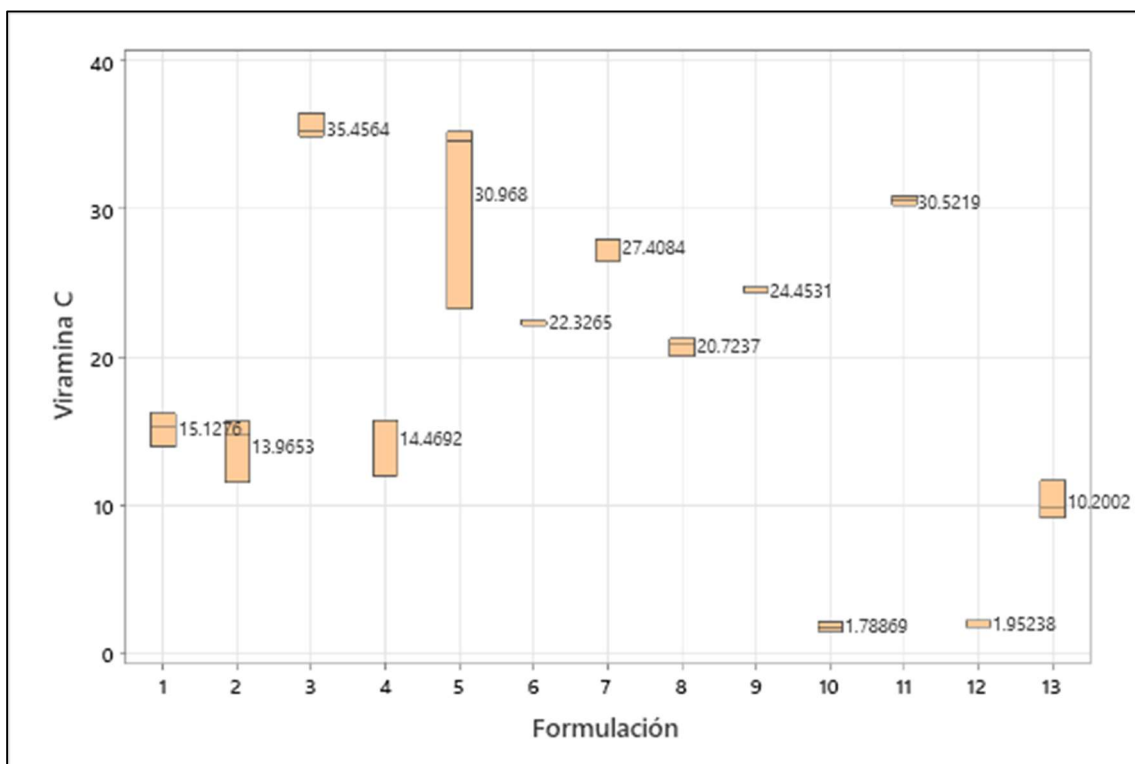


En la figura 33, también destacan las mezclas F1 que es la de igual proporción 33.3% de Naranja Limón y Jengibre. De las mezclas que tienen menor contenido de Naranja destaca la mezcla F13 que contiene 66.6% de concentrado de Jengibre y 33.3% de Limón y Naranja, teniendo una mayor aceptabilidad que la mezcla F6 que contiene 66.6% de zumo de Limón y 33.3% de zumo de Naranja y concentrado de Jengibre. Estos resultados los contrastamos con los obtenidos por Tiencheu et al., (2021) quien comparo 30 formulaciones de las cuales 27 formulaciones con porcentajes de 5 a 50% de zumo de Naranja y zumo de Limón, 5% de Jengibre y 10% de Miel y la comparo con tres marcas, la mayor aceptabilidad se dio en las muestras M8 que contenía 5ml de Naranja y 5ml de Jengibre, M13 que contenía 10ml de Naranja y 5ml de Jengibre, luego la M2 que era una marca comercial, M22 contenía 5 ml de Limón y 5 ml de Jengibre y M27 que contenía 10 de Limón y 5 de Jengibre. Lo cual nos indica que la combinación de la Naranja y el Jengibre es más aceptable que el Limón y el Jengibre.

Para la vitamina C se compararon las 13 formulaciones destacando la formulación 3 y 5 que son las que solamente tienen Naranja, seguido de la formulación 11 que es la que tenía la mezcla de Naranja y Limón, asimismo la formulación 7 que contenía los tres componentes. Estos resultados los contrastamos con los obtenidos por Tiencheu et al., (2021) quien comparo 30 formulaciones de las cuales 27 formulaciones con porcentajes de 5 a 50% de zumo de Naranja y zumo de Limón, 5% de Jengibre y 10% de Miel y la

comparo con tres marcas, la mayor cantidad de vitamina C se dio en las muestras M8 con 12 mg/100 ml muestra que contenía 5ml de Naranja y 5ml de Jengibre, M13 con 11 mg/100ml que contenía 10 ml de Naranja y 5ml de Jengibre, luego la M27 con 10 mg/100ml que contenía 10 de Limón y 5 de Jengibre. M21 con 9 mg/100ml que contenía 10 ml de Limón y 5 ml de Jengibre y M22 con 8 mg/100ml que contenía 5 ml de Limón y 5 ml de Jengibre. Lo cual nos indica que tuvieron valores mayores de vitamina C en las muestras que contienen Naranja. En todas nuestras formulaciones tuvimos valores mayores a los reportados por Tiencheu et al.

**Figura 34:**  
*Diagrama boxplots de las formulaciones respecto a la vitamina C*

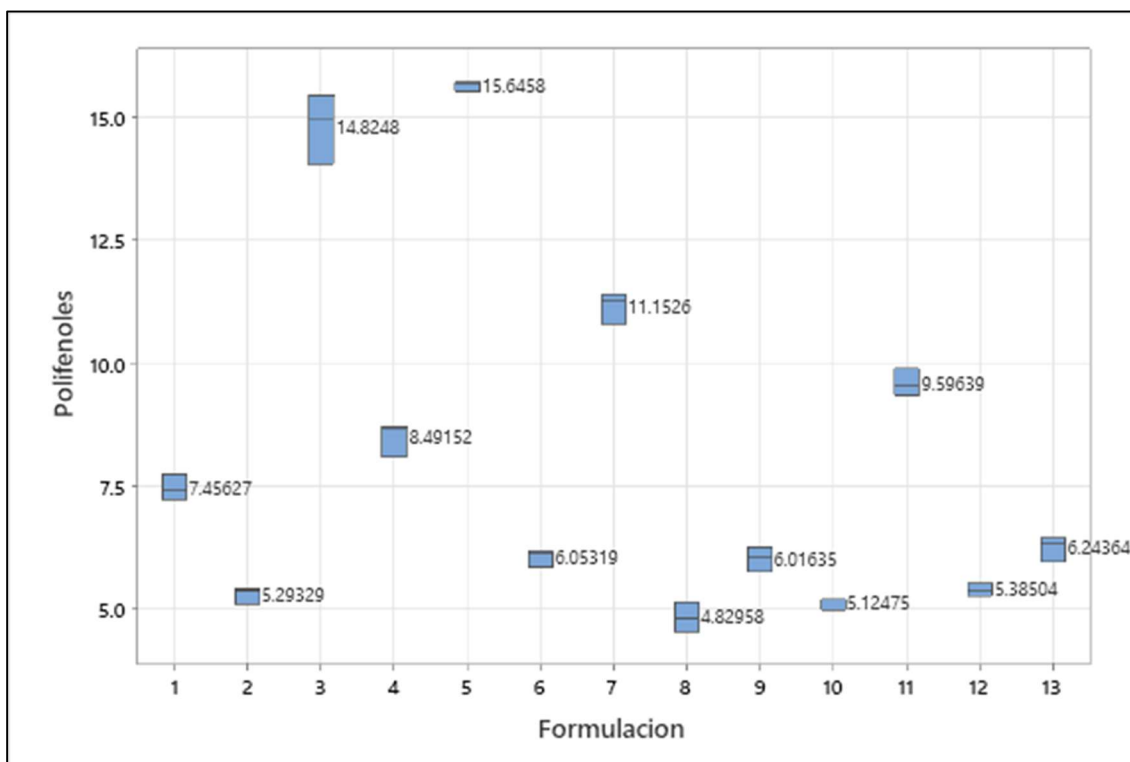


Nota: los valores son expresados en mg/100ml



**Figura 35:**

*Diagrama boxplots de las formulaciones respecto a los polifenoles totales*



Nota: Nota: los valores son expresados en mg/100g

Para los polifenoles se compararon las 13 formulaciones destacando la formulación 3 y 5 que son las que solamente tienen Naranja, seguido de las formulaciones 7 es la que tenía la mezcla de Naranja y Limón, y la formulación 11 que contenía los tres componentes. Estos resultados los contrastamos con los obtenidos por Tiencheu et al., (2021) quien comparo 30 formulaciones de las cuales 27 formulaciones con porcentajes de 5 a 50% de zumo de Naranja y zumo de Limón, 5% de Jengibre y 10% de Miel y la comparo con tres marcas, la mayor cantidad de polifenoles totales se dio en las muestras M8 con 12 mg EAG/100 ml muestra que contenía 5ml de Naranja y 5ml de Jengibre, M13 con 48 EAG mg/100ml que contenía 10 ml de Naranja y 5ml de Jengibre, luego la M27 con 31 mg/100ml que contenía 10 de Limón y 5 de Jengibre. M21 con 40 mg/100ml que contenía 10 ml de Limón y 5 ml de Jengibre y M22 con 32 mg EAG/100ml que contenía 5 ml de Limón y 5 ml de Jengibre. Lo cual nos indica que tuvo valores mayores de polifenoles totales en las muestras que contienen Naranja y Jengibre. En todas nuestras formulaciones tenemos valores menores a los reportados por Tiencheu et al.

## 4.2 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en el contenido de vitamina C.

Como segundo objetivo específico tenemos el determinar la interacción de los componentes del zumo que son de mayor influencia para la variable respuesta vitamina C, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para un modelo de regresión lineal que fue el de mayor ajuste con valor p de 0.0001 ( $p < 0.05$ ) que nos indica que la respuesta de la vitamina C se ajusta a un diseño de mezclas lineal como se ve en la tabla 22.

**Tabla 22:**

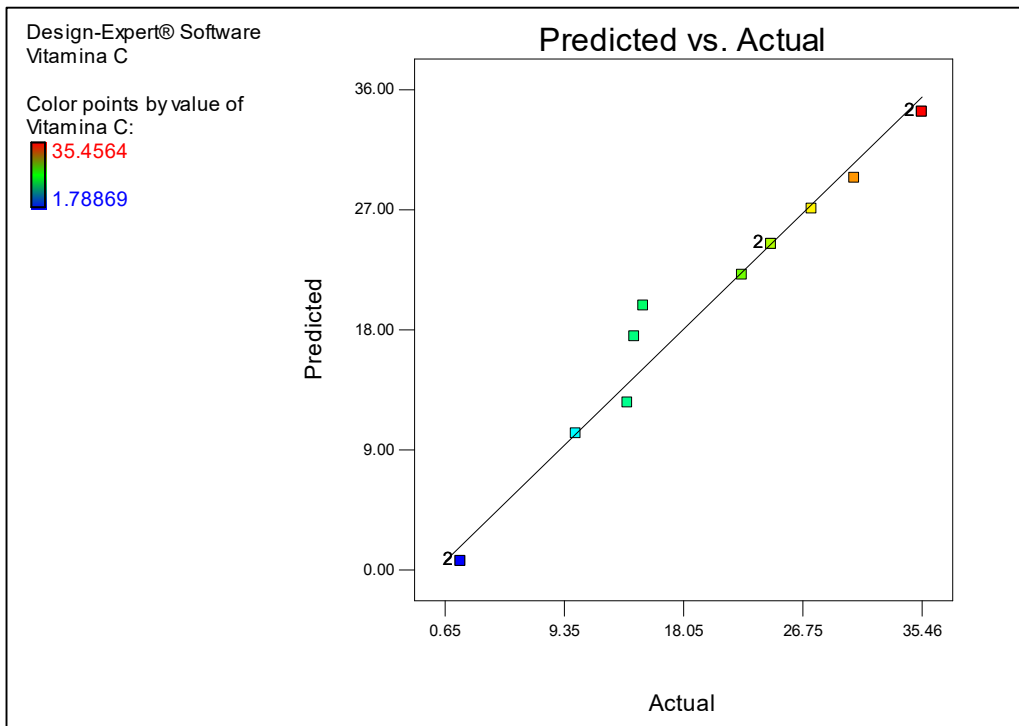
*Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas lineal para la variable respuesta vitamina C*

Critero	Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrática	F Value	P-Value	Nivel
<b>vitamina C</b>	<b>Model</b>	1498.42	2	749.21	189.12	< 0.0001	significativo
	<i>Linear Mixture</i>	1498.42	2	749.21	189.12	< 0.0001	
	<b>Residual</b>	39.62	10	3.96			
	<i>Lack of Fit</i>	39.62	7	5.66			
	<i>Pure Error</i>	0.000	3	0.000			
	<b>Cor Total</b>	1538.04	12				

Además, se relacionó los valores observados y los valores predichos para la vitamina C como se ven la figura 36.

**Figura 36:**

*Relación entre valores observados y valores predichos para la vitamina C*



De la cual se tiene un  $R^2$  y  $R^2$ -ajustado de 0.9742 y 0.9691 respectivamente, estos coeficientes que mide lo bien que un modelo de regresión se ajusta a los datos reales, entregándonos una ecuación que modela la variable respuesta.

Ecuación para vitamina C:

$$\text{Vitamina C} = 0.38152x_1 + 0.27130x_2 + 0.00721898x_3$$

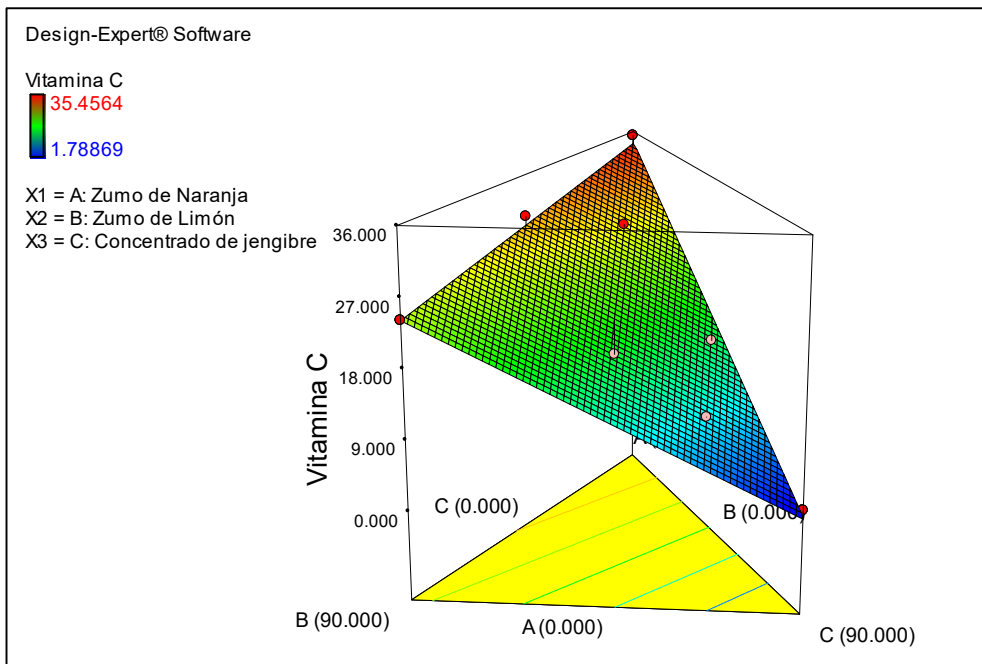
R-Squared	0.9742
Adj R-Squared	0.9691
Pred R-Squared	0.9644
Adeq Precision	35.232

Donde

- $x_1$ : Zumo de Naranja
- $x_2$ : Zumo de Limón
- $x_3$ : Concentrado de Jengibre

**Figura 37:**

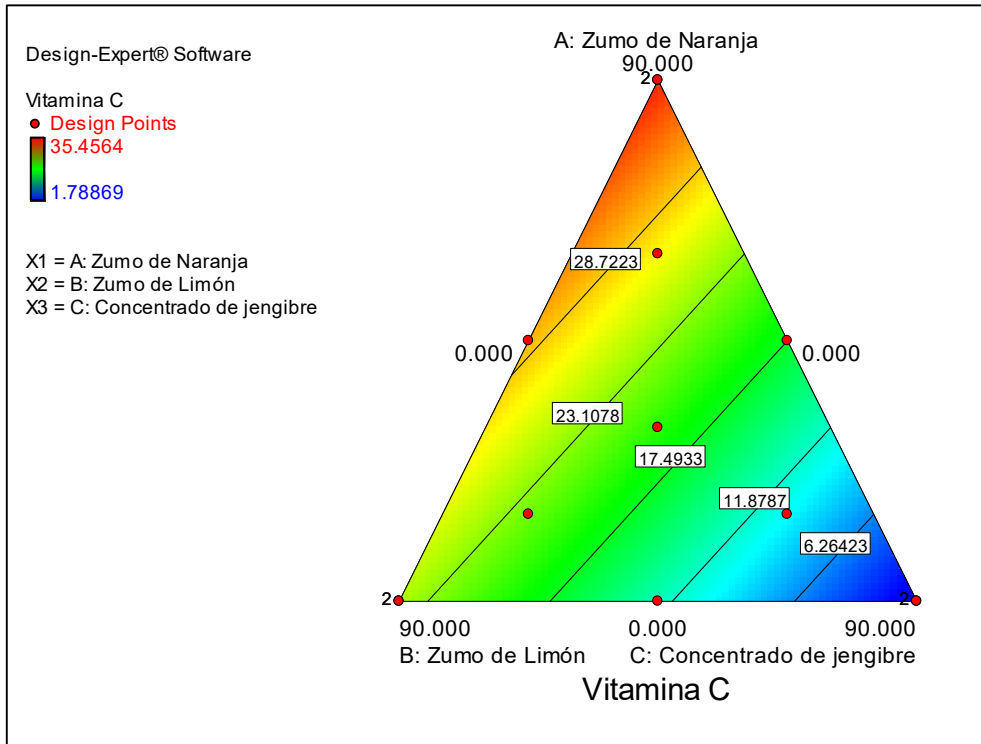
*Superficie respuesta para la vitamina C*



Escogido el modelo lineal, se realizó la interpretación gráfica de la superficie de respuesta figura 37 y el gráfico de contornos figura 38, para conocer la interacción de componentes que influyen en la vitamina C, se comprobó que el zumo de Naranja es el que nos da mayores valores de vitamina C y que el zumo de Limón también aporta, pero en menor proporción, el signo positivo en la ecuación indica que existe sinergia entre los dos zumos y a su vez es la zona donde se ve más color.

**Figura 38:**

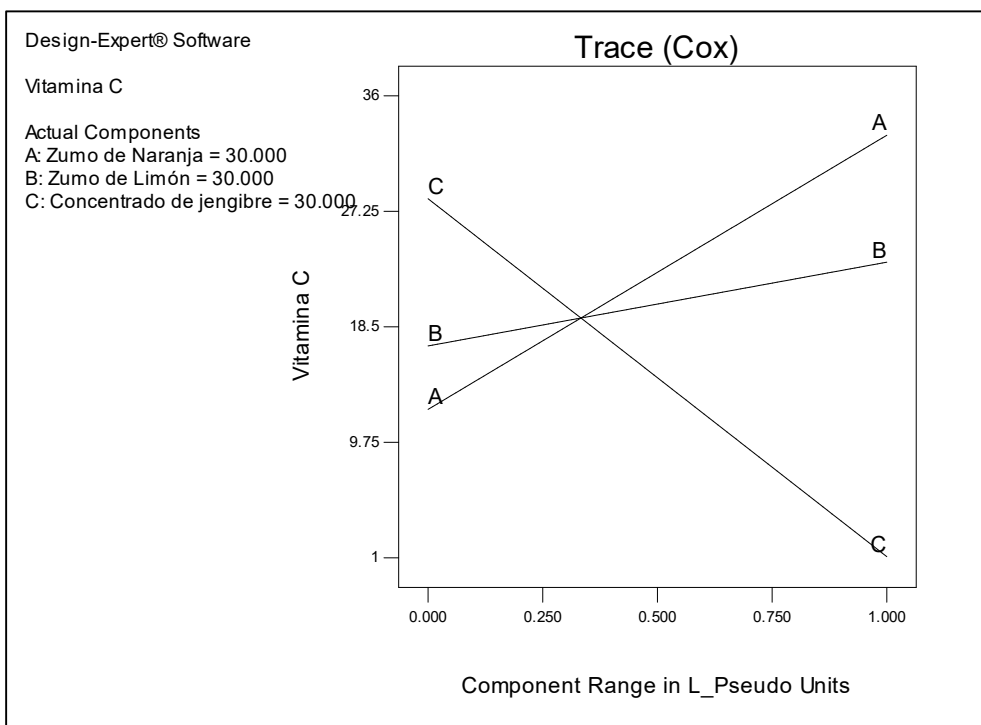
*Grafica de superficie de contorno para la vitamina C de la bebida funcional*



Esto se comprueba con la gráfica de trazas figura 39, donde estos componentes aumentan mientras disminuye el concentrado de Jengibre a medida que se tiene mayor cantidad de vitamina C.

**Figura 39:**

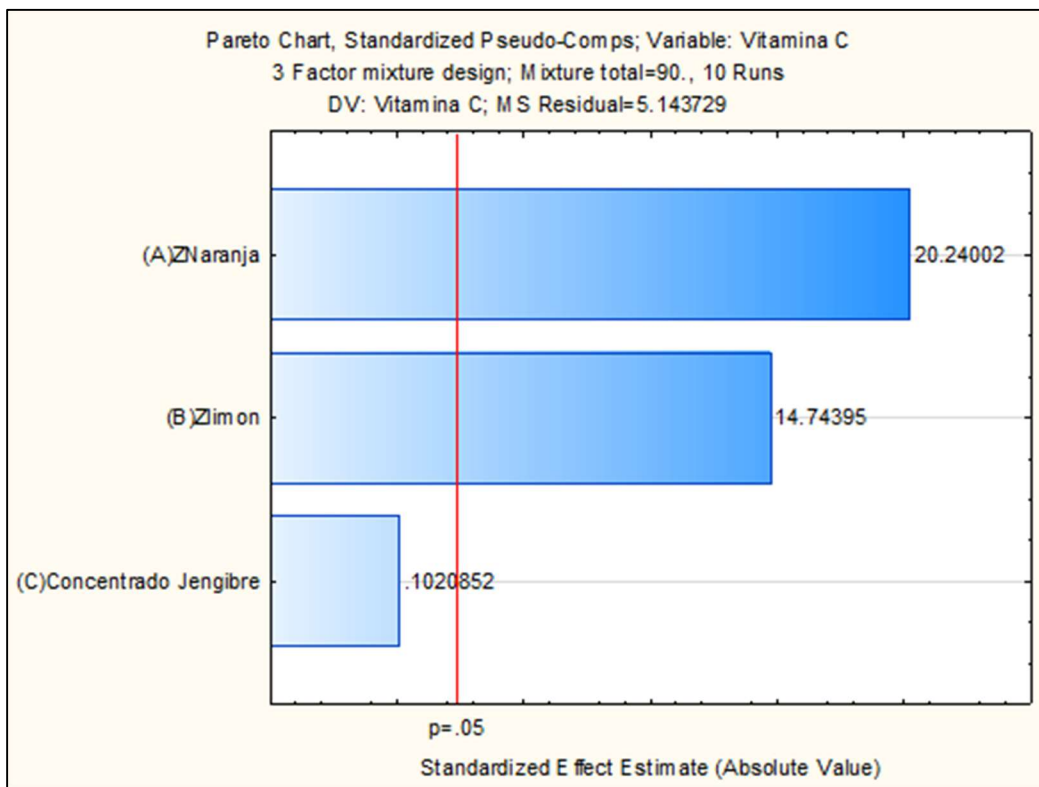
*Gráfico de trazas para la vitamina C*



Para determinar a qué nivel de significancia influye cada ingrediente se realizó el análisis de Pareto como se ve en la figura 40, la cual nos indica que el zumo de Naranja y el zumo de Limón influyen significativamente ( $p > 0.5$ ) en el contenido de vitamina C, mientras que el concentrado de Jengibre no influye significativamente en la respuesta.

**Figura 40:**

*Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en la vitamina C.*



### 4.3 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en el contenido de polifenoles totales.

Como tercer objetivo específico tenemos el determinar la interacción de los componentes del zumo que son de mayor influencia para la variable respuesta Polifenoles totales, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para un modelo de regresión cuadrática que fue el de mayor ajuste con valor p de 0.0001 ( $p < 0.05$ ) que nos indica que la respuesta de la vitamina C se ajusta a un diseño de mezclas cuadrático como se ve en la tabla 22.

**Tabla 23:**

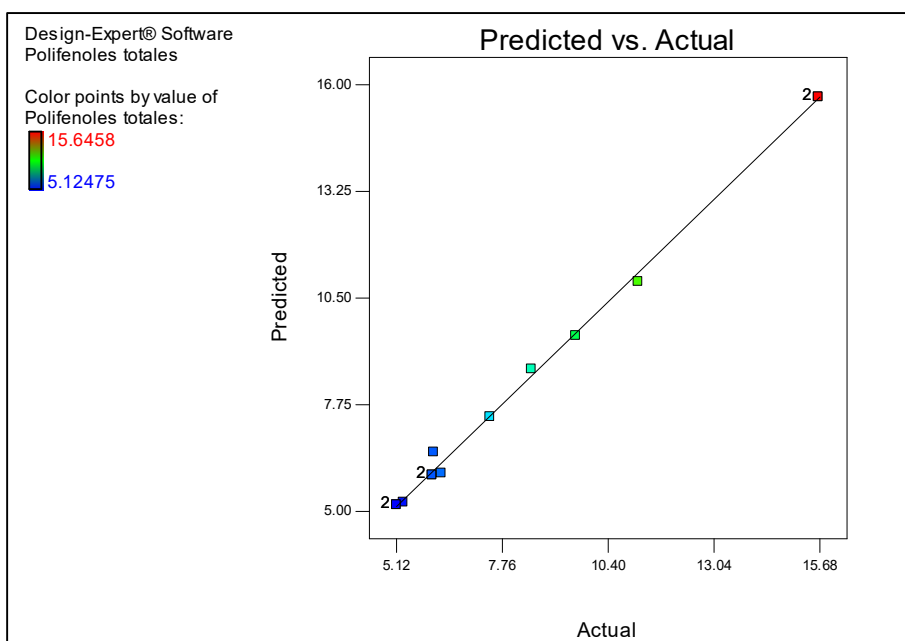
*Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas cuadrática para la variable respuesta polifenoles totales*

Critério	Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrática	F Value	P-Value	Nivel
<b>vitamina C</b>	<b>Model</b>	166.99	5	33.40	577.74	< 0.0001	Significativo
	<i>Cuadrático Mixture</i>	161.44	2	80.72	1396.26	< 0.0001	
	<i>AB</i>	1.66	1	1.66	28.72	0.0011	
	<i>AC</i>	3.12	1	3.12	54.00	0.0002	
	<i>BC</i>	0.10	1	0.10	1.76	0.2266	
	<b>Residual</b>	0.40	7	0.058			
	<i>Lack of Fit</i>	0.40	4	0.10			
	<i>Pure Error</i>	0.000	3	0.000			
<b>Cor Total</b>	167.40	12					

Además, se relacionó los valores observados y los valores predichos para los polifenoles totales como se ven la figura 41.

**Figura 41:**

*Relación entre valores observados y valores predichos para los polifenoles totales*



De la cual se tiene un  $R^2$  y  $R^2$ -ajustado de 0.9976 y 0.9959 respectivamente, estos coeficientes que mide lo bien que un modelo de regresión se ajusta a los datos reales, entregándonos una ecuación que modela la variable respuesta.

Ecuación para polifenoles:

$$\text{Polifenoles} = 0.17425 x_1 + 0.065948x_2 + 0.057400x_3 - 6.32752x10^{-4}x_1x_2 - 8.67642x10^{-4}x_1x_3 - 1.56518x10^{-4}x_2x_3$$

Donde

$x_1$ : Zumo de Naranja

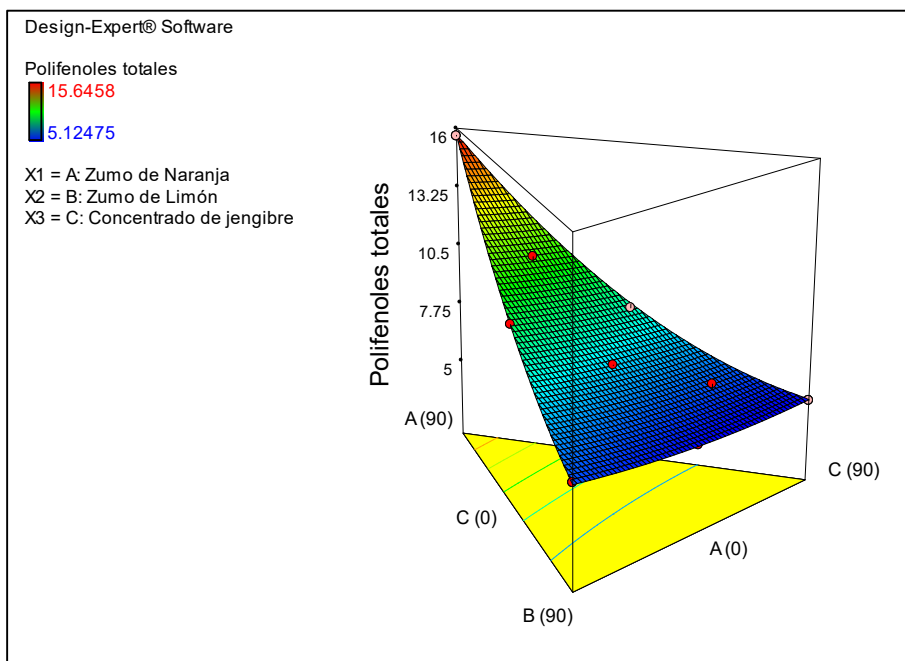
$x_2$ : Zumo de Limón

$x_3$ : Concentrado de Jengibre

R-Squared	0.9976
Adj R-Squared	0.9959
Pred R-Squared	0.9929
Adeq Precision	64.382

**Figura 42:**

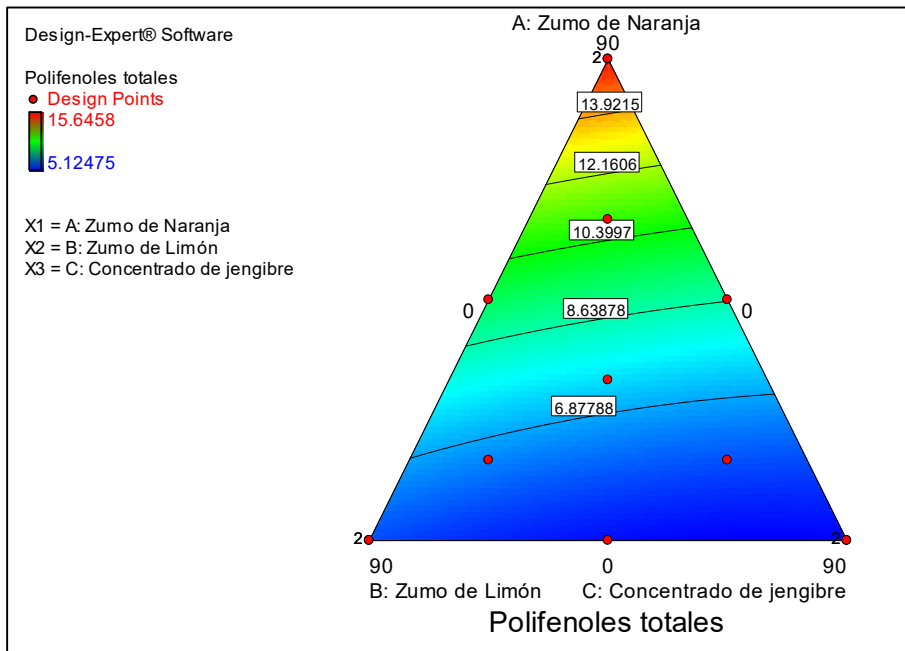
*Superficie respuesta para los polifenoles totales de la bebida funcional*



Escogido el modelo cuadrático, se realizó la interpretación gráfica de la superficie de respuesta figura 42 y el gráfico de contornos, figura 43 para conocer la interacción de componentes que influyen en los polifenoles, se comprobó que el zumo de Naranja es el que nos da mayores valores de polifenoles y que el zumo de Limón y Jengibre también aportan, pero en menor proporción, el signo positivo en la ecuación indica que existe sinergia entre los dos zumos y a su vez es la zona donde se ve más color rojo nos indican que los tres componentes influyen en los polifenoles.

**Figura 43:**

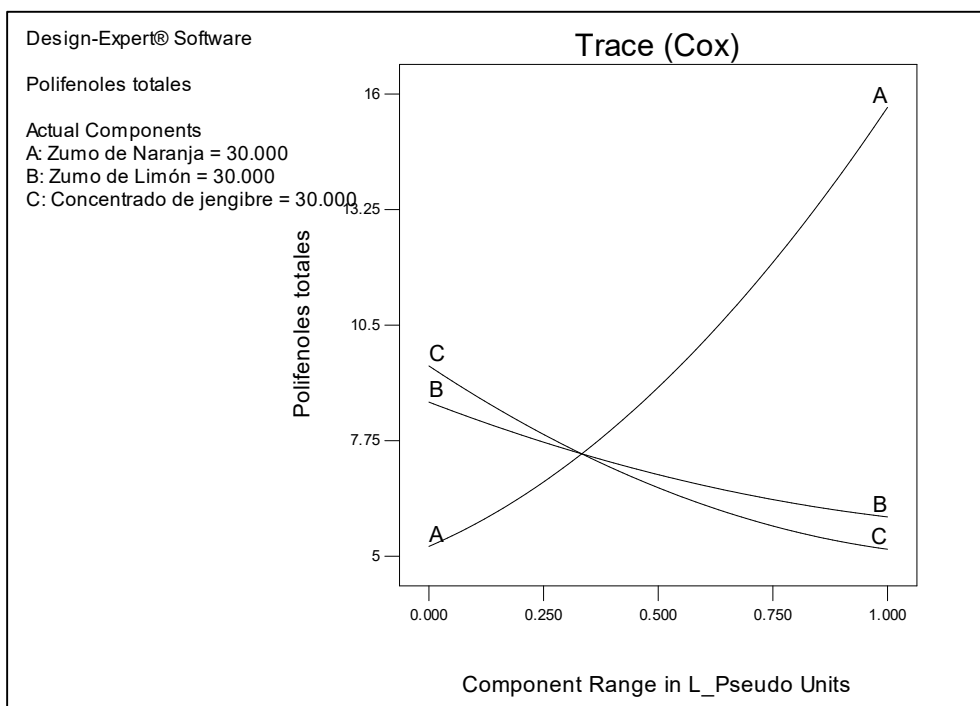
*Grafica de superficie de contorno para los polifenoles totales de la bebida funcional*



En la gráfica de trazas figura 44, se observa que el zumo de Naranja es el que aporta mas en la respuesta este componente aumentan mientras disminuye el zumo de Limón y concentrado de Jengibre.

**Figura 44:**

*Gráfico de trazas para los polifenoles totales de la bebida funcional*

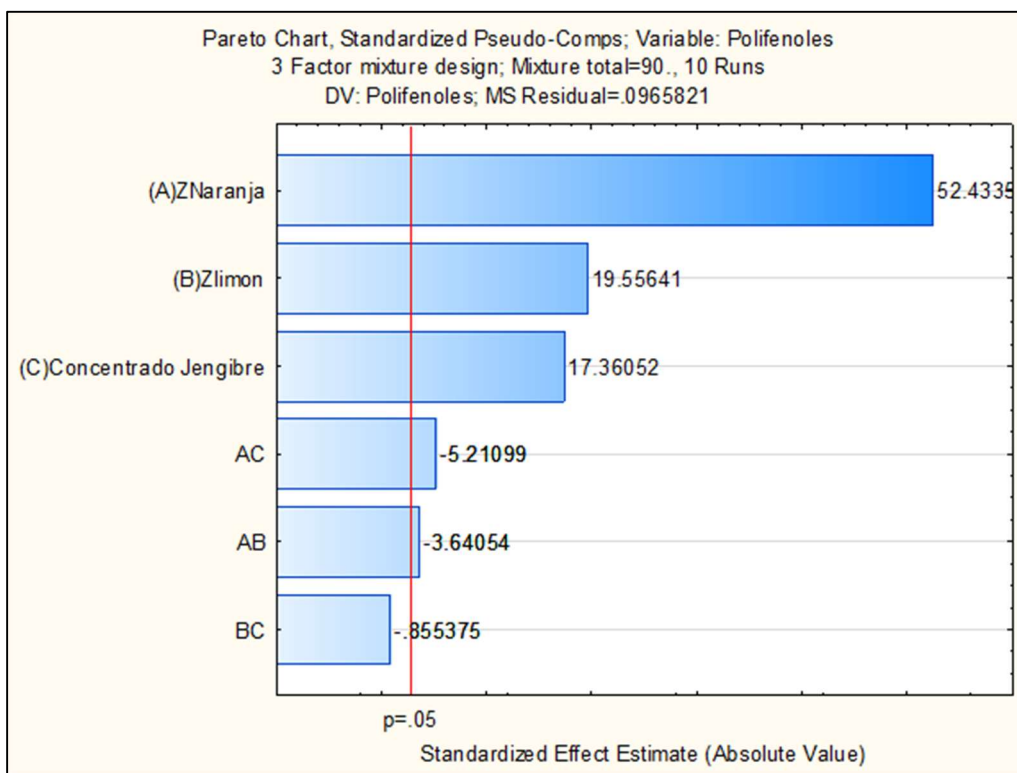




Para determinar a qué nivel de significancia influye cada ingrediente se realizó el análisis de Pareto como se ve en la figura 45, la cual nos indica que el zumo de Naranja, el zumo de Limón, concentrado de Jengibre, la combinación de zumo de Limón y Jengibre (AC), la combinación zumo de Naranja y Limón (AB) influyen significativamente ( $p > 0.5$ ) en el contenido de polifenoles, mientras que la combinación de zumo de Limón y concentrado de Jengibre no influye significativamente en la respuesta (BC).

**Figura 45:**

*Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en los polifenoles totales.*



#### 4.4 Interacción de ingredientes que son de mayor influencia en la aceptabilidad de las formulaciones elaboradas.

Como cuarto objetivo específico tenemos el determinar la interacción de los componentes del zumo que son de mayor influencia para la variable respuesta aceptabilidad, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para un modelo de regresión cubica especial que fue el de mayor ajuste con valor p de 0.0001 ( $p < 0.05$ ) que nos indica que la respuesta de la aceptabilidad se ajusta a un diseño de mezclas cubico como se ve en la tabla 24.

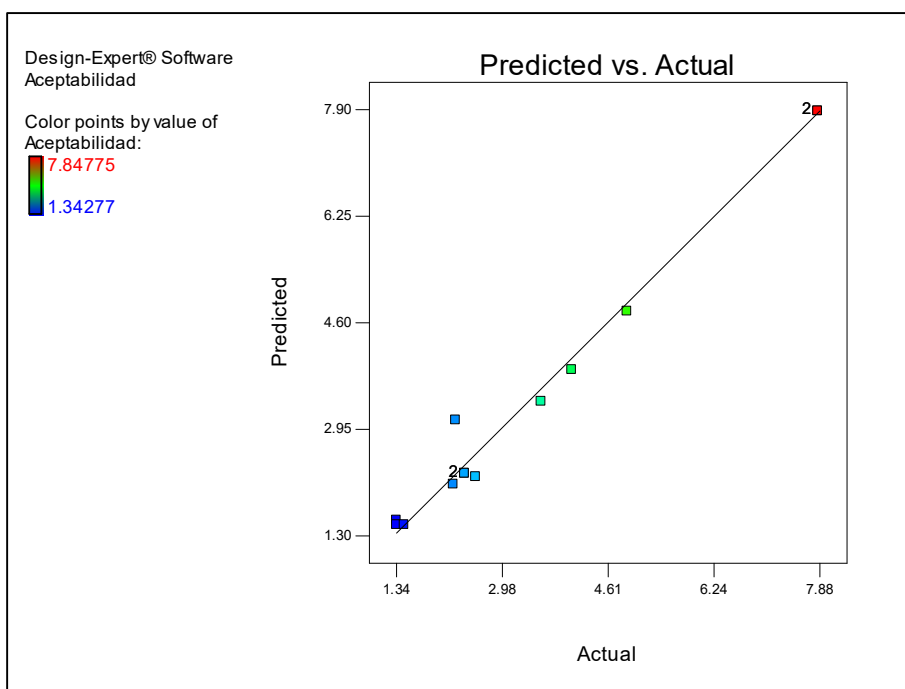
**Tabla 24:** *Tabla de analisis de varianza para modelo de mezclas cubico especial para la variable respuesta aceptabilidad*

Critero	Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrática	F Value	P-Value	Nivel
<b>vitamina C</b>	<b>Model</b>	58.90	6	9.82	58.13	< 0.0001	Significativo
	<i>Cubico Mixture</i>	48.66	2	24.33	144.07	< 0.0001	
	<i>AB</i>	2.38	1	2.38	14.08	0.0095	
	<i>AC</i>	8.16	1	8.16	48.31	0.0004	
	<i>BC</i>	0.044	1	0.044	0.26	0.6285	
	<i>ABC</i>	2.97	1	2.97	17.60	0.0057	
	<b>Residual</b>	1.01	6	0.17			
	<i>Lack of Fit</i>	1.01	3	0.34	142.60	0.0010	Significativo
	<i>Pure Error</i>	7.056E-003	3	2.352E-003			
	<b>Cor Total</b>	59.92	12				

Además, se relacionó los valores observados y los valores predichos para la aceptabilidad como se ven la figura 46.

**Figura 46:**

*Relación entre valores observados y valores predichos para la aceptabilidad.*



De la cual se tiene un  $R^2$  y  $R^2$ -ajustado de 0.9831 y 0.9662 respectivamente, estos coeficientes que mide lo bien que un modelo de regresión se ajusta a los datos reales, entregándonos una ecuación que modela la variable respuesta.

*Aceptabilidad*

$$= 0.087541x_1 + 0.025179x_2 + 0.016341x_3 - 8.35322x10^{-4}x_1x_2 - 1.54716x10^{-4}x_1x_3 + 1.1344810^{-4}x_2x_3 + 7.56158x10^{-5}x_1x_2x_3$$

Donde

$x_1$ : Zumo de Naranja

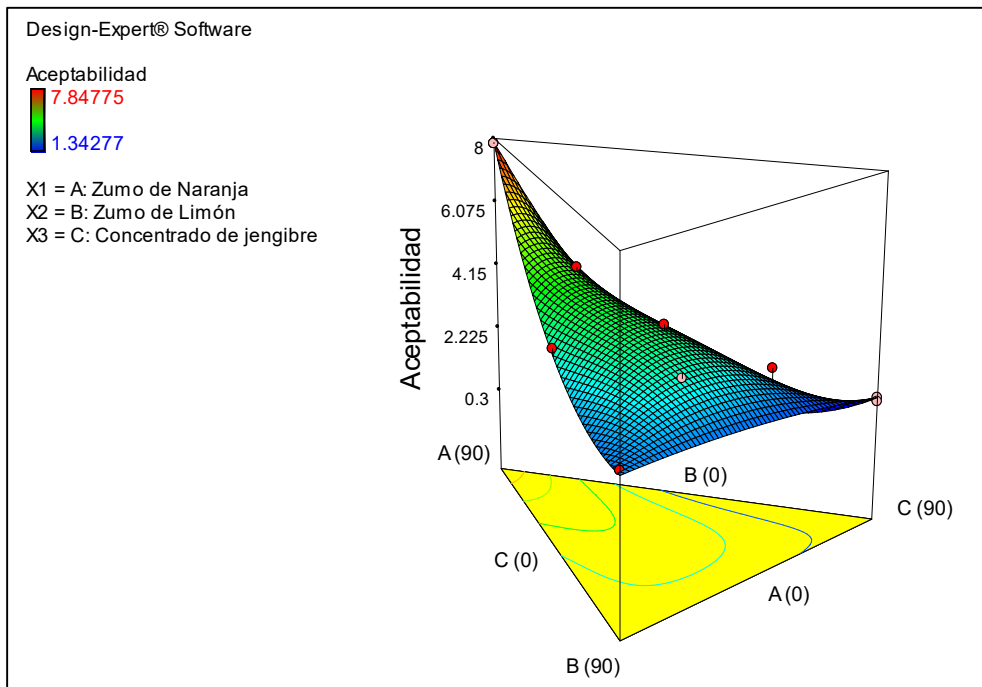
$x_2$ : Zumo de Limón

$x_3$ : Concentrado de Jengibre

R-Squared	0.9831
Adj R-Squared	0.9662
Pred R-Squared	0.7447
Adeq Precision	21.250

**Figura 47:**

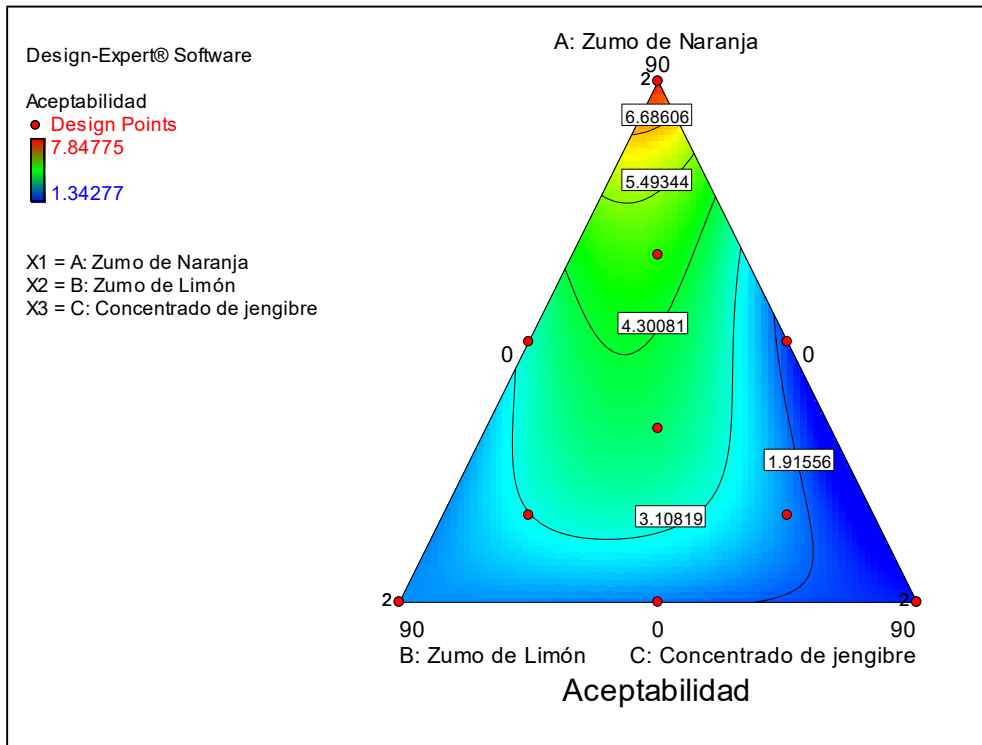
*Superficie respuesta para la aceptabilidad de las bebidas funcionales.*



Escogido el modelo cubico especial, se realizó la interpretación gráfica de la superficie de respuesta figura 47 y el gráfico de contornos, figura 48 para conocer la interacción de componentes que influyen en los polifenoles, se comprobó que el zumo de Naranja es el que nos da mayores valores de polifenoles y que el zumo de Limón y Jengibre también aportan, pero en menor proporción, el signo positivo en la ecuación indica que existe sinergia entre los dos zumos y a su vez es la zona donde se ve más color rojo nos indican que los tres componentes influyen en los polifenoles.

**Figura 48:**

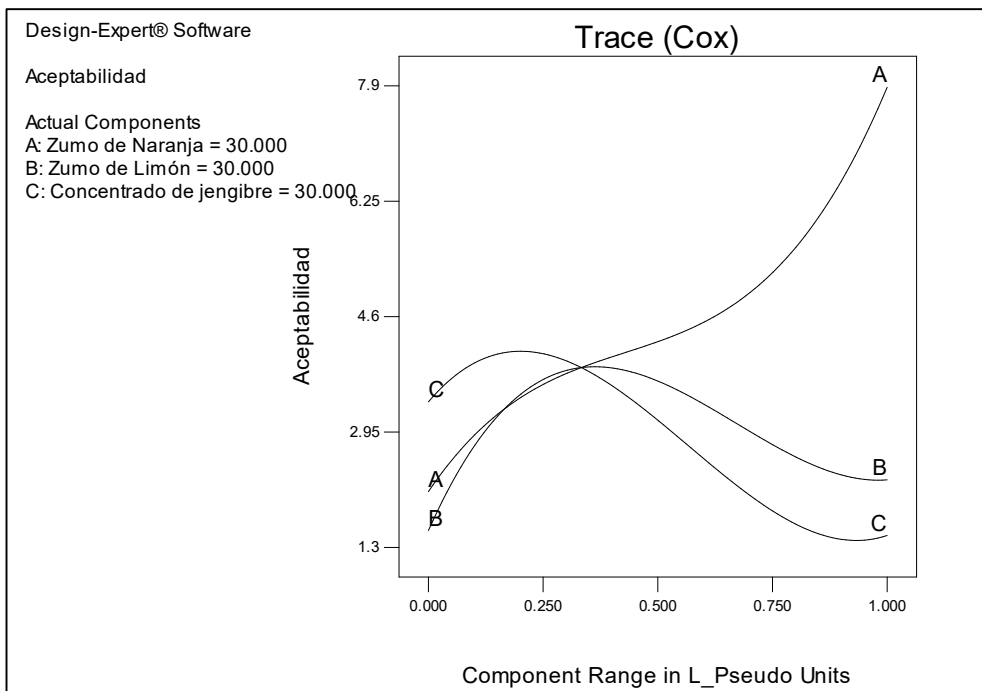
*Grafica de superficie de contorno para los polifenoles totales de la bebida funcional*



En la gráfica de trazas figura 44, se observa que el zumo de Naranja es el que aporta mas en la respuesta este componente aumentan mientras disminuye el zumo de Limón y concentrado de Jengibre.

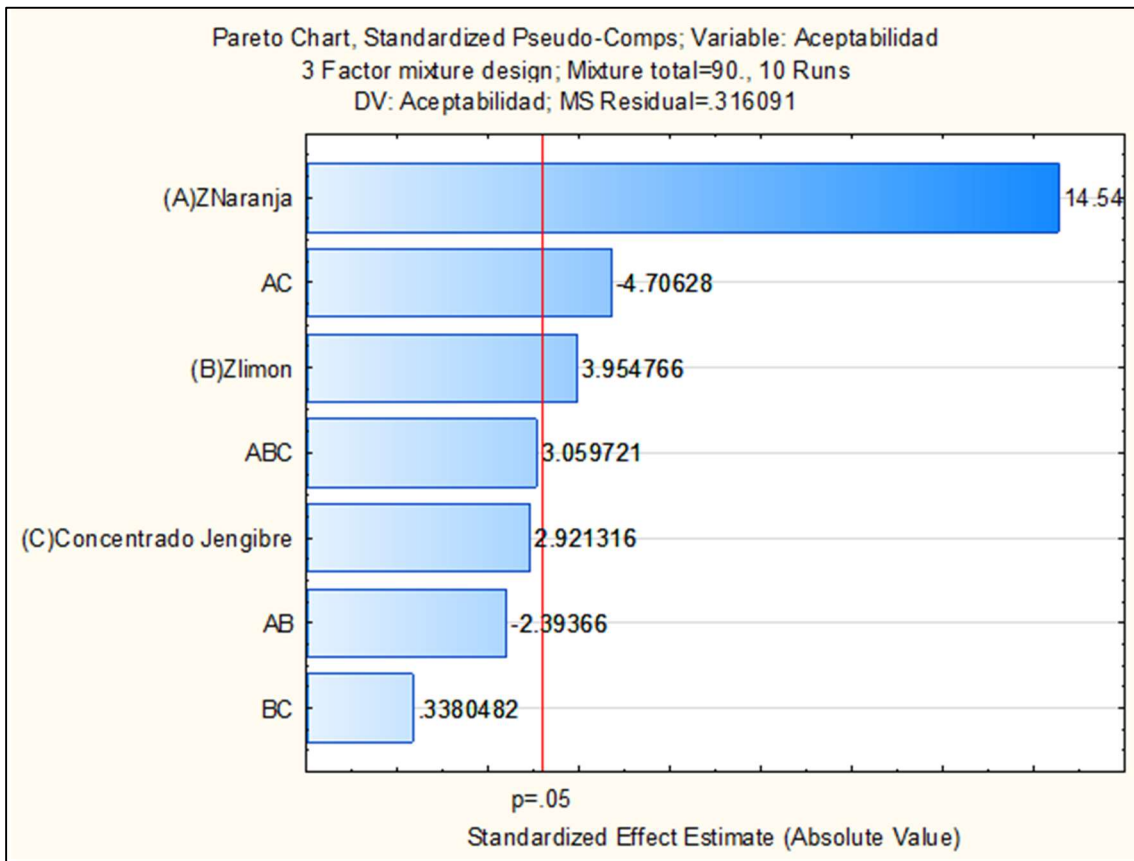
**Figura 49:**

*Gráfico de trazas para la aceptabilidas de la bebida funcional*



Para determinar a qué nivel de significancia influye cada ingrediente se realizó el análisis de Pareto como se ve en la figura 50, la cual nos indica que el zumo de Naranja, el zumo de Limón y la mezcla de zumo de Naranja y concentrado de Jengibre (AC) influyen significativamente en la aceptabilidad, este último cual influye negativamente ( $p > 0.5$ ), mientras que el concentrado de Jengibre no influye significativamente en la respuesta tampoco la mezcla de Naranja, Limón y Jengibre (ABC), ni menos las mezclas dobles de zumos de Naranja y Limón (AB) ni el zumo de Limón con el concentrado de Jengibre (BC).

**Figura 50:**  
*Diagrama de Pareto para las interacciones de los componentes que influyen en la aceptabilidad general.*



#### 4.5 Determinación mediante los modelos de regresión, de la proporción de ingredientes para obtener la bebida funcional de Naranja (*Citrus Sinensis*), Limón (*Citrus Limón*) Jengibre (*Zingiber officinale*) y Miel, con mayor rendimiento de vitamina C, polifenoles totales y de aceptabilidad

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la mezcla que nos de la mayor cantidad de las tres variables respuestas, se utilizó la función deseabilidad para encontrar los valores máximos de las respuestas y contenido de cada zumo, para la importancia se utilizó los datos de la matriz de despliegue de calidad (QFD) ver en el anexo 7, se tomaron los criterios de maximizar los contenidos de vitamina C, polifenoles y aceptabilidad dándole más importancia a esta última variable respuesta, para tener una formulación con los tres ingredientes se colocó la restricción de que se use el máximo de cada zumo de Limón y Jengibre ya que son los componentes que deben estar presente en la bebida funcional. Todos estos criterios mencionados se muestran en la tabla 25.

**Tabla 25:**  
*Criterios de optimización de respuestas*

Variable	Meta	Limite inferior	Limite Superior	Importancia
Zumo de Naranja	En rango	0	90	3
Zumo de Limón	maximizar	0	90	1
Concentrado de Jengibre	maximizar	0	90	1
vitamina C	maximizar	1.78869	35.4564	4
Polifenoles totales	maximizar	5.12475	15.645802	4
Aceptabilidad	maximizar	1.34277	7.84775	5

**Tabla 26:**  
*Mezcla óptima usando la función de deseabilidad para respuestas múltiples*

	Zumo de Naranja	Zumo de Limón	Concentrado de Jengibre
Mezcla (ml)	80.70	5.66	3.64

**Tabla 27:***Estimación calculada de las variables respuesta*

vitamina C (mg/100ml)	Polifenoles totales (mg/100g)	Aceptabilidad
32.35	14.10	6.56

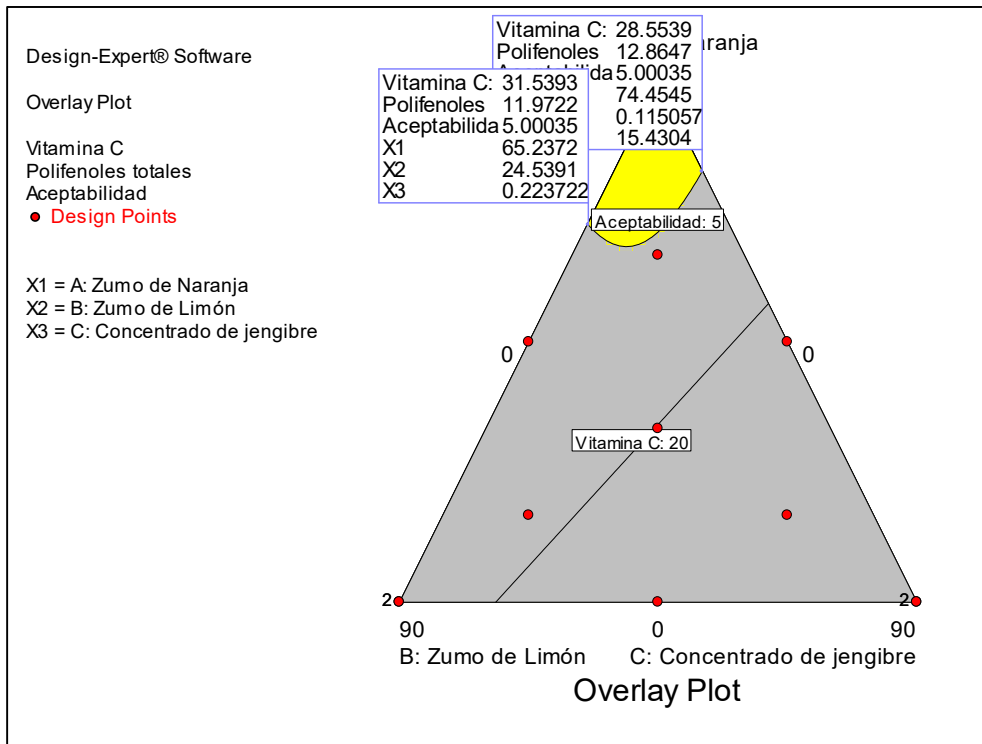
**Tabla 28:***Validación de las variables respuestas*

Zumo de Naranja (ml)	Zumo de limón (ml)	Concentrado de jengibre (ml)	Vitamina C (mg/100ml)	Polifenoles totales (mg EAG /100g)	Aceptabilidad
80.7	5.7	3.6	32.30	14.64	6.81

La tabla 26 nos muestra la cantidad de cada componente para obtener una bebida funcional de Naranja, Limón y Jengibre con valores de 32.35 mg/100ml de vitamina C, 14.1 mg/100ml de polifenoles totales y 6.56 de aceptabilidad. La mezcla es de 80.7 ml de zumo de Naranja, 5.66 ml de zumo de Limón y 3.64 ml de concentrado de Jengibre. Esta mezcla se realizó para validarse los datos se ven en la tabla 27.

Asimismo, el software también nos permite encontrar la zona donde las tres variables respuesta son óptimas, podemos ver esto en la Figura 51, se muestra la superposición de superficie de respuesta para la optimización de la bebida funcional. Esta es útil para tener en cuenta en que proporciones de cada zumo se encuentran los mayores valores de respuesta.

**Figura 51:**  
*Gráfico de superposición de variables respuestas*





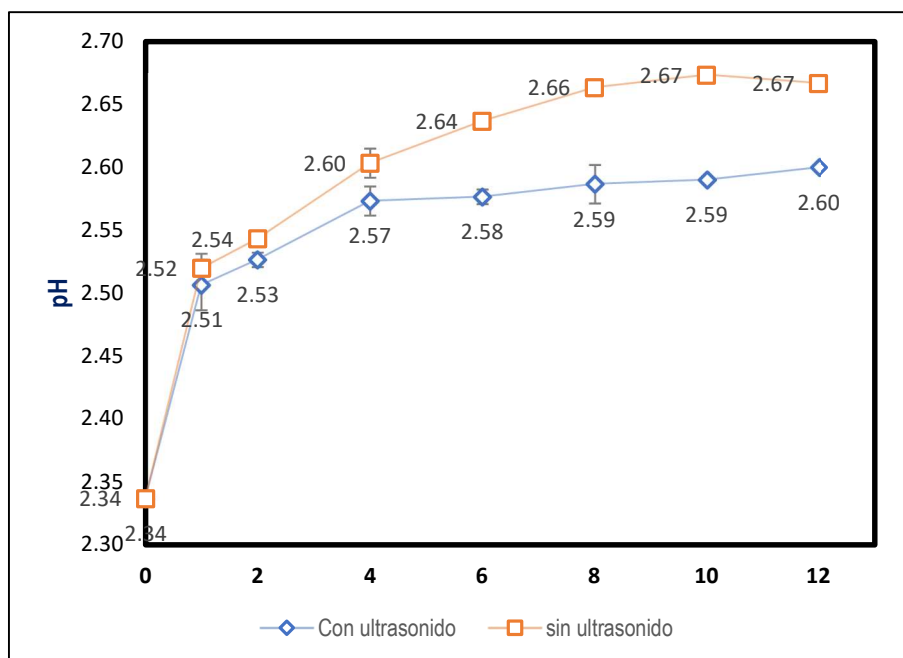
#### 4.6 Evaluación de parámetros de calidad del producto más aceptado, análisis microbiológico y de vida útil

Luego de obtener la formulación óptima se evaluó el pH, grados brix, %acidez y criterios microbiológicos como coliformes totales, aerobios mesófilos mohos y levadura para determinar su vida útil. La vida útil se refiere al periodo en el cual el alimento se mantiene adecuado para el consumo desde una perspectiva sanitaria, conservando sus propiedades sensoriales. A continuación, se describe cómo varía el pH y la acidez de la bebida óptima cuando se almacena a temperatura de refrigeración.

En la figura 52 se graficó el comportamiento del pH durante 12 días, de dos muestras una que se le realizó un baño con ultrasonido (30min, 40hz) y la otra no, ambas fueron refrigeradas y analizadas cada dos días. El comportamiento del pH es aumentar en el tiempo hasta llegar a una pequeña estabilidad de un pH de  $2.67 \pm 0.1$  desde el día 8 al 12. Estos valores de pH son muchos más bajos a los reportados con Tiencheu et al., (2021) quien reporta, jugos de los mismos componentes de esta investigación, con un pH de 3.4 hasta 4.9 esto se debe a que usan más cantidad de agua en su formulación, es decir tienen jugos con menos presencia de ácidos orgánicos.

**Figura 52:**

*Variación del pH en refrigeración*

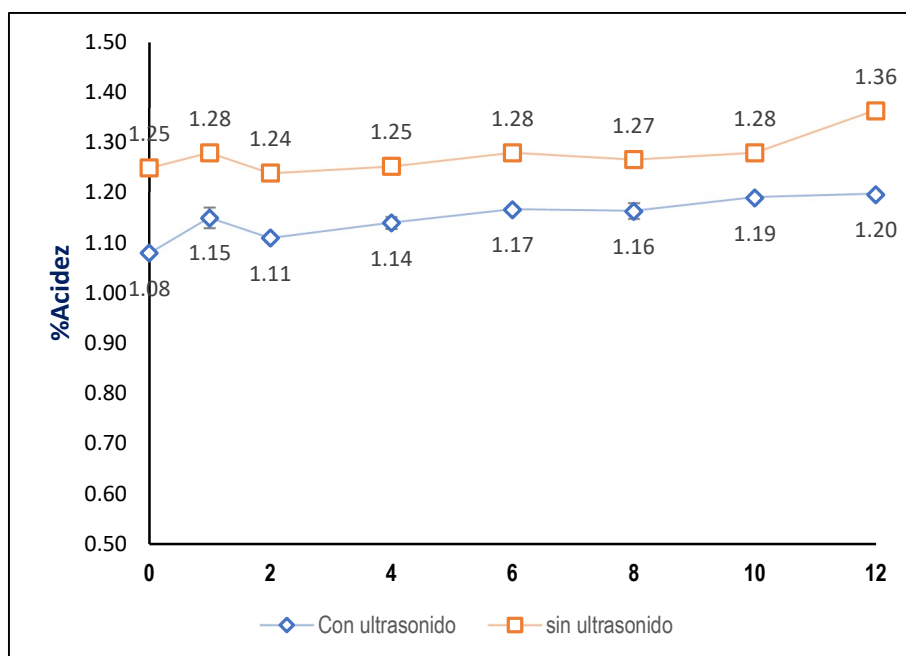


Este rango se encuentra dentro de los límites aceptados (2 a 5) para este tipo de bebidas. Además, estudios anteriores sobre diferentes marcas de jugos de frutas respaldan estos

hallazgos, destacando que la acidez de estos jugos se atribuye principalmente a la presencia de ácidos orgánicos, siendo el ácido cítrico especialmente significativo en Limónes y Naranjas. Por último, cabe destacar que la formulación que recibió tratamiento de ultrasonido (30 min a 40 hz) fue más ácido con valores de pH menores en comparación de la que no recibió este tratamiento.

En cuanto al porcentaje de acidez se calculó en base al ácido cítrico, en la figura 53 vemos la variación de este indicador en el tiempo y notamos una estabilidad en los 10 primeros días, con diferencia entre los tratamientos, pero con valores cercanos. La muestra sin ultrasonido presentó valores desde 1.24 % hasta 1.36 %, y la que tenía ultrasonido presento valores desde 1.0 % hasta 1.2 %. En comparación con los valores presentados por Tiencheu et al., (2021) son valores mucho más altos, este autor reporta valores de 0.09% hasta 0.17% en zumos con los mismos componentes. En cítricos como Limónes y Naranjas, el ácido cítrico es predominante, siendo más abundante en Limónes. Aunque el aumento de la acidez titulable refleja una disminución del pH, es la acidez titulable la que determina el sabor ácido del jugo, mientras que el pH afecta su susceptibilidad al deterioro microbiano.

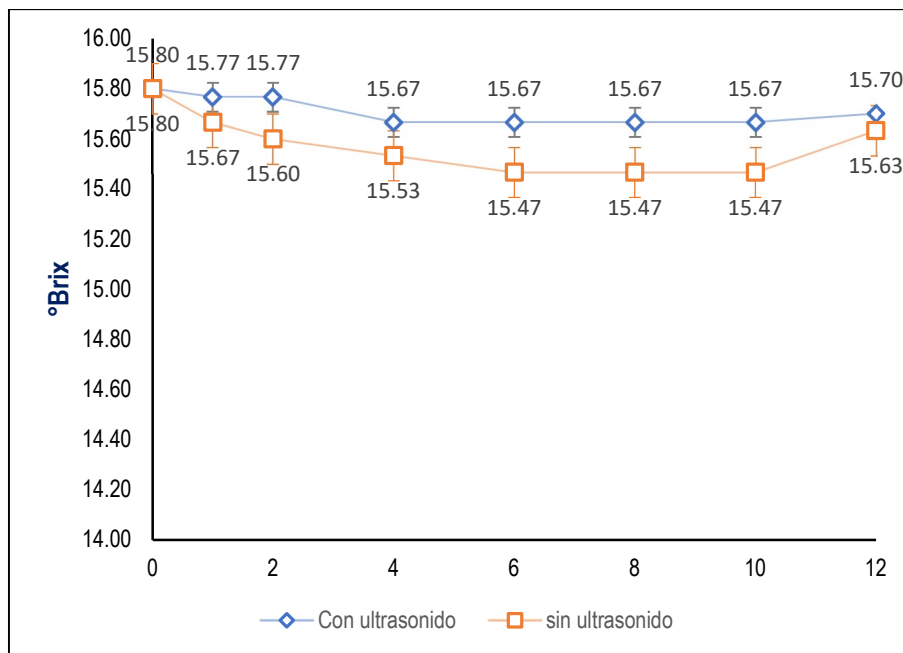
**Figura 53:**  
*Variación del %Acidez en refrigeración*



Asimismo, se evaluaron los valores de los sólidos solubles en la muestra durante el tiempo como se ve en la figura 54. El primer día la muestra obtuvo un valor de 15.8 grados brix para ambas muestras lo que nos indica que el tratamiento no altera la composición de

sólidos solubles, a medida que pasan los días este valor de sólidos disminuye en los 10 primeros días para ambos tratamientos, en el día 12 se reporta un aumento en el valor de los brix, el valor mínimo de brix fue para las muestras sin tratamiento de 15.47 y máximo fue de 15.80. Para la muestra con ultrasonido el mínimo fue 15.67 y máximo de 15.80 grados brix, lo que nos indica que el tratamiento de ultrasonido, hace que los sólidos sean estables en el tiempo. En comparación con los valores presentados por Tiencheu et al., (2021) son valores más altos, esto se debe a que se trabajó a una proporción mayor de jugo de Naranja que es quien le aporta más sólidos en comparación de los otros ingredientes.

**Figura 54:**  
*Variación de los grados brix en refrigeración*



Para analizar la vida útil, se realizó análisis en laboratorio externo, se analizó los coliformes a la bebida antes de ser almacenada que es un indicador de contaminación por manipulación en la producción, esta prueba se realizó solo a la primera bebida. También se analizó los aerobios mesófilos, mohos y levaduras que son indicadores de deterioro de la muestra, para estos análisis se realizó en dos fechas para evaluar el deterioro en el tiempo, se evaluó en 7 días que es la vida útil de las bebidas sin tratamiento térmico y sin preservante.

**Tabla 29:**  
*Variación microbiológica*

Ensayos	Dia 0 (UFC/mL)	Dia 7 (UFC/mL)
Coliformes	<3	NA
Aerobios mesófilos	2,1 x10	4.0 x10
Levaduras	8,0 x 10	9,0 x10
Mohos	5,0 x 10re	1,3x10re

Nota: re quiere decir recuento estimado.

Los resultados de los analisis se ven en la tabla 28. Nos muestra que la bebida está dentro de los límites permitidos por la NTP (203.110.2019) demostrando que hubo una buena manipulación e inocuidad a la hora de producirla. Asimismo, con los resultados de la muestra en el día 7, se demuestra que los valores se mantienen durante el almacenamiento a temperatura ambiente por 7 días.

Estos valores coinciden con la reportada por Tiencheu et al., (2021) en sus muestras de jugo fresco analizada antes del almacenamiento no tenía microorganismos. Después de 4 semanas de almacenamiento, se demostró que las muestras tenían un bajo contenido de coliformes y levaduras, pero un alto contenido de bacterias totales. El recuento total de bacterias osciló entre  $0,00 \times 10^{-1}$  y  $3,00 \times 10^{-1}$  UFC/mL, el de coliformes totales entre 0,00 y  $8,00 \times 10^{-1}$  UFC/mL y el recuento total de levaduras entre  $0,00 \times 10^{-1}$  y  $1,20 \times 10^2$  UFC/ ml. Los valores de bacteria y coliformes totales son menores a los permitidos por la normativa peruana pero los valores de levadura si sobrepasan a los 10 UFC/mL permitidos por la norma.

## V. CONCLUSIONES

Primera. Este estudio logró determinar la proporción específica de ingredientes para una bebida funcional de Naranja, Limón, Jengibre y Miel que tienen un rendimiento significativamente mayor en las variables respuesta. La investigación destacó la importancia de la interacción entre estos elementos en la obtención de niveles deseados de vitamina C, polifenoles totales y aceptabilidad.

El estudio demostró que existe una formulación de 67.25% (80.7 ml) de zumo de Naranja, 4.72% (5.66 ml) de zumo de Limón, 3.03% (3.64 ml) de concentrado de Jengibre, 8.33% (10 ml) de Miel y 16.67% (20ml) de agua para una bebida de 120 ml, proporciona una bebida con mayor rendimiento de vitamina C, polifenoles totales y aceptabilidad general además ofrece propiedades fisicoquímicas deseadas, como un pH de 2.3, una acidez del 1.08%, y sólidos solubles de 15.8 brix, estando dentro de los límites microbiológicos permitidos en un período de 7 días en refrigeración. Estos resultados no solo contribuyen al conocimiento científico, sino que también ofrecen aplicaciones prácticas para la industria de alimentos y bebidas, permitiendo la creación de productos saludables y atractivos sensorialmente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Primera. Se recomienda investigar otras variedades de la materia prima ya que las características físico químicas son distintas según la variedad y aspectos externos como el clima y tipo de cultivo, como es el caso de la Miel que tiene mucho que ver con la alimentación de las abejas, el apicultor o la Naranja y el Limón que varían por aspectos climatológicos.

Segunda. Se recomienda investigar otras materias primas que contengan alto valor de vitamina C, como es el caso de Camu Camu, aguaymanto entre otros frutos nativos.

Tercera. Se recomienda utilizar panelistas entrenados para obtener menos variabilidad en los resultados de las evaluaciones sensoriales.

Cuarta. Según las gráficas de contorno obtenidas y superpuestas se recomienda realizar una investigación con los siguientes porcentajes de cada componente; Naranja de 72% a 83%, Limón de 0.13% a 27% y Jengibre de 0.24% a 17%.

Quinta. Este producto al tener poco tiempo de vida útil, se recomienda realizar una producción del modelo de arrastre o pull, que quiere decir realizar a pedido primero antes de producirlo además de mantener la cadena de frío, dicha producción es sostenible debido al alto valor comercial del producto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arcusa, R., Villaño, D., Marhuenda, J., Cano, M., Cerdà, B., & Zafrilla, P. (2022). Potential Role of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in the Prevention of Neurodegenerative Diseases. *Frontiers in Nutrition*, 9(March).  
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.809621>
- Augustyn, A., Bauer, P., Duignan, B., Eldridge, A., & Gregersem, E. (2018). lemon | Definition, Nutrition, Uses, & Facts | Britannica. Britannica.  
<https://www.britannica.com/plant/lemon>
- Avila Morales, N., Del Carmen Poggi, Diego José Honores Salcedo, R. J., Polar Torres, L. M., & Polo Boluarte, M. E. (2018). Plan de negocio para determinar la viabilidad de vender jugos detox en Lima Metropolitana Tesis.  
<https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1294>
- Bhat, T. A., Rather, A. H., Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., & Nazir, N. (2021). Efficacy of ascorbic acid, citric acid, ethylenediaminetetraacetic acid, and 4-hexylresorcinol as inhibitors of enzymatic browning in osmo-dehydrated fresh cut kiwis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(5), 4354–4370. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01017-2>
- Bitari, A., Oualdi, I., Touzani, R., & Elachouri, M. (2022). *Zingiber officinale* Roscoe: una revisión exhaustiva de las propiedades clínicas. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.316>
- Cárdenas Blancas, K. L., García Camino, G., Mercado Chumpitasi, P. C., & Mosquera Tarazona, J. F. (2013). *Planeamiento Estratégico del Limón*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Codex Alimentarius (2019). *Codex Alimentarius: Norma para la Miel CXS 12-1981* (en línea). Roma, Italia. Consultado 2 ago. 2022. Disponible en:  
[https://www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/shproxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworks.pace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS\\_012s.pdf](https://www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/shproxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworks.pace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf)
- Córdova, B. (2018). Efecto de la sustitución parcial de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de pulpa de Naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las

características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* [UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO]).

[http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO\\_MICROBIANO.pdf](http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf)

Cortez, J. D., Faicán, M. A., Pirovani, M. E., & Piagentini, A. M. (2018).

Determinación de polifenoles en frutas con vitamina C incorporada : Metodología para mejorar la especificidad del ensayo de Folin-Ciocalteu. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2).

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541002>

Dalsasso, R. R., Valencia, A., & Monteiro, A. R. (2022). Impact of drying and extractions processes on the recovery of gingerols and shogaols , the main bioactive compounds of ginger. 154(February).

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111043>

DietiNatura. (2017). Plantas y activos: Jengibre. <https://www.dieti-natura.es/plantas-y-activos/magnesio.html#>

Domínguez, E., & Ordoñez, E. (2018). Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina c de zumos cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), Limón tahití (*Citrus latifolia*), Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. RevIA, 3(1).

Durán-Barón, R., & Villa, A. L. (2013). Evolution of the Parameters of Quality on Valencia Orange Growth on the Municipality of Chimichagua, Cesar - Colombia. Temas Agrarios, 18(52), 66–74.

Fang, Z. (2017). Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE TRABAJO.

FOMESA. (2021). Partes de la Naranja.

[http://www.fomesa.net/Calidad/Factores/F\\_01\\_01.htm](http://www.fomesa.net/Calidad/Factores/F_01_01.htm)

Food and Drug Administration. (2023). *Valor Diario y Porcentaje de Valor Diario en las etiquetas de información nutricional y complementaria*. Fda.gov.

<https://www.fda.gov/media/137914/download>



- Godoy, H. S. (2022). Desarrollo de shots funcionales a base de frutas con propiedades antiinflamatorias. Universitat Politècnica de València.  
<http://hdl.handle.net/10251/191047>
- Gómez Payán, M. J., Romero López, R., Molina Arredondo, R. D., Terrazas Porras, S. M., & Nuñez Ortega, O. (2015). Diseño Experimental patrones Uso de la metodología del diseño por mezclas en el sector agrícola. *Culcyt*, 55.
- Grando de Oliveira, R., Teixeira Godoy, H., & Prado, M. A. (2012). QUANTIFICAÇÃO DOS ISÔMEROS ÁCIDO L-ASCÓRBICO E ÁCIDO D-ISO-ASCÓRBICO EM GELEIAS DE FRUTAS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA. 35(5), 1020–1024.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2019). Manual de Apicultura Básica para Honduras (M. L. y L. R. Dina Caballero (ed.); PRIMERA).
- Jaimez-Ordaz, J., Contreras-López, E., González-Mesillas, F., González-Olivares, L. G., Onofre-Sánchez, J. E., & Ramírez-Godínez, J. (2021). Caracterización física y química de Zingiber officinale en diferentes estados de maduración para su uso potencial en la elaboración de bebidas saludables. *PÄDI boletín científico de ciencias básicas e ingenierías del ICBI*, 9(17), 82–87.  
<https://doi.org/10.29057/icbi.v9i17.7153>
- Lacuesta Martínez, S. (2021). Efecto de la temperatura de liofilización en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del zumo de Naranja y su coproducto.
- León Carrasco, J. C. (2021, April 23). Producción nacional de cítricos creció 83 % entre el 2019 y 2020. *AGRARIA.PE*, 2020–2022.  
<https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-citricos-crecio-83-entre-el-2019-y-20-24203>
- MIDAGRI, M. de D. A. y R. (2021). Boletín Estadístico Mensual “El Agro en Cifras” Mes Diciembre 2020.
- MIDAGRI. (2017). Boletín: Informe del Limón.  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017>

- MIDAGRI. (2020). EL JENGIBRE O KION PERUANO, UNA ESTRELLA QUE VUELVE (*Zingiber officinal*).
- Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI). (2015). Plan Nacional de Desarrollo Apícola 2015-2025.
- Murray, J. M., & Baxter, I. A. (2003). SENSORY EVALUATION/Food Acceptability and Sensory Evaluation. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition.*, 5130–5136. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/01372-9>
- Nagaraj, A., Kalagatur, N. K., Kadirvelu, K., Shankar, S., Mangamuri, U. K., Sudhakar, P., & Samiappan, S. (2022). Biomimetic of hydroxyapatite with *Tridax procumbens* leaf extract and investigation of antibiofilm potential in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Indian J. Biochem. Biophys.*, 2022; 59 (7): 755-766
- Nazir, M., Arif, S., Khan, R. S., Nazir, W., Khalid, N., & Maqsood, S. (2019). Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. *Trends in Food Science and Technology*, 88(April), 513–526. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.011>
- Ormeño L., J., Castillo D., T., Garay M., R., & Vallejos T., G. (2021). Calidad de miel por “abejas nativas” (*Meliponini*) en la Región San Martín, Perú. *Arnaldoa*, 28(1), 139–148. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28108>
- Ozdal, T., & Kamiloglu, S. (2022). Polyphenols, Bioavailability and Potency. In *Comprehensive Gut Microbiota* (pp. 3–19). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819265-8.00061-9>
- Ozola, B., Latvia University of Life Sciences and Technologies, Augspole, I., Duma, M., & Kreicbergs, V. (2019). Bioactive compounds in fresh and dried ginger root (*Zingiber Officinale*). *FOODBALT*.
- Riera, M. A., Gómez, Y., & Córdova-Mosquera, R. A. (2022). Degradación térmica de ácido ascórbico en jugo de limón. *I+D Tecnológico*, 18(1), 74–81. <https://doi.org/10.33412/idt.v18.1.3458>
- Root, A. I. (2015). El ABC Y XYZ de la apicultura: enciclopedia de la cria científica y practica de la abejas [2015]. Hemisferio Sur.

Sicari, V., Dorato, G., Giuffrè, A. M., Rizzo, P., & Albuñia, A. R. (2017). The effect of different packaging on physical and chemical properties of oranges during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), 1–10.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.13168>

Siedentopp, U. (2018). La Miel: producto alimenticio y medicinal eficaz contra la inflamación, la tos y la ronquera. *Revista Internacional de Acupuntura*, 4(1), 48–51. <https://doi.org/10.1016/j.dza.2009.10.004>

Spínola, V., Llorent-Martínez, E. J., & Castilho, P. C. (2014). Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation. *Journal of Chromatography A*, 1369, 2–17. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.09.087>

Teran, S., & Alexander, B. (2022). *Parámetros óptimos de operación para la concentración de zumo de naranja (Citrus sinensis) para conservar la vitamina C*. Universidad Nacional de Frontera.

Tiencheu, B., Nji, D. N., Achidi, A. U., Egbe, A. C., Tenyang, N., Tjepma Ngongang, E. F., Djikeng, F. T., & Fossi, B. T. (2021). Nutritional, sensory, physico-chemical, phytochemical, microbiological and shelf-life studies of natural fruit juice formulated from orange (*Citrus sinensis*), lemon (*Citrus limon*), Honey and Ginger (*Zingiber officinale*). *Heliyon*, 7(6), e07177.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07177>

Tireki, S. (2021). Una revisión sobre bebidas no alcohólicas envasadas: ingredientes, producción, tendencias y oportunidades futuras para el desarrollo de productos funcionales. *Tendencias En Ciencia y Tecnología de Los Alimentos*, 112, 442–454. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.058>

Zapata, F. Y. Y., & Sunci3n, G. M. (2021). *Evaluaci3n de las caracter3sticas fisico-qu3micas, microbiol3gicas y organol3pticas del jugo de naranja (Citrus sinensis) tratado con quitosano* [Universidad Nacional de Tumbes].

<https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2333>



## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Procedimiento para formulaciones de las bebidas funcionales.

**Figura 55:**

*Road Map de la investigación*



En la figura 55 se ve la ruta seguida en la investigación que se resumen en “Planear” son los de color verde, “hacer” que son los de color plomo, “verificar” que son las actividades de color azul y “actuar” que son las actividades de color blanco.

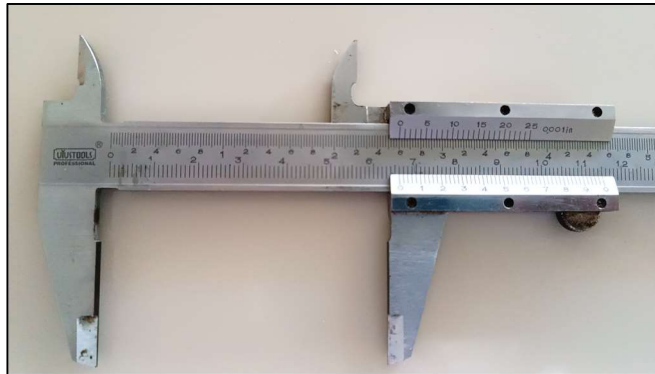
## ANEXO 2: Procedimientos para la caracterización de las materias primas

### A.2.1 Determinación de peso y calibre

#### Diámetro promedio

**Figura 56:**

*Vernier marca Uyustools profesional.*



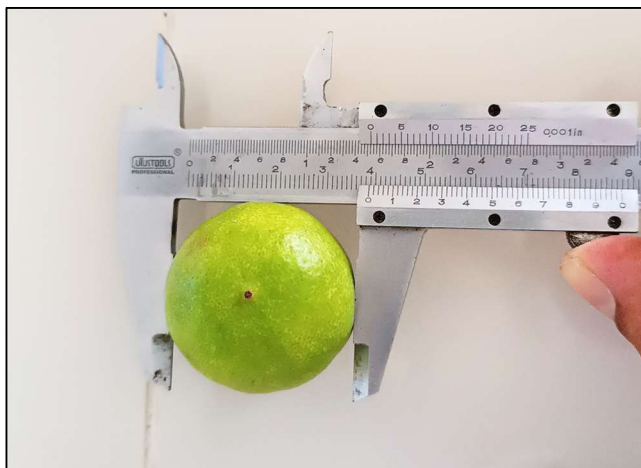
**Figura 57:**

*Medición del diámetro de la Naranja*



**Figura 58:**

*Medición del diámetro del Limón*



**Tabla 30:**

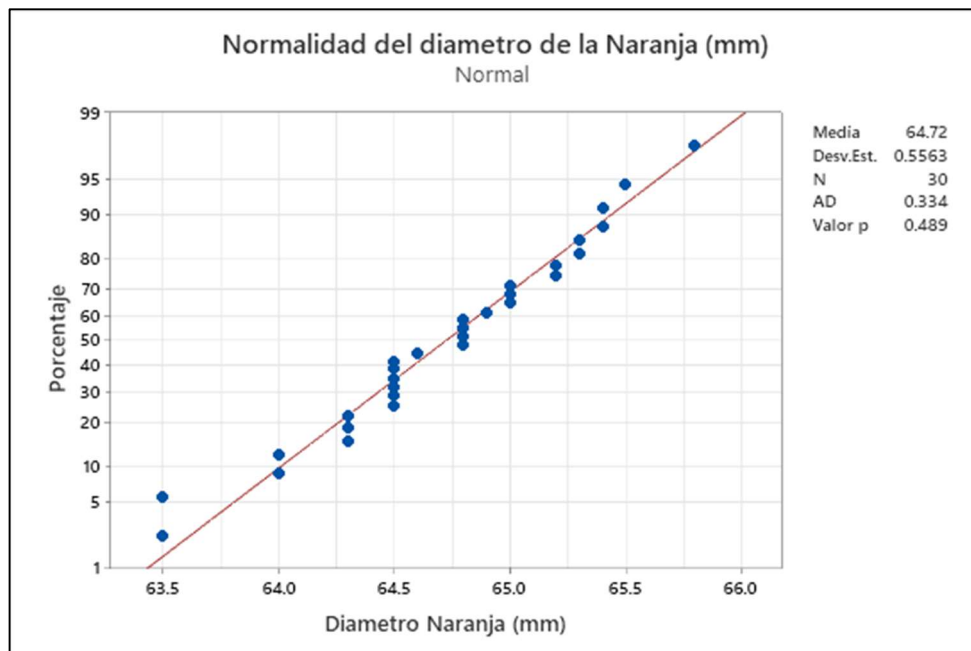
*Medidas de diámetro en milímetros de la Naranja y el Limón*

Datos de la Naranja				Datos del Limón			
Nº	Diámetro (mm)	Nº	Diámetro (mm)	Nº	Diámetro (mm)	Nº	Diámetro (mm)
1	64.3	16	64.6	1	36.3	16	34.5
2	64.5	17	64.5	2	36.0	17	33.5
3	64.3	18	64.3	3	37.0	18	35.6
4	65.3	19	65.3	4	35.8	19	36.3
5	65.2	20	65.2	5	36.0	20	32.8
6	64.5	21	65.0	6	36.5	21	34.0
7	63.5	22	65.5	7	34.8	22	34.8
8	64.0	23	64.0	8	35.0	23	36.8
9	64.5	24	64.8	9	36.0	24	32.5
10	64.5	25	65.0	10	37.2	25	37.6
11	65.4	26	64.8	11	37.3	26	38.2
12	63.5	27	65.8	12	36.0	27	36.2
13	64.9	28	65.0	13	35.8	28	35.8
14	64.5	29	64.8	14	36.3	29	35.9
15	64.8	30	65.4	15	36.8	30	35.3

Nota: datos medidos del diámetro ecuatorial mayor.

**Figura 59:**

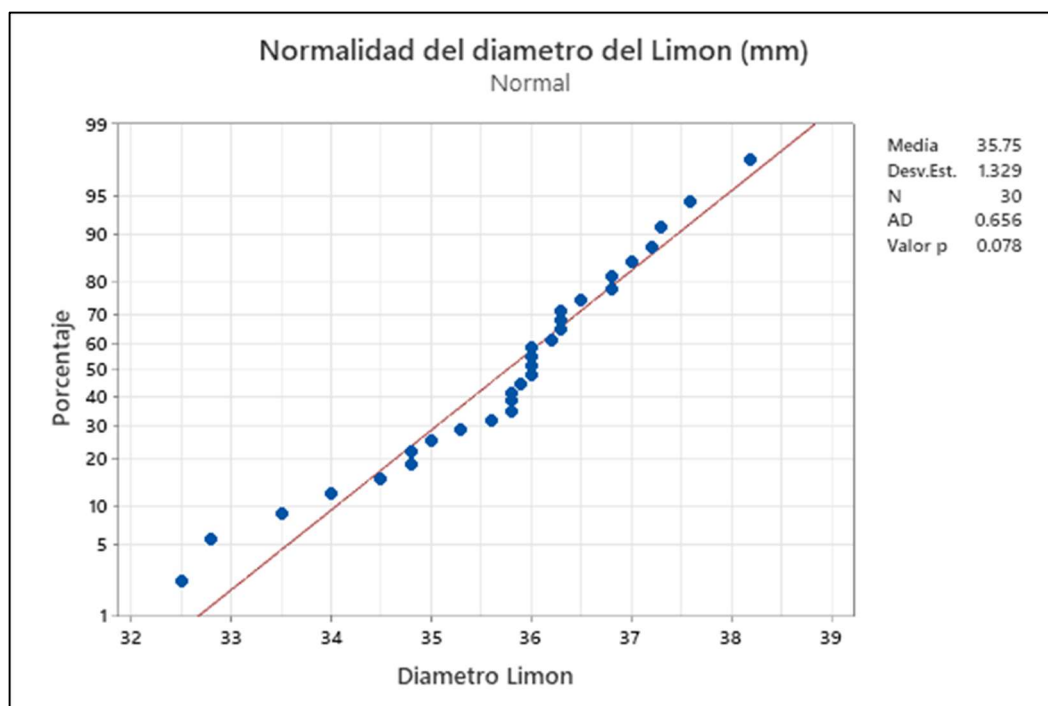
*Grafica de probabilidad para diámetro de las muestras de Naranja*



Nota: Los datos siguen una distribución normal valor p de 0.489 ( $p > 0.05$ ) prueba Anderson-Darling ( $n > 20$ )

**Figura 60:**

*Grafica de probabilidad para diámetro de las muestras de Limón*



Nota: Los datos siguen una distribución normal valor p de 0.078 ( $p > 0.05$ ) prueba Anderson-Darling ( $n > 20$ )

**Tabla 31:**

*Calibre de las materias primas según diámetro*

Fruto	Diámetro	Calibre	Fuente	Interpretación
Naranja	$64.71 \pm 0.56$	8	NTP 011.023 2014	Existen 11 calibres el de menor número tiene mayor diámetro. Cal 11 (58mm-61mm) Cal 1 (87mm a más)
Limón	$35.75 \pm 1.33$	D	NTP 011.006 2005	Existen 4 calibres donde la primera letra tienen el mayor diámetro. Calibre A (44 mm a más) Calibre D (35 mm a 37,9 mm)



**Figura 61:**

*Medición del peso de la Naranja*



**Figura 62:**

*Medición del peso del Limón*



**Figura 63:**

*Medición del peso del Jengibre o kion*



**Tabla 32:**

*Medidas de peso en gramos de la Naranja, el Limón y el Jengibre.*

Datos de la Naranja				Datos del Limón				Datos del Jengibre	
Nº	Peso (g)	Nº	Peso (g)	Nº	Peso (g)	Nº	Peso (g)	Nº	Peso (g)
1	222.2	16	256.2	1	33.5	16	28.9	1	310
2	192.7	17	236.3	2	35.9	17	31.5	2	324
3	212.4	18	229.4	3	36.5	18	34.1	3	280
4	203.6	19	238.2	4	27.9	19	34.9	4	248
5	182.9	20	218	5	35	20	34.1	5	339
6	200.3	21	242.2	6	35.1	21	30.8	6	305
7	204.5	22	233.4	7	30.9	22	31.9	7	303
8	250.9	23	-	8	33.7	23	39.6	8	265
9	181.6	24	-	9	33.9	24	39.8	9	275
10	184.7	25	-	10	32.8	25	39	10	340
11	196.3	26	-	11	35.1	26	35	11	320
12	237.9	27	-	12	32.4	27	34.3	12	260
13	196.9	28	-	13	31	28	27.2	13	320
14	233.6	29	-	14	38.5	29	20.8	14	305
15	269.3	30	-	15	33.7	30	-	15	306

## Peso promedio

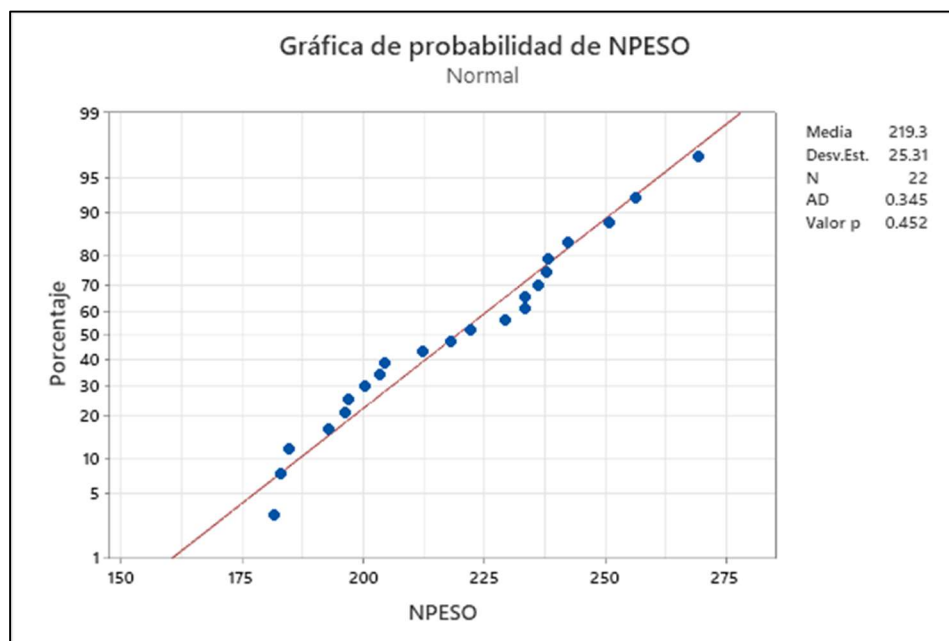
Para analizar los datos de peso de la Naranja y el Limón medimos el peso individualmente de las Naranjas (n=22) y los Limones (n=29), y planteamos las siguientes hipótesis:

- ✓ Hipótesis nula  $H_0$ : Los datos siguen una distribución normal
- ✓ Hipótesis alterna  $H_a$ : los datos no siguen una distribución normal

Evaluaremos con la prueba de Anderson-Darling ( $n > 20$ ), para el valor  $p < 0.05$  se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) caso contrario se acepta.

### Figura 64:

*Grafica de probabilidad para el peso de las muestras de Naranja*

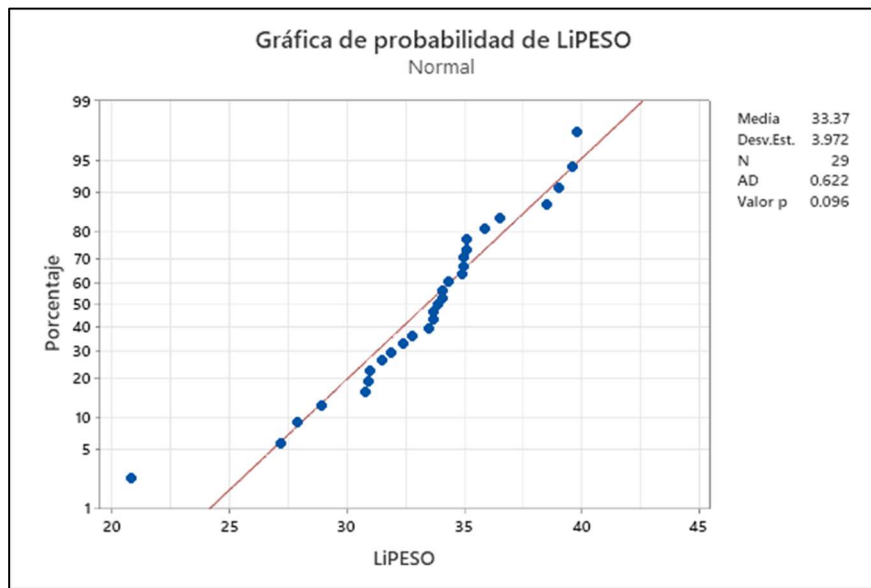


### Interpretación:

En la gráfica podemos ver que el valor  $p$ , es de 0.452 la cual es mayor a 0.050 por lo cual aceptamos la hipótesis que los datos siguen una distribución normal. Entonces el peso promedio de la Naranja utilizada para esta investigación fue de 219.30 gramos con una desviación estándar de 25.31 gramos.

**Figura 65:**

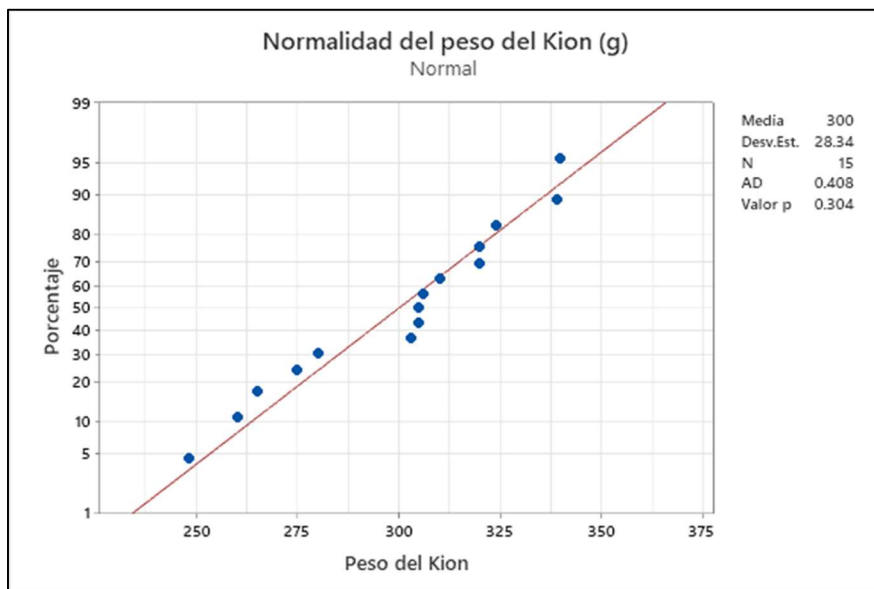
*Grafica de probabilidad para el peso de las muestras de Limón.*



**Interpretación:** En la gráfica podemos ver que el valor  $p$ , es de 0.096 la cual es mayor a 0.05 por lo cual aceptamos la hipótesis que los datos siguen una distribución normal. Entonces el peso promedio del Limón utilizado para esta investigación fue de 33.370 gramos con una desviación estándar de 3.972 gramos.

**Figura 66:**

*Grafica de probabilidad para el peso de las muestras del Jengibre o Kion*



**Interpretación:** En la gráfica podemos ver que el valor  $p$ , es de 0.304 la cual es mayor a 0.05 por lo cual aceptamos la hipótesis que los datos siguen una distribución normal. Entonces el peso promedio del Jengibre o kion utilizado para esta investigación fue de 300 gramos con una desviación estándar de 28.34 gramos.

**Tabla 33:***Peso promedio de las muestras de Naranja y Limón*

<b>Fruto</b>	<b>Media (g)</b>	<b>Desviación estándar (g)</b>	<b>Coefficiente de variación (%)</b>	<b>Interpretación</b>
Naranja	219.3	25.31	11.54	CV ≤ 30% significa que los datos de la muestra son relativamente homogéneos, por lo cual la media es representativa.
Limón	33.37	3.972	11.90	

**Tabla 34:***Peso promedio y calibre del Jengibre o kion según peso*

<b>Fruto</b>	<b>Peso</b>	<b>Calibre</b>	<b>Fuente</b>	<b>Interpretación</b>
Jengibre	300.4 ± 28.34	A	NTP 209.202 2021	Existen 4 calibres donde la primera letra tienen el mayor peso. Calibre A (300 g a más) Calibre D (150 g)

## Cálculo de rendimientos de zumo

Se cortó y exprimió 10 unidades de Limón y Naranja, se midió el volumen obtenido.

### Figura 67:

*Zumo de Naranja obtenido de 10 unidades.*



Nota: Se obtuvo 780 ml de 10 unidades de Naranja, lo que nos da un rendimiento de 78 mililitros por unidad aproximadamente.

### Figura 68:

*Zumo de Limón obtenido de 10 unidades*



Nota: Se obtuvo 80 ml de 10 unidades de Naranja, lo que nos da un rendimiento de 8 mililitros por unidad aproximadamente.

### Tabla 35:

*Rendimiento de los componentes de la Naranja*

Componente	Peso (kg)	Rendimiento (%)
Naranja	2.193	100%
Cascara	1.400	64%
Zumo	0.780	36%
Pepas	0.013	1%



**Figura 69:**

*Peso en gramos de la merma de 10 Naranjas exprimidas.*



**Tabla 36:**

*Rendimiento de los componentes del Limón*

Componente	Peso (kg)	Rendimiento (%)
Naranja	0.334	100%
Cascara	0.250	75%
Zumo	0.080	24%
Pepas	0.004	1%

**Figura 70:**

*Peso en gramos de la merma de 10 Limónes exprimidos.*



## Determinación de pH

**Figura 71:**

*Lectura del pH de la materia prima*



Nota: Para la caracterización se utilizó el pH metro marca Thermo, y para la Miel se utilizó el pH metro digital.



**Tabla 37:***Datos de lectura de pH de la materia prima*

Muestra	pH	media ± desviación estándar
Zumó Naranja	3.72	3.76 ± 0.07
	3.84	
	3.73	
Zumó Limón	2.39	2.37 ± 0.04
	2.32	
	2.4	
Jengibre o Kion	6.69	6.7 ± 0.3
	7.00	
	6.4	
Miel	2.71	2.71 ± 0.01
	2.71	
	2.72	

**Tabla 38:***Valores de pH de la mejor formulación sin ultrasonido*

#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	2.34	2.52	2.54	2.61	2.64	2.68	2.68	2.68
2	2.34	2.5	2.54	2.61	2.63	2.66	2.67	2.67
3	2.33	2.54	2.55	2.59	2.64	2.65	2.67	2.65
Media (x) ± desviación (s)	2.34 + 0.01	2.52 + 0.02	2.54 + 0.01	2.6 + 0.01	2.64 + 0.01	2.66 + 0.02	2.67 + 0.01	2.67 + 0.02

**Tabla 39:***Valores de pH de la mejor formulación con ultrasonido*

#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	2.34	2.52	2.53	2.58	2.58	2.58	2.58	2.61
2	2.34	2.5	2.53	2.58	2.57	2.59	2.59	2.6
3	2.33	2.5	2.52	2.56	2.58	2.59	2.59	2.59
Media (x) ± desviación (s)	2.34 + 0.01	2.51 + 0.01	2.53 + 0.01	2.57 + 0.01	2.58 + 0.01	2.59 + 0.01	2.59 + 0.01	2.6 + 0.01

## Humedad:

Para la humedad se pesó 5 gramos de muestra en placas Petri previamente pesadas como se muestra en la figura 72, después se llevó a una estufa a 110°C por 2 horas, se enfrió y peso, los datos registrados se presentan en la tabla 39.

### Figura 72:

*Procedimiento para determinar humedad en materia prima.*



**Tabla 40:***Datos de peso de materia para humedad y solidos totales*

<b>Muestra</b>	<b>P. Muestra</b>	<b>P. Capsula</b>	<b>Peso final</b>	<b>Humedad</b>	<b>ST</b>
Zumó Naranja	5.1618	50.7516	51.2882	89.60%	10.40%
	5.4483	34.6706	35.2454	89.45%	10.55%
	5.2749	43.1864	43.7710	88.92%	11.08%
Zumó Limón	5.5633	42.3522	42.7820	92.27%	7.73%
	5.2996	43.3125	43.7132	92.44%	7.56%
	5.3182	41.5853	41.9939	92.32%	7.68%
Jengibre	5.0864	42.3014	43.8986	68.60%	31.40%
	5.2281	39.747	41.1120	73.89%	26.11%
	5.2765	41.7856	43.3051	71.20%	28.80%

## Cenizas

Para las cenizas se pesó 3 gramos de muestra en crisoles previamente pesadas y secados como se muestra en la figura 73 y 74, después se llevó a una estufa a 525°C por 2 horas, se enfrió y peso, los datos registrados se presentan en la tabla 40.

### Figura 73:

*Preparación de la muestra y peso de los crisoles*



### Figura 74:

*Determinación de cenizas*



**Tabla 41:***Datos de peso de materia para cenizas de la materia prima*

<b>Muestra</b>	<b>P. Muestra</b>	<b>P. Capsula</b>	<b>Peso final</b>	<b>% Cenizas</b>
Zumó Naranja	2.0476	17.6763	17.6894	0.64%
	2.0152	19.1635	19.1756	0.60%
	2.043	17.0195	17.0302	0.52%
Zumó Limón	2.0222	17.0527	17.0673	0.72%
	2.0631	19.9221	19.9378	0.76%
	2.017	19.8672	19.8822	0.74%
Jengibre	2.0215	20.1763	20.2119	1.76%
	2.0053	16.945	16.9779	1.64%
	2.0022	17.3683	17.3969	1.43%
Miel	2.0218	17.0527	17.0565	0.19%
	2.0047	19.9221	19.926	0.19%
	2.0021	19.8672	19.8713	0.20%

## Acidez

Se realizo con un dispensador o bureta graduada como se ve en la figura 75, la cual contenía hidróxido de sodio con una concentración de 0.1 N el gasto apuntado y se multiplico por la constante ver tabla 41 para calcular el porcentaje de ácido predominante en cada zumo y en la tabla 42 los valores registrados de la materia prima. Se calculo la acidez para el producto terminado, la formulación optima, durante 12 días eso se puede ver en la tabla 43, con el peso equivalente de ácido cítrico (peqcc).

### Figura 75:

*Acidez titulable de los zumos*



### Tabla 42:

*Constantes de los ácidos para el cálculo de la acidez titulable.*

Constantes de ácidos		Materia
Peq-acc	0.064	
N (NaOH)	0.1	
C acc (constante)	1.28	Naranja, Limón
Peq aoxalic	0.045	Kion
Peq cacox	0.900	Miel

**Tabla 43:***Registro de datos de gasto para la acidez titulable de la materia prima*

Muestra	Gasto NaOH	% Acidez
Zumó Naranja	9.8	1.25
	8.4	1.08
	9	1.15
Zumó Limón	55	7.04
	55	7.04
	54	6.91
Kion	0.2	0.18
	0.21	0.19
Miel	0.23	0.21
	34	4.35
	35	4.48
	35	4.48

**Tabla 44:***Valores de % acidez de la mejor formulación sin ultrasonido*

#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	1.08	1.15	1.11	1.12	1.16	1.16	1.2	1.2
2	1.08	1.15	1.11	1.15	1.18	1.18	1.19	1.19
3	1.08	1.15	1.11	1.15	1.16	1.15	1.18	1.2
Media (x) ± desviación (s)	1.08 + 0	1.15 + 0	1.11 + 0	1.14 + 0.02	1.17 + 0.01	1.16 + 0.02	1.19 + 0.01	1.2 + 0.01

**Tabla 45:***Valores de % acidez de la mejor formulación con ultrasonido*

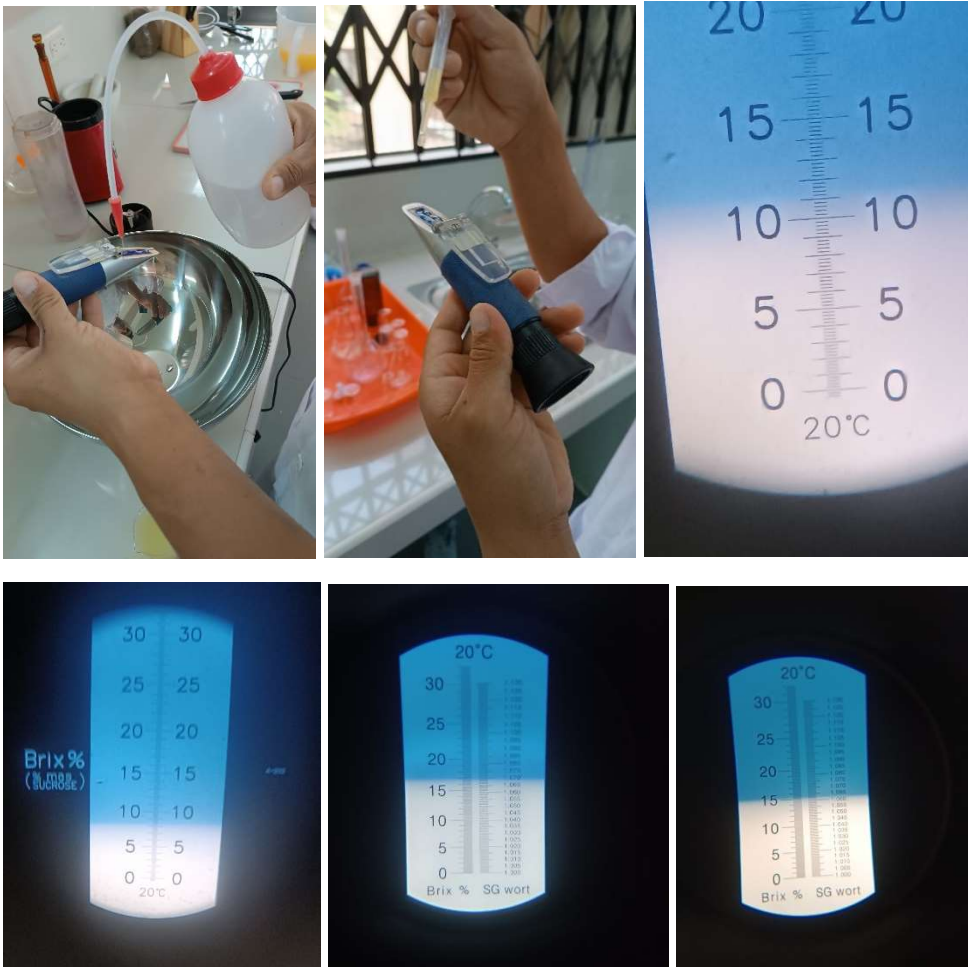
#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	1.25	1.28	1.24	1.24	1.28	1.28	1.28	1.3
2	1.25	1.28	1.24	1.28	1.28	1.28	1.28	1.39
3	1.25	1.28	1.24	1.24	1.28	1.24	1.28	1.4
Media (x) ± desviación (s)	1.25 + 0	1.28 + 0	1.24 + 0	1.25 + 0.02	1.28 + 0	1.27 + 0.02	1.28 + 0	1.36 + 0.06



## Brix

Se utilizo el refractómetro para determinar los grados brix de la materia prima y la formulación optima, como se ve en la figura se debe limpiar el lente de equipo con agua destilada y secar para luego adicionar la muestra, en un ambiente con buena luz. En la tabla 46 se registró los valores de brix de la materia prima y en la tabla 47 y 48 se registró los valores de brix del producto terminado.

**Figura 76:**  
*Medición de los grados brix.*





**Tabla 46:***Datos de lectura de grados brix de la materia prima*

<b>Muestra</b>	<b>°Brix</b>
Zumó Naranja	11
	11
	11.5
Zumó Limón	8.2
	8.1
	8.2
Jengibre	1.5
	1.4
	1.5

**Tabla 47:***Valores de grados brix de la mejor formulación sin ultrasonido*

#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	15.8	15.8	15.8	15.6	15.6	15.6	15.6	15.7
2	15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
3	15.8	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
Media								
(x) ± desviación (s)	15.8 + 0	15.77 + 0.06	15.77 + 0.06	15.67 + 0.06	15.67 + 0.06	15.67 + 0.06	15.67 + 0.06	15.7 + 0

**Tabla 48:***Valores de grados brix de la mejor formulación con ultrasonido*

#	Día 0	Día 1	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12
1	15.8	15.6	15.6	15.4	15.4	15.4	15.4	15.6
2	15.8	15.7	15.6	15.6	15.4	15.4	15.4	15.7
3	15.8	15.7	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
Media								
(x) ± desviación (s)	15.8 + 0	15.67 + 0.06	15.6 + 0	15.53 + 0.12	15.47 + 0.12	15.47 + 0.12	15.47 + 0.12	15.63 + 0.06

## Determinación de azúcares reductores (DNS)

Se realizó la determinación de azúcares reductores mediante el método DNS para la Miel debido a que es un indicador de calidad de la misma.

### Tabla 49:

*Preparación de curva estándar de DNS con glucosa*



### ANEXO 3: Cálculo de materia prima

**Tabla 50:**

*Matriz de volumen necesario para las formulaciones de una sola muestra.*

	ZN	ZL	K	Miel	Agua	
F1		30	30	30	10	20
F2		0	45	45	10	20
F3		90	0	0	10	20
F4		45	0	45	10	20
F5		90	0	0	10	20
F6		15	60	15	10	20
F7		60	15	15	10	20
F8		0	90	0	10	20
F9		0	90	0	10	20
F10		0	0	90	10	20
F11		45	45	0	10	20
F12		0	0	90	10	20
F13		15	15	60	10	20
para 1 en ml	390	390	390	130	260	

**Tabla 51:**

*Volumen de producción necesario para 30 muestras del diseño experimental*

	ZN	ZL	K	Miel	Agua	
F1	900	900	900	300	600	
F2	0	1350	1350	300	600	
F3	2700	0	0	300	600	
F4	1350	0	1350	300	600	
F5	2700	0	0	300	600	
F6	450	1800	450	300	600	
F7	1800	450	450	300	600	
F8	0	2700	0	300	600	
F9	0	2700	0	300	600	
F10	0	0	2700	300	600	
F11	1350	1350	0	300	600	
F12	0	0	2700	300	600	
F13	450	450	1800	300	600	
para 30 en ml	11700	11700	11700	3900	7800	

Según la tabla 48 se necesitan 390 mililitros de cada zumo para un frasco en la tabla 49 vemos que se necesitan 11700 ml equivalente a 11.7 litros de zumo de Naranja (ZN), zumo de Limón (ZL) y concentrado de Jengibre (K) para 30 frascos de las 13 formulaciones. Tenemos como rendimiento en la Naranja 36% y en el Limón 24% del

peso es zumo como se ve en la tabla 34 y 35 respectivamente. Entonces dividimos entre el rendimiento para calcular la cantidad de materia necesaria

$$\text{Cantidad necesaria (kg fruta)} = \frac{\text{cantidad requerida}}{\text{rendimiento}} \times (1 + \text{error})$$

$$\text{Cantidad necesaria (kg fruta)} = \frac{11.7 \times 1.05}{0.24} = 51.1875 \cong 52 \text{ kg de limon}$$

$$\text{Cantidad necesaria (kg fruta)} = \frac{11.7 \times 1.05}{0.36} = 34.125 \cong 35 \text{ kg de naranja}$$

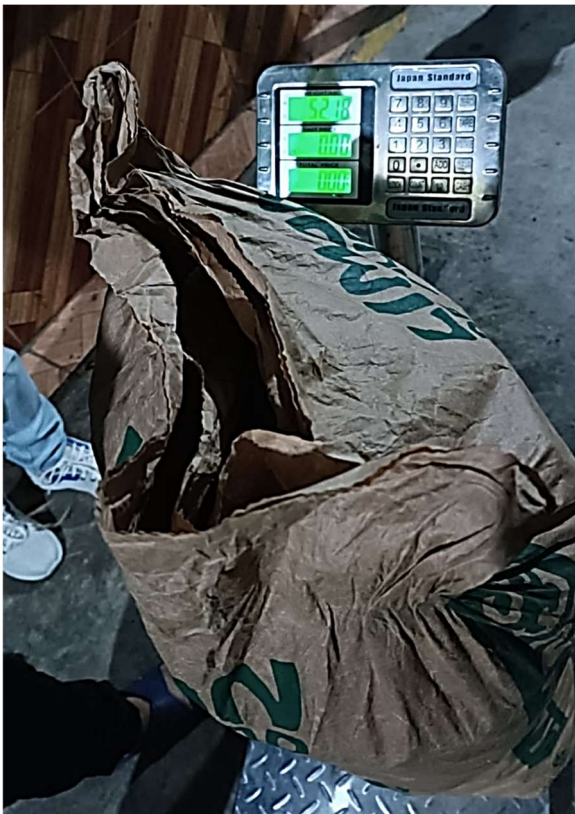
Para el Jengibre se trabajó a una dilución 1:2 por lo que se pesa una parte de muestra y una parte de agua el rendimiento sería 200%, para alcanzar los 11,7 litros se usará

$$\text{Cantidad necesaria (kg fruta)} = \frac{11.7 \times 1.05}{2.0} = 6.1425 \cong 6.2 \text{ kg de jengibre}$$

La Miel se usará 3.9 kilos y el agua será de 7.8 kilos para 30 muestras de nuestras 13 formulaciones. Para esta investigación se realizó 60 muestras para todos los ensayos.

**Figura 77:**

*Pesado de la materia prima*



**Figura 78:**  
*Lavado y desinfección de la materia prima*



**Figura 79:**  
*Corte de materia prima y extracción del zumo*





**Figura 80:**

*Esterilización de los frascos*



**Figura 81:**

*Formulación de las mezclas del diseño experimental*



**Figura 82: Frascos esterilizados**



**Figura 83:**  
*Dosificación de las bebidas formulaciones*



#### ANEXO 4: Determinación de vitamina c metodología DFIF

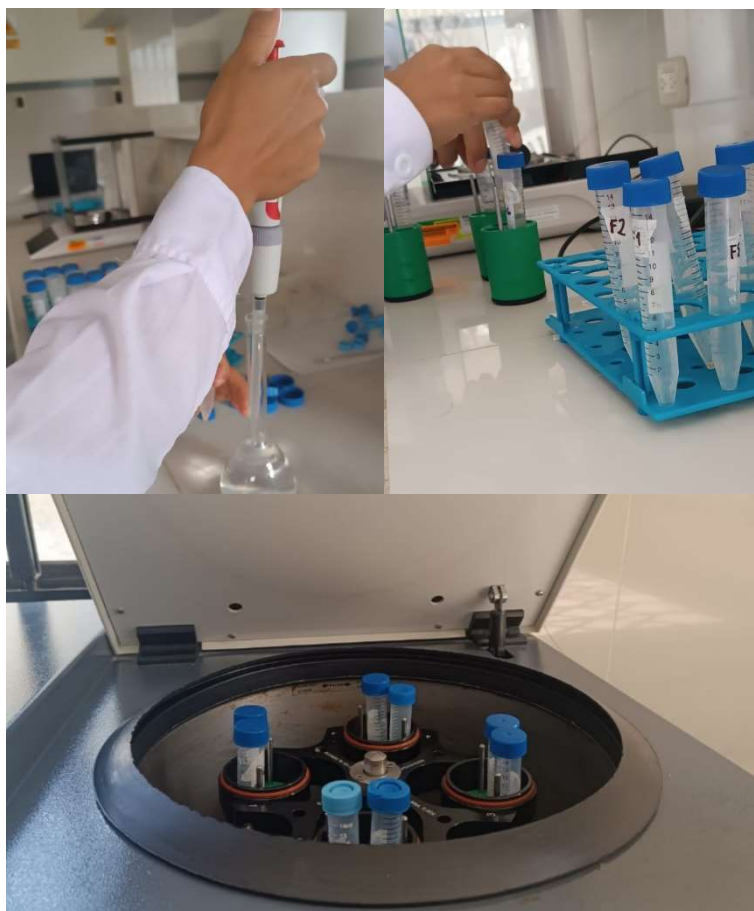
Se preparo las formulaciones según el diseño de experimentos, se pesó en los tubos falcón y anoto el valor para luego ser agregado ácido oxálico y llevado a baño de ultrasonido, y centrifuga para extraer el sobrenadante como menciona la metodología descrita en esta investigación. En la figura 84 y 85 podemos ver todo este procedimiento.

**Figura 84:** Preparación de las muestras para lectura de vitamina C

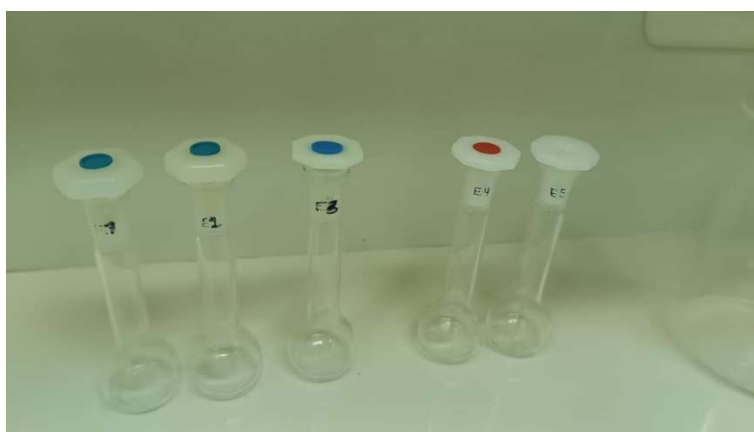




**Figura 85:** *adición de ácido oxálico y centrifuga*



**Figura 86:** *Preparación de curva estándar vitamina c*



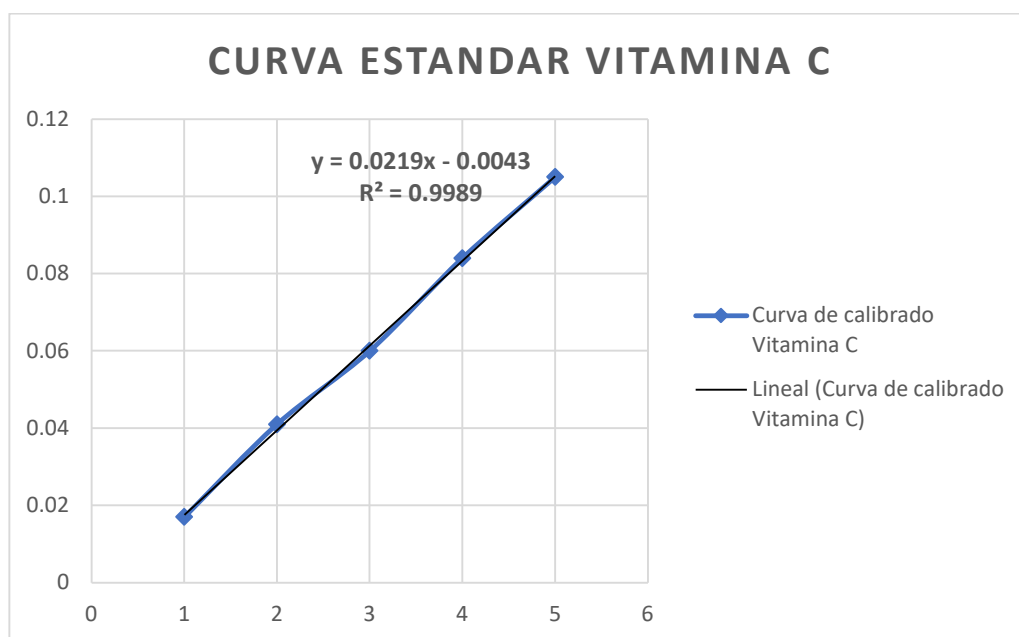
**Figura 87:** *Preparación de las muestras en eppendorf*



**Figura 88:** *lectura de vitamina c*



**Figura 89:** Ecuación del estándar de vitamina C



**Tabla 52:** Lecturas de la curva estándar de vitamina C

Lecturas	Estándares	Tubo	Reactivo	ABS	L2-L1
L1	*	1	1000 ul de agua destilada	0.04	0.108
	*	2	100ul ac. Oxálico + 900ul Colorante	0.148	
E1(L2)	E1	3	100uL E1 + 900 µl destilada	0.041	0.093
	E1	4	100uL E1 + 900 µl colorante	0.134	
E2(L2)	E2	5	100uL E2 + 900 µl destilada	0.05	0.067
	E2	6	100uL E2 + 900 µl colorante	0.117	
E3(L2)	E3	7	100uL E3 + 900 µl destilada	0.042	0.05
	E3	8	100uL E3 + 900 µl colorante	0.092	
E4(L2)	E4	9	100uL E4 + 900 µl destilada	0.041	0.024
	E4	10	100uL E4 + 900 µl colorante	0.065	
E5(L2)	E5	11	100uL E5 + 900 µl destilada	0.042	0.003
	E5	12	100uL E5 + 900 µl colorante	0.045	

Nota: solo se usó 200µL para la lectura en la microplaca

**Tabla 53:** Construcción de la curva estándar lectura restado el blanco

Concentración (mg/100ml)	L1	L2	L1-L2
1	0.1100	0.093	0.017
2	0.1080	0.067	0.041
3	0.1100	0.05	0.06
4	0.1080	0.024	0.084
5	0.1080	0.003	0.105

## ANEXO 5: Determinación de polifenoles totales metodología Folin-ciocalteu

Figura 90: Preparación de reactivos de extracción

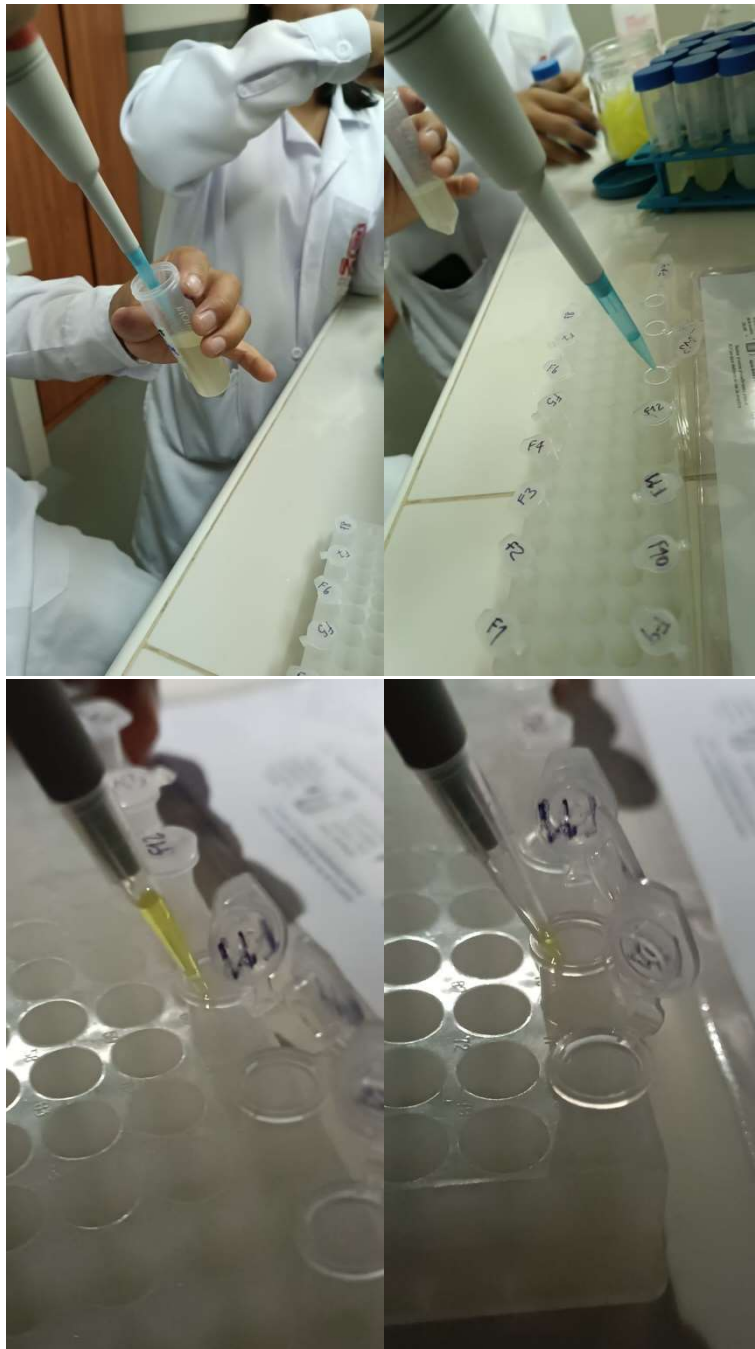




**Figura 91:** *Extracción de los polifenoles*



**Figura 92:** *Adición de la alicuota en los eppendorf*



**Figura 93:** Adición del colorante Folin Ciocalteu

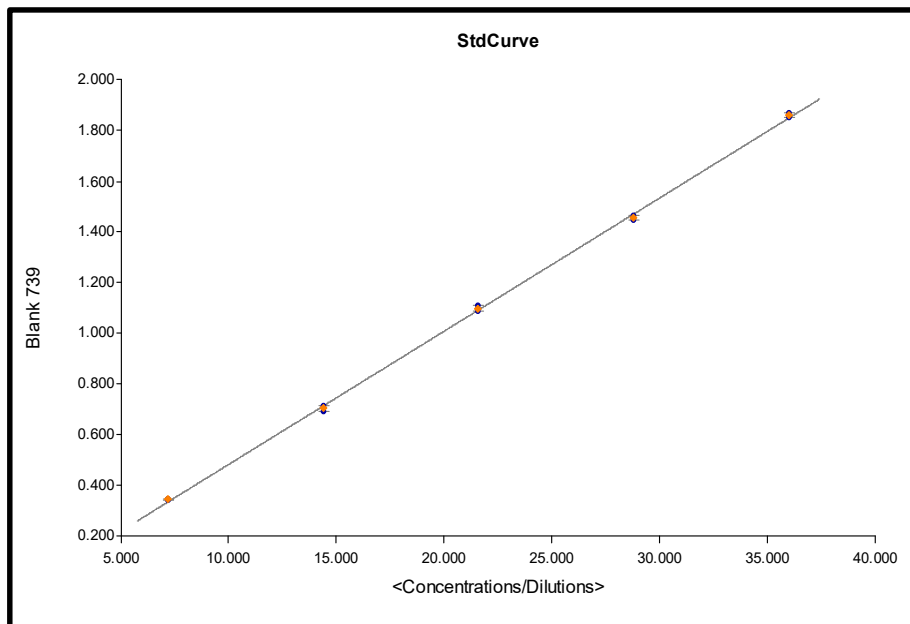




**Figura 94:** Lectura en el multiparámetro



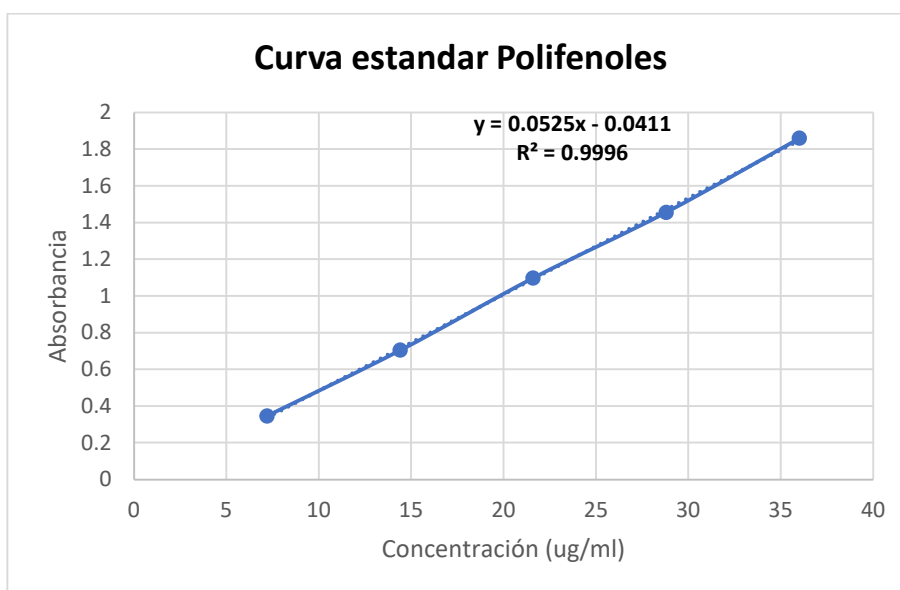
**Figura 95:** Curva estándar de polifenoles del software del equipo



**Tabla 54:** Correlación lineal de la curva estándar

	Curve Name	Curve Formula	A	B	R2	Fit F Prob
	StdCurve	Y=A*X+B	0.0525	-0.041	0.9996	?????

**Tabla 55:** Ecuación del estándar de polifenoles totales



**Tabla 56:** Lecturas de la curva estándar de polifenoles

Tubos	Concentración (µg/ml)	Reactivos	Absorbancia
1	0	1100 µL Agua destilada	0.000
2	7.2	20 µL AG + 100 µL F. + 50µL Carbonato sódico + 1080 µL Agua destilada	0.346
3	14.4	40 µL AG + 100 µL F. + 50µL Carbonato sódico + 1060 µL Agua destilada	0.705
4	21.6	60 µL AG + 100 µL F. + 50µL Carbonato sódico + 1040 µL Agua destilada	1.098
5	28.8	80 µL AG + 100 µL F. + 50µL Carbonato sódico + 1020 µL Agua destilada	1.456
6	36	100 µL AG + 100 µL F. + 50µL Carbonato sódico + 100 µL Agua destilada	1.860

**Tabla 57:** valores de concentración y absorbancia de polifenoles totales

Concentración (µg/ml)	Absorbancia
7.2	0.346
14.4	0.705
21.6	1.098
28.8	1.456
36	1.860

## ANEXO 6: Evaluación sensorial

**Figura 96:**

*Locaciones de las pruebas sensoriales*



**Figura 97:**

*Ordenamiento de las muestras para evaluación sensorial*



**Figura 98:**  
*Panelistas encargados de la evaluación sensorial*





**Formato evaluación sensorial escala continua**

**Nombre del juez:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** 19/10/2023

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Genero:** \_\_\_\_\_

**Nombre del producto:** Bebida funcional

**Prueba:** Aceptabilidad General

**Instrucciones:** Pruebe de una en una la muestra de la bebida que se le han proporcionado, beba un sorbo de agua al probar cada una de ellas, califique según la escala que se presenta, marcando con una ( / ) en la línea correspondiente de acuerdo al nivel de la característica evaluada.

	<b>Disgusta extremadamente</b>		<b>Me gusta extremadamente</b>
F1	----- -----		----- -----
F2	----- -----		----- -----
F3	----- -----		----- -----
F4	----- -----		----- -----
F5	----- -----		----- -----
F6	----- -----		----- -----
F7	----- -----		----- -----
F8	----- -----		----- -----
F9	----- -----		----- -----
F10	----- -----		----- -----
F11	----- -----		----- -----
F12	----- -----		----- -----
F13	----- -----		----- -----

Gracias por su participación

N°	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	
1		1.73	0.51	8.37	7.24	9.59	2.35	8.47	1.43	0.61	0.20	1.53	1.22	2.55
2		1.63	3.27	8.78	3.37	8.67	1.63	4.29	4.39	3.27	3.16	4.39	3.06	4.39
3		5.10	5.20	6.94	3.67	9.90	4.69	6.63	7.14	6.22	4.08	5.82	2.55	5.41
4		2.76	0.41	3.78	0.10	5.10	0.20	2.14	1.02	0.10	0.00	0.41	0.51	0.20
5		0.10	0.10	6.73	0.20	5.71	0.31	1.84	0.10	0.20	0.82	0.51	0.20	0.20
6		1.73	0.41	5.92	1.84	7.35	0.71	4.90	2.45	1.12	1.02	0.51	2.04	1.73
7		3.37	2.76	7.65	3.57	8.06	0.61	3.57	0.51	0.10	2.65	3.47	2.65	4.18
8		5.51	2.86	9.59	5.31	6.53	5.51	6.02	4.08	5.20	0.41	7.45	1.94	6.43
9		6.33	1.12	9.29	4.29	8.67	2.45	5.82	1.84	1.22	1.33	6.12	0.31	4.90
10		5.00	3.67	7.24	4.49	7.96	3.67	5.92	1.53	2.04	1.84	3.57	2.86	3.47
11		3.88	4.59	7.04	4.29	6.73	0.10	6.22	4.18	3.67	3.27	3.16	3.16	4.08
12		5.10	2.24	8.67	3.88	9.08	3.47	6.12	2.45	2.65	1.63	3.57	3.06	3.37
13		5.00	2.35	6.53	2.35	5.20	0.61	3.57	2.65	3.27	0.82	4.69	0.10	1.53
14		7.14	5.10	7.65	4.49	5.61	6.43	4.90	4.39	4.49	4.29	4.80	4.08	4.08
15		3.16	3.16	7.65	0.71	5.20	3.67	5.10	2.76	2.14	1.12	6.12	1.84	0.20
16		0.31	0.00	7.24	1.63	4.90	0.00	5.10	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
17		7.24	4.90	9.49	3.57	9.39	8.06	2.76	4.49	2.04	0.10	7.14	0.20	0.20
18		5.82	2.96	8.16	3.06	8.98	1.33	3.27	3.47	2.96	0.31	5.51	0.10	0.51
19		2.35	0.31	9.80	0.31	9.80	0.31	0.41	0.20	0.20	0.31	0.82	0.10	0.10
20		7.65	3.78	6.53	3.88	6.53	7.14	4.90	1.84	0.51	1.43	4.69	2.04	3.27
21		4.49	0.41	7.45	0.51	7.76	0.51	6.94	0.51	0.61	0.31	3.06	0.51	0.71
22		0.51	0.41	9.59	0.41	9.49	0.51	8.16	0.31	0.82	0.31	1.63	0.31	0.41
23		3.88	2.96	7.45	4.69	7.86	3.47	4.49	3.47	4.18	3.67	5.00	3.78	5.00
24		1.94	1.12	7.35	1.73	8.98	2.04	2.04	1.53	1.84	0.92	8.78	0.41	1.22
25		5.10	2.65	8.78	1.02	8.98	1.84	9.39	1.12	3.37	0.41	5.10	0.10	1.33
26		6.02	2.35	8.67	6.94	8.98	0.00	3.27	1.94	0.00	0.31	1.53	0.00	5.51
27		8.78	0.20	8.67	2.45	9.18	0.10	7.65	0.20	0.41	0.31	0.10	0.00	0.00
28		4.08	2.21	6.53	2.96	8.06	2.45	4.90	2.22	1.97	1.27	1.53	1.22	2.55
29		4.13	2.21	7.65	3.67	6.53	3.67	3.06	2.22	1.84	1.43	4.39	3.06	4.39
30		4.29	2.21	7.65	0.10	8.67	0.10	6.02	4.49	1.84	1.27	5.82	2.55	5.41
31		3.06	2.04	7.24	0.20	7.96	3.47	5.82	2.65	1.73	1.27	0.41	0.51	0.20
32		6.02	2.45	9.49	1.84	6.73	0.61	4.90	4.39	1.94	1.43	0.51	0.20	0.20
33		2.45	2.35	8.16	3.57	9.08	2.29	5.00	2.76	1.84	1.27	0.51	2.04	1.73
34		4.08	2.14	7.35	5.31	6.12	2.55	6.12	0.00	3.37	3.27	3.47	2.65	4.18
35		4.29	1.94	8.78	4.29	6.63	2.45	3.57	4.49	2.04	1.27	7.45	1.94	6.43
36		1.94	2.55	8.67	4.49	5.20	2.14	4.90	2.76	2.96	0.92	3.73	1.38	2.41
37		3.88	2.21	7.82	2.96	7.79	2.04	3.27	2.65	0.20	1.27	3.73	1.38	2.41
Media		4.05	2.22	7.85	2.96	7.65	2.26	4.90	2.40	1.97	1.34	3.58	1.46	2.57
Des		2.08	1.44	1.22	1.91	1.54	2.08	1.94	1.68	1.56	1.18	2.39	1.26	2.08
CV		51%	65%	16%	64%	20%	92%	40%	70%	79%	88%	67%	86%	81%
Vmenor		2.0	0.8	6.6	1.1	6.1	0.2	3.0	0.7	0.4	0.2	1.2	0.2	0.5
Vmayor		6.1	3.7	9.1	4.9	9.2	4.3	6.8	4.1	3.5	2.5	6.0	2.7	4.6
	4.05 ± 2.08	2.22 ± 1.44	7.85 ± 1.22	2.96 ± 1.91	7.65 ± 1.54	2.26 ± 2.08	4.9 ± 1.94	2.4 ± 1.68	1.97 ± 1.56	1.34 ± 1.18	3.58 ± 2.39	1.46 ± 1.26	2.57 ± 2.08	

146

**ANEXO 7: Desarrollo de la matriz QFD**

Requerimientos del cliente	Requerimientos de diseño							PRODUCT/SERVICE PLAN									
	Adición de los tres insumos	Mayor cantidad de compuestos bioactivos	Grados Brix del producto respetando la legislación	Envase reusable	Formula estandarizada	Vida util prolongada	Acidez del producto	Prioridad del cliente	CUSTOMER RATING			COMPANY PRODUCT VISION			ABSOLUTE IMPORTANCE	RELATIVE IMPORTANCE	
									MARKET COMPETITIVE BENCHMARK			SELLING POINT	COMPANY PLAN	IMPROVEMENT GAIN			
									Nuevo empresa	Zuma	Empresa B						
Presencia de componentes funcionales	9	9	1	1	5	5	5	4	4	4	3	1.5	5	1.3	7.5	0.17	
Sabor residual agradable	5	9	9	1	5	1	5	5	3	3	3	1.2	5	1.7	10.0	0.23	
Olor agradable	5	5	1	1	1	9	5	2	3	3	3	1.0	2	0.7	1.3	0.03	
Color natural	5	5	5	5	5	1	1	2	3	2	3	1.0	2	0.7	1.3	0.03	
Sabor dulce	9	1	9		5	5	5	2	3	2	3	1.0	2	0.7	1.3	0.03	
Precio acorde al mercado	5	5	5	9	1	1	1	3	3	1	3	1.2	4	1.3	4.8	0.11	
Beneficioso para la salud	9	9	9	1		5	5	4	3	3	3	1.5	5	1.7	10.0	0.23	
Sin azucares añadidos ni preservantes	5		9	1	5	9	5	4	4	4	3	1.2	5	1.3	6.0	0.14	
Presentacion agradable y ecoamigable	1	1		9				2	3	2	3	1.0	2	0.7	1.3	0.03	

43.6

**RELATIONSHIP**

9	Fuerte
5	media
1	weak

- 5 Lo mas importante
- 4 Sumamente importante
- 3 Importante
- 2 Poco importante
- 1 No importante

5	5	5	OUTSTANDING
4	4	4	EXCELENT
3	3	3	GOOD
2	2	2	FAIR
1	1	1	POOR
	1.5		Very Advertisable
	1.2		Advertisable
	1.0		Unadvertisable

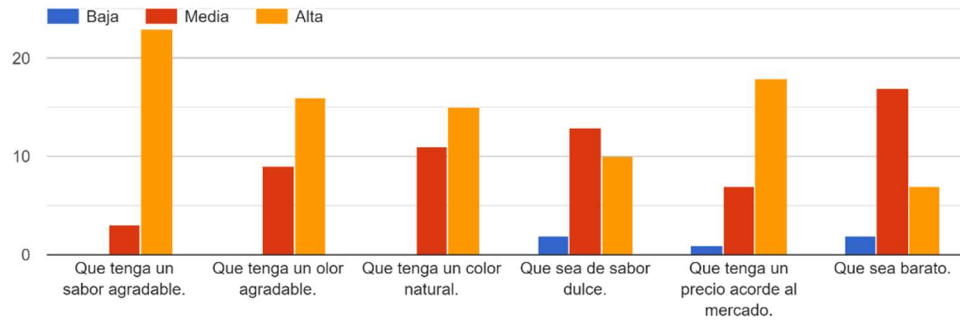
Requerimiento de diseño									
Adición de los tres insumos	Mayor cantidad de compuestos bioactivos	Grados Brix del producto según la legislación	Envase reusable	Formula estandarizada	Vida util prolongada	Acidez del producto			
1.5	1.5	0.2	0.2	0.9	0.9	0.9	0.0		
0.9	1.5	1.5	0.2	0.9	0.2	0.9	0.0		
0.9	0.9	0.2	0.2	0.2	1.5	0.9	0.0		
0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.2	0.2	0.0		
1.5	0.2	1.5	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0		
0.9	0.9	0.9	1.5	0.2	0.2	0.2	0.0		
1.5	1.5	1.5	0.2	0.0	0.9	0.9	0.0		
0.9	0.0	1.5	0.2	0.9	1.5	0.9	0.0		
0.2	0.2	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0		
DESIGN REQ ABS IMPORTANCE >>>	9.1	7.6	8.3	4.8	4.6	6.2	5.5	0.0	46.1
DESIGN REQ REL IMPORTANCE >>>	<b>0.20</b>	<b>0.16</b>	<b>0.18</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.13</b>	<b>0.12</b>	0.0	



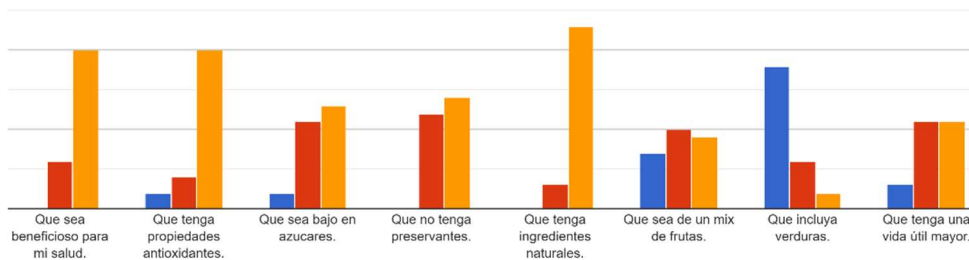
## Requerimiento del cliente

### Características sensoriales y precios

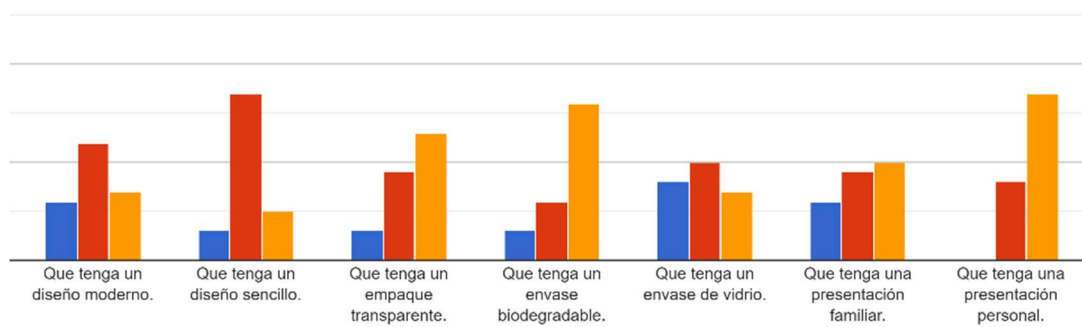
¿Cuál es el nivel de importancia de las siguientes características en una bebida?



### Características nutricionales y funcionales



### Características de diseño



## ANEXO 8: Analisis estadístico de las respuestas

Analisis estadístico de los datos de vitamina C

Sum of Source	Mean Squares	F	p-value			
		df	Square	Value	Prob > F	
Mean vs Total	5097.13	1	5097.13			
Linear vs Mean	1498.42	2	749.21	189.12	< 0.0001	Suggested
Quadratic vs Linear	23.80	3	7.93	3.51	0.0776	
Sp Cubic vs Quadratic	5.64	1	5.64	3.33	0.1180	
Cubic vs Sp Cubic	0.68	2	0.34	0.14	0.8709	Aliased
Residual	9.50	4	2.37			

Coefficient Component	Standard Estimate	95% CI	95% CI			
		df	Error	Low	High	VIF
A-Zumo de Naranja	34.34	1	1.17	31.74	36.94	1.07
B-Zumo de Limón	24.42	1	1.17	21.82	27.02	1.07
C-Concentrado de Jengibre	0.65	1	1.17	-1.95	3.25	1.07

Analisis estadístico de las respuestas de polifenoles totales

Model Summary Statistics						
Std.	Adjusted	Predicted				
Source	Dev.	R-Squared	R-Squared	R-Squared	PRESS	
Linear	0.77	0.9644	0.9572	0.9380	10.38	
Quadratic	0.24	0.9976	0.9959	0.9929	1.19	Suggested
Special Cubic	0.26	0.9976	0.9952	0.9628	6.23	
Cubic	1.434E-003	1.0000	1.0000	1.0000	1.408E-003	Aliased


<b>Coefficient Component</b>	<b>Standard Estimate</b>	<b>95% CI df</b>	<b>95% CI Error</b>	<b>Low</b>	<b>High</b>	<b>VIF</b>
A-Zumo de Naranja	15.68	1	0.17	15.29	16.08	1.50
B-Zumo de Limón	5.94	1	0.17	5.54	6.33	1.50
C-Concentrado de Jengibre	5.17	1	0.17	4.77	5.56	1.50
AB	-5.13	1	0.96	-7.39	-2.86	1.59
AC	-7.03	1	0.96	-9.29	-4.77	1.59
BC	-1.27	1	0.96	-3.53	0.99	1.59

Analisis estadístico de las respuestas aceptabilidad

<b>Model Summary Statistics</b>	<b>Adjusted</b>	<b>Predicted</b>				
<b>Std.</b>	<b>Dev.</b>	<b>R-Squared</b>	<b>R-Squared</b>	<b>R-Squared</b>	<b>PRESS</b>	
Linear	1.06	0.8121	0.7745	0.7135	17.17	
Quadratic	0.75	0.9335	0.8860	0.5648	26.07	
Special Cubic	0.41	0.9831	0.9662	0.7447	15.30	Suggested
Cubic	0.15	0.9986	0.9957	0.7715	13.69	Aliased

<b>Coefficient Component</b>	<b>Standard Estimate</b>	<b>95% CI df</b>	<b>95% CI Error</b>	<b>Low</b>	<b>High</b>	<b>VIF</b>
A-Zumo de Naranja	7.88	1	0.29	7.18	8.58	1.50
B-Zumo de Limón	2.27	1	0.29	1.57	2.96	1.50
C-Concentrado de Jengibre	1.47	1	0.29	0.77	2.17	1.50
AB	-6.77	1	1.80	-11.18	-2.35	1.93
AC	-12.53	1	1.80	-16.94	-8.12	1.93
BC	0.92	1	1.80	-3.49	5.33	1.93
ABC	55.12	1	13.14	22.97	87.28	2.45

## ANEXO 9: Encuesta virtual



### Encuesta: Bebida Funcional Cítrica

conocimientosf@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

\* Indica que la pregunta es obligatoria

#### Requerimientos en una bebidas.

A continuación le presentaremos algunas características tomadas de un estudio de mercado, señale el nivel de importancia que tiene para usted cada característica mencionada.

(importancia **Alta**, **Media** o **baja**)

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdRZu4mzXiMNRikwKyg3S5jGj7EkOI3mhEFGwUGUZqRJBVSaA/formResponse>

1/4

¿Cuál es el nivel de importancia de las siguientes características en una bebida?

	Baja	Media	Alta
Que tenga un sabor agradable.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga un olor agradable.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga un color natural.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea de sabor dulce.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga un precio acorde al mercado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea barato.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea beneficioso para mi salud.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga propiedades antioxidantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea bajo en azúcares.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que no tenga preservantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga ingredientes naturales.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea de un mix de frutas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que incluya verduras.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga una vida útil mayor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Que tenga un diseño moderno.

Que tenga un diseño sencillo.

Que tenga un empaque transparente.

Que tenga un envase biodegradable.

Que tenga un envase de vidrio.

Que tenga una presentación familiar.

Que tenga una presentación personal.

¿Qué otra característica crees que debería tener la bebida?

Tu respuesta

¿Desearía participar en la degustación del producto terminado? \*

Si

No

Atrás

Enviar

Página 2 de 2

Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)



Google Formularios



# ANEXO 10: Analisis microbiológicos para vida útil

## Muestra en el día 0



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



### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20231115-019

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA.  
DIRECCIÓN : Av. Pácifico 508 Urb. Buenos Aires Nuevo Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : Jeimison Bazan Plascencia.  
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 : 2023-11-15  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-11-15  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-11-20  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.  
CÓDIGO COLECBI : SS 231115-11

### RESULTADOS

#### ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA DIA 0
	BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA.
Aerobios Mésófilos (UFC/mL)	2,1x10
Recuento de Mohos (UFC/mL)	5,0x10
Recuento de Levaduras (UFC/mL)	8,0x10
(*) Recuento de Coliformes (NMP/mL)	<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 pág.:120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos: Métodos de Recuento en Placa. Método 1 (Recuento estándar en Placa).

**Recuento de Coliformes:** ICMSF (Reimpresión 2000). Volumen 1. 2da Edición. Editorial Acribia. España. Pág.: 132 - 134. 1983 Recuento de Coliformes Método 1 (Norteamericano)

**Recuento de Mohos, Levaduras:** ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.:166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

#### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
**Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ( )**
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su 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 22 del 2023.  
GVR/jms

LC-MP -HRIEVO  
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  
BIOLOGO MICROBIOLÓGO  
L.B.P. 326  
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.







ANEXO 11: Etiqueta del producto



# FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE NARANJA (*Citrus Sinensis*), LIMÓN (*Citrus Limón*) JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y MIEL; SU ACEPTABILIDAD, VITAMINA C Y POLIFENOLES TOTALES

*por* Jeimison Bazan Plasencia

---

**Fecha de entrega:** 28-dic-2023 04:34p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2265371756

**Nombre del archivo:** TESIS\_PREGRADO\_final.pdf (6.45M)

**Total de palabras:** 33938

**Total de caracteres:** 165710

9	<a href="http://www.bonviveur.es">www.bonviveur.es</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://repositorio.unf.edu.pe">repositorio.unf.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.scipedia.com">www.scipedia.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://ferramentas.unipinhal.edu.br">ferramentas.unipinhal.edu.br</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.procitrus.org">www.procitrus.org</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://www.senasa.gob.pe">www.senasa.gob.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

21

[timov.la](http://timov.la)

Fuente de Internet

<1 %

22

[repositorio.unsa.edu.pe](http://repositorio.unsa.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to North Harris Montgomery  
Community College District

Trabajo del estudiante

<1 %

24

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

25

[repositorio.unsm.edu.pe](http://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

26

[www.pinterest.at](http://www.pinterest.at)

Fuente de Internet

<1 %

27

Submitted to Universidad Nacional del Centro  
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

28

Submitted to Pontificia Universidad Catolica  
Madre y Maestra PUCMM

Trabajo del estudiante

<1 %

29

[cdn.www.gob.pe](http://cdn.www.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

31	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://kerwa.ucr.ac.cr">kerwa.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://fdocuments.net">fdocuments.net</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.pc-counselor.com">www.pc-counselor.com</a> Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Privada Boliviana Trabajo del estudiante	<1 %
36	<a href="http://animalesdeimportanciamedicadimv.blogspot.com">animalesdeimportanciamedicadimv.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://lareferencia.info">lareferencia.info</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1 %
40	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
41	<a href="http://ir.library.ui.edu.ng">ir.library.ui.edu.ng</a> Fuente de Internet	<1 %

42	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.una.ac.cr">repositorio.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to University of Wales Swansea Trabajo del estudiante	<1 %
46	<a href="http://bibliotecadigital.exactas.uba.ar">bibliotecadigital.exactas.uba.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.consejosdetufarmaceutico.es">www.consejosdetufarmaceutico.es</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://repositorio.ucp.edu.co">repositorio.ucp.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to CSU, Hayward Trabajo del estudiante	<1 %
51	<a href="http://digitalcommons.lsu.edu">digitalcommons.lsu.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://dof.gob.mx">dof.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://recursosbiblio.url.edu.gt">recursosbiblio.url.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %

54	<a href="http://repositorio.unan.edu.ni">repositorio.unan.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://www.atrapadaenmicocina.com">www.atrapadaenmicocina.com</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://hal.archives-ouvertes.fr">hal.archives-ouvertes.fr</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://perso.univ-lyon2.fr">perso.univ-lyon2.fr</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://www.nutricionencasa.com">www.nutricionencasa.com</a> Fuente de Internet	<1 %
63	<a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo