

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

---

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A  
BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe vera*) CON ADICIÓN DE  
SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:**

- ✓ Bach. Josefan Llocle Condori
- ✓ Bach. Fidel Hancoccallo Paccaya

**ASESORA:**

- ✓ Dra. MIRIAM CALLA FLOREZ

**SICUANI – CUSCO – PERÚ**

**2023**

## PRESENTACIÓN

SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS Y SEÑORES CATEDRATICOS MIEMBROS DEL JURADO.

Con la finalidad de optar Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial y en cumplimiento con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, tenemos el honor de poner vuestra consideración la tesis intitulado: “**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*)”.**

El propósito del presente trabajo de tesis fue elaborar y evaluar la vida útil en una bebida funcional a base de tumbo y sábila con adición de espirulina, dicha bebida ofrece como sustituto a las bebidas carbonatadas y de más bebidas que hoy en día se encuentran en los mercados.

Bach. Josefan Llocle Condori

Bach. Fidel Hancoccallo Paccaya

**DEDICATORIA**

*Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.*

*Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.*

*JOSEFAN LLOCLLE CONDORI*

*A dios todopoderoso por brindarme sabiduría, fuerza e iluminación en cada momento de mi vida.*

*A mis padres Lucio y Julia, por enseñarme y guiarme a ser un hombre con principios y por su apoyo constante que me brindaron durante toda mi carrera, a quienes les dedico todo lo logrado.*

*A mi pareja Rubi Erica, por apoyarme en todo momento, que siempre me motivaste a nunca rendirme.*

*A mis hermanas Maribel, Vilma y Elizabeth, por su gran apoyo incondicional y creer en mí, a ellas les debo todo lo que soy.*

*A mi abuelo Andrés Avelino (+) que siempre me cuida desde el cielo, gracias abuelo por enseñarme los buenos principios, te lo dedico este logro hasta el cielo.*

*Con mucho amor a mis hijas Naysha y Shiedy, quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los momentos más difíciles y poder llegar a ser un ejemplo para ellas.*

*A mí cuñada Claudia y concuñado Epifanio, por brindarme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. Gracias por enseñarme a luchar por mis metas.*

**Fidel Hancoccallo Paccaya**

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos:

- A Dios todopoderoso por iluminarnos en nuestra tesis.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería de Procesos y Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por habernos brindado una formación profesional, a nuestros catedráticos por los conocimientos y enseñanza compartidas durante nuestra formación profesional.
- A nuestra asesora Dra. Miriam Calla Florez por su asesoramiento, dedicación, y apoyo constante durante el desarrollo de nuestra tesis.
- A todos los compañeros, amigos y personas que nos apoyaron en el desarrollo de este trabajo de tesis.

## ÍNDICE

Presentación .....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimientos .....	V
Resumen.....	XIX
Introducción.....	XX
Planteamiento de problema.....	XXII
Objetivos .....	XXIV
Objetivo general.....	XXIV
Objetivo específicos.....	XXIV
Hipótesis general.....	XXV
Hipótesis específicas.....	XXV
Justificación.....	XXVI
Antecedentes.....	XXVIII

## CAPITULO I

Marco Teórico.....	1
1.1. Tumbo .....	1
1.1.1. Tumbo Serrano.....	1
1.1.2. Clasificación científica.....	2
1.1.3. Valor nutritivo.....	2
1.1.4. Vitamina C .....	3
1.1.4.1. Comportamiento de la Vitamina C, durante su almacenamiento.....	3
1.1.4.2. Funcionalidad de la Vitamina C.....	3
1.1.4.3. Método para la identificación de Vitamina C.....	4

1.2. Sabila ( <i>Aloe Vera</i> ).....	5
1.2.1. Clasificación taxonómica de la sábila ( <i>Aloe Vera</i> ).....	5
1.2.2. Composición química y nutricional .....	5
1.2.3. Hierro (Fe).....	7
1.2.3.1. Funcionalidad del hierro .....	8
1.3. Spirulina ( <i>arthrospira platensis</i> ). .....	8
1.3.1. Clasificación taxonómica.....	9
1.3.2. Composición físico – química.....	9
1.3.3. Valor nutricional .....	12
1.3.3.1. Minerales.....	12
1.3.4. Comportamiento de la spirulina en almacenamiento .....	12
1.3.5. Usos de la Spirulina. ....	14
1.4. Bebidas funcionales .....	14
1.4.1.1. Ácido cítrico.....	14
1.4.1.2. Conservantes. ....	16
1.4.1.3. Azúcar. ....	16
1.4.1.4. Miel de abeja .....	16
1.4.2. Tipos de miel.....	17
1.4.3. Desperfectos habituales de las bebidas. ....	17
1.5. Identificación del valor de ph.....	19
1.6. Identificación de acidez.....	19
1.7. Análisis sensorial. ....	20
1.7.1. Propiedades sensoriales.....	20
1.7.2. Muestras .....	21

1.7.3. Temperatura: .....	21
1.7.4. Tamaño:.....	22
1.7.5. Horario de la prueba.....	22
1.7.6. Codificación. ....	22
1.8. Tipos de jueces.....	22
1.8.1.1. Juez experto:.....	23
1.8.1.2. Juez entrenado:.....	23
1.8.1.3. Juez semi-entrenado o “de laboratorio”: .....	23
1.8.1.4. Juez consumidor:.....	23
1.9. Vida util.....	24
1.9.1. Vida en anaquel.....	24
1.9.2. Estudio acelerado de vida útil. ....	24
1.9.3. Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil .....	25
1.9.3.1. Modelamiento por cinética de deterioro .....	25
1.9.3.2. Ecuacion de arrhenius .....	29
1.9.4. Graficos de vida util.....	30
1.9.5. Pruebas de vida util acelerada – aslt. ....	31
1.9.6. Microbiología de los alimentos.....	32
1.9.7. Vida útil microbiológica. ....	33
1.10. Consideraciones del empaque.....	33
1.10.1. Envase. ....	33
1.10.1.1. Ventajas.....	33
1.10.1.2. Tipos de plasticos .....	35
1.10.1.3. Desventajas. ....	36



**CAPITULO II**

Materiales y métodos .....	37
2.1. Lugar de ejecución. ....	37
2.2. Materiales e instrumentos. ....	38
2.2.1. Materia prima e insumos.....	38
2.2.1.1. Materia prima.....	38
2.2.1.2. Insumos, aditivos y reactivos. ....	38
2.2.2. Materiales, equipos e instrumentos. ....	38
2.2.2.1. Materiales de vidrio.....	38
2.2.2.2. Equipos e instrumentos de laboratorio. ....	39
2.2.2.3. Materiales. ....	39
2.2.2.4. Materiales de evaluación sensorial.....	40
2.3. Metodología para la elaboración de la bebida.....	40
2.3.1. Descripción del diagrama de flujo cualitativo. ....	40
2.3.2. Determinación de la formulación para la obtención de la bebida. ....	44
2.3.3. Diseño experimental para la formulación de la bebida funcional.....	45
2.3.3.1. Determinacion de las propiedades fisicoquimicas de las muestras formuladas.....	46
2.3.4. Evaluación sensorial.....	47
2.3.5. Determinacion de las propiedades fisicoquimicas y funcionales de la muestra de mayor preferencia. ....	48
2.3.6. Metodología para la prediccion de vida útil.....	48
2.3.7. Metodología para duración con base microbiológica. ....	49
2.3.8. Metodología para duración con base a componentes funcionales. ....	50

2.3.9. Temporalidad de análisis para la determinación de vida útil (microbiológico y deterioro del Hierro y Vitamina C).....	51
2.4. Variables de la investigación. ....	54
variables independientes. ....	54
variables dependientes. ....	54
2.4.1. Diagrama de variables para la determinación de vida útil de la bebida funcional. ....	54
2.4.2. Diseño experimental para la determinación de la vida útil de la bebida funcional. ....	55
2.4.3. Diseño experimental por la condición de conservación.....	56
2.4.4. Diagrama experimental para la determinación del tiempo de vida útil de la bebida funcional.....	57

### **CAPÍTULO III**

3.1. Resultados para la formulación de la bebida. ....	<b>58</b>
3.2. Resultados de diseño estadístico para las características fisicoquímicas. ....	60
3.2.1. Resultado para sólidos solubles ....	60
3.2.2. Resultado para pH del producto.....	63
3.2.3. Resultado para la acidez del producto.....	65
3.2.4. Discusión.....	68
3.3. Resultados para características organolépticas del producto. ....	72
3.3.1. Resultado para color.....	72
3.3.2. Diseño estadístico para el sabor ....	75
3.3.3. Diseño estadístico para el olor ....	77
3.3.4. Diseño estadístico para apariencia general. ....	80
3.3.5. Discusiones ....	83

3.4. Contenido de Hierro y Vitamina C del ensayo ganador en la aceptabilidad .....	86
3.5. Determinacion de la vida util por degradacion de vitamina-C. ....	87
3.5.1. Discusion.....	97
3.6. Determinacion de la vida util por degradacion de hierro. ....	101
discusion.....	112
3.7. Determinacion de la vida util por numeracion de microorganismos aerobios mesofilos ufc/ml.....	113
discusiones .....	123
3.8. Resultados de las propiedades fisicoquimicas. ....	125
3.8.1. Solidos solubles en la bebida funcional de tumbo y sabila. ....	125
discusion.....	127
3.8.2. Acidez total en la bebida funcional de tumbo y sabila.....	128
discusion.....	130
3.8.3. Ph en la bebida funcional de tumbo y sabila.....	131
3.8.3.1. Discusion.....	133
<b>Conclusiones .....</b>	<b>135</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>136</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>137</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>147</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Composición química del tumbo fresco en sus inmediaciones. ....	2
<b>tabla 2.</b> Composición química y valor nutricional de la sábila, aloe vera.....	6
<b>tabla 3.</b> Alimentos ricos en hierro. ....	7
<b>tabla 4.</b> Composición de la spirulina.....	10
<b>tabla 5.</b> Aminoácidos en la spirulina.....	10
<b>tabla 6.</b> Ácidos grasos esenciales en la spirulina .....	11
<b>tabla 7.</b> Pigmentos en la spirulina .....	11
<b>tabla 8.</b> Minerales constituyentes en la spirulina. ....	12
<b>tabla 9.</b> Un resumen de algunos de los beneficios de la espirulina para la salud.....	13
<b>tabla 10</b> clasificación general de bebidas funcionales .....	15
<b>tabla 11.</b> Defectos, causas y posibles soluciones de las bebidas.....	18
<b>tabla 12.</b> Propiedades sensoriales.....	20
<b>tabla 13.</b> Fórmulas de calidad en función del tiempo y tiempo de vida media para diferentes órdenes de reacción (n) .....	28
<b>tabla 14.</b> Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y de primer orden .....	29
<b>tabla 15.</b> Características a evaluar medio de microorganismos .....	32
<b>tabla 16.</b> Los alimentos son inaceptablemente inseguros y de mala calidad como resultado ....	34
<b>tabla 17.</b> Tipos de plásticos usados en empaque de alimentos.....	35
<b>tabla 18.</b> Diseño de mezclas para la formulación preliminar.....	45
<b>tabla 19.</b> Diseño experimental para la formulación de la bebida funcional .....	46
<b>tabla 20.</b> Escala de calificación hedónica.....	47
<b>tabla 21.</b> Temporalidad de análisis de hierro y vitamina c durante su estudio de vida útil. ....	51
<b>tabla 22.</b> Temporalidad de análisis microbiológico durante su estudio de vida útil. ....	52

<b>Tabla 23.</b> Constantes de velocidad (K) de degradación de la vitamina C. ....	53
<b>Tabla 24.</b> Constantes de velocidad (K) de concentración de microorganismos. ....	53
<b>Tabla 25.</b> Diseño experimental para la identificación de vida útil.....	55
<b>Tabla 26.</b> Diseño experimental para la identificación de vida útil por la condición de conservación. .....	56
<b>Tabla 27.</b> Resultados de la formulación sobre características organolépticas y físicas. ....	58
<b>Tabla 28.</b> <i>Resultados de la formulación sobre características organolépticas y físicas.</i> ....	59
<b>Tabla 29.</b> Matriz del diseño estadística de solidos solubles.....	60
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza para solidos solubles por formulación. ....	60
<b>Tabla 31.</b> Pruebas de múltiple de rangos para solidos solubles por formulación. ....	61
<b>Tabla 32.</b> Matriz del diseño estadístico de pH del producto. ....	63
<b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza para pH por formulación ....	63
<b>Tabla 34.</b> Pruebas de múltiple de rangos para pH por formulaciones. ....	63
<b>Tabla 35.</b> Matriz del diseño Estadística para la acidez del producto. ....	65
<b>Tabla 36.</b> Análisis de varianza para acidez por formulación. ....	66
<b>Tabla 37.</b> Pruebas de múltiple de rangos para Acidez por formulaciones. ....	66
<b>Tabla 38.</b> Matriz del diseño Estadístico del color del producto.....	72
<b>Tabla 39.</b> Análisis de varianza para color por formulación. ....	72
<b>Tabla 40.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para color por formulación. ....	73
<b>Tabla 41.</b> Matriz del diseño Estadística para el sabor.....	75
<b>Tabla 42.</b> Análisis de varianza para sabor por formulación.....	75
<b>Tabla 43.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por formulación. ....	75
<b>Tabla 44.</b> Matriz del diseño estadística para el olor.....	77
<b>Tabla 45.</b> Análisis de varianza para olor por formulación. ....	78

<b>Tabla 46.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Olor por formulación .....	78
<b>Tabla 47.</b> Matriz del diseño estadística para apariencia general.....	80
<b>Tabla 48.</b> Análisis de varianza para apariencia general por formulación. ....	80
<b>Tabla 49.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para Apariencia General por formulación .....	81
<b>Tabla 50.</b> Contenido de Hierro y vitamina C del ensayo ganador en la aceptabilidad. ....	86
<b>Tabla 51.</b> Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 17°C.....	87
<b>Tabla 52.</b> Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 27°C. ....	89
<b>Tabla 53.</b> Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 37°C. ....	91
<b>Tabla 54.</b> Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 51, 52 y 53, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado. ....	93
<b>Tabla 55.</b> Constantes de velocidades de degradación de vitamina C en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento. ....	94
<b>Tabla 56.</b> Inversa de la temperatura (°K) versus el LN de la constante de velocidad (K).....	95
<b>Tabla 57.</b> Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 17°C.....	101
<b>Tabla 58.</b> Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 27°C.....	104
<b>Tabla 59.</b> Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 37°C.....	106
<b>Tabla 60.</b> Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 57, 58 y 59, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado. ....	108
<b>Tabla 61.</b> Constantes de velocidades de degradación de Hierro en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento. ....	109
<b>Tabla 62.</b> Inversa de la temperatura (°K) versus el LN de la constante de velocidad (K).....	109
<b>Tabla 63.</b> Numero de microorganismos aerobios mesofilos conforme al tiempo a la temperatura de 17°C. ....	113
<b>Tabla 64.</b> Incremento de microorganismos conforme al tiempo a la temperatura de 27°C.....	114
<b>Tabla 65.</b> Incremento de Microorganismos conforme al tiempo a la temperatura de 37°C.....	117

<b>Tabla 66.</b> Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 63, 64 y 65, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado. ....	119
<b>Tabla 67.</b> Constantes de velocidades de incremento de microorganismos en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento. ....	120
<b>Tabla 68.</b> Inversa de la temperatura ( $^{\circ}\text{K}$ ) versus el LN de la constante de velocidad (K).....	120
<b>Tabla 69.</b> Determinación de solidos solubles $^{\circ}\text{Brix}$ en la bebida funcional. ....	125
<b>Tabla 70.</b> Análisis de resultados para $^{\circ}\text{Brix}$ , con la varianza.....	126
<b>Tabla 71.</b> Determinación de Acidez en la bebida funcional. ....	128
<b>Tabla 72.</b> Análisis de resultados para Acidez, con la varianza. ....	129
<b>Tabla 73.</b> Determinación de pH en la bebida funcional.....	131
<b>Tabla 74.</b> Análisis de resultados para pH, con la varianza. ....	132

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Vitamina C. ....	3
<b>Figura 2.</b> Formas Biológicamente de la Vitamina C. ....	4
<b>Figura 3.</b> Alga Spirulina.....	9
<b>Figura 4.</b> Gráfico de Vida Util.....	30
<b>Figura 5</b> diagrama de bloques del proceso de elaboración de la bebida.....	42
<b>Figura 6.</b> Diagrama de variables de entrada y variables de salida.....	55
<b>Figura 7.</b> Diagrama de bloques para la determinación de vida útil. ....	57
<b>Figura 8.</b> Medias y 95.0% de Tukey HSD para solidos solubles por Formulación.....	62
<b>Figura 9.</b> Medias y 95.0% de tukey HSD para pH por Formulación.....	65
<b>Figura 10.</b> Medias y 95.0% de Tukey HSD para acidez por Formulación. ....	68
<b>Figura 11.</b> Relación cuadratica entre Tumbo y °Brix. ....	70
<b>Figura 12.</b> Relación cuadrática entre Tumbo y pH.....	70
<b>Figura 13.</b> Relación lineal de Tumbo y Acidez .....	71
<b>Figura 14.</b> Medias y 95.0% de Tukey HSD para aceptación de color.....	74
<b>Figura 15.</b> Medias y 95.0% de Tukey HSD para aceptación de sabor .....	77
<b>Figura 16.</b> Medias y 95% de Tukey tratamientos por sabor. ....	79
<b>Figura 17.</b> Gráfica, medias y 95% Tukey HSD Tratamientos por apariencia general. ....	82
<b>Figura 18.</b> Representación del modelo exponencial de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio.....	87
<b>Figura 19.</b> Representación del modelo lineal de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C. ....	88
<b>Figura 20.</b> Representación del modelo logaritmo natural de orden 2 de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio. ....	89



<b>Figura 21.</b> Modelo exponencial de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días. ....	90
<b>Figura 22.</b> Modelo lineal de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C.....	90
<b>Figura 23.</b> Modelo logaritmo natural para la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 27°C.....	91
<b>Figura 24.</b> Modelo exponencial de la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 37°C .....	92
<b>Figura 25.</b> Modelo lineal de la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 37°C....	92
<b>Figura 26.</b> Modelos logaritmo natural para la bebida funcional a una temperatura de 37°C y la degradación de la vitamina C.....	93
<b>Figura 27.</b> Linealización para degradación de vitamina C en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius.....	95
<b>Figura 28.</b> Representación del modelo exponencial de la degradación de Hierro a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio.....	102
<b>Figura 29.</b> Representación del modelo lineal de la degradación de Hierro a la temperatura de 17°C .....	103
<b>Figura 30.</b> Degradación del Hierro a 17°C con el modelo logaritmo natural.....	103
<b>Figura 31.</b> Modelo exponencial de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días. ....	104
<b>Figura 32.</b> Modelo lineal de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 27°C. ....	105
<b>Figura 33.</b> Modelo exponencial de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días. ....	105
<b>Figura 34.</b> Modelo exponencial de la degradación del Hierro en la bebida funcional a 37°C.	106
<b>Figura 35.</b> Modelo lineal de la degradación del Hierro en la bebida funcional a 37°C.....	107

<b>Figura 36.</b> Modelo logaritmo natural de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 37°C, durante cuatro días .....	107
<b>Figura 37.</b> Linealización para degradación de Hierro en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius.....	110
<b>Figura 38.</b> Representación del modelo lineal del incremento de microorganismos a la temperatura de 17°C.....	114
<b>Figura 39.</b> Modelo exponencial del incremento de microorganismos en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, desde el día cero hasta el día tres.....	115
<b>Figura 40.</b> Modelo lineal del incremento de microorganismos en la bebida funcional a la temperatura de 27°C. ....	116
<b>Figura 41.</b> Modelo logaritmo natural para el incremento de microorganismos en la bebida funcional a 27°C .....	116
<b>Figura 42.</b> Modelo exponencial de incremento de microorganismos en la bebida funcional a 37°C .....	117
<b>Figura 43.</b> Modelo lineal del incremento de microorganismos en la bebida funcional a 37°C	118
<b>Figura 44.</b> Modelos logaritmo natural para el incremento de microorganismos a una temperatura de 37°C.....	118
<b>Figura 45.</b> Linealización para el incremento de microorganismos heterotróficos en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius. ....	121
<b>Figura 46.</b> Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de °Brix. ....	126
<b>Figura 47.</b> Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de °Brix. ....	129
<b>Figura 48.</b> Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de pH. ....	132

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue; elaborar y evaluar el tiempo de vida útil de una bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y sábila (*Aloe vera*) con adición de spirulina (*Arthrospira platensis*), donde se presentó seis formulaciones *F1* (75t:25s), *F2* (65t:35s), *F3* (55t:45s), *F4* (45t:55s), *F5* (35t:65s) y *F6* (25t:75s). en las que variaron los porcentajes tanto para el tumbo y la sábila. Resultando la muestra de mayor aceptación por los jueces la formulación *F4* con un total 4.86 puntos para el olor, 5.63 para el sabor, 5.14 para el color y 5.29 para la apariencia general, con características fisicoquímicas de 12.8 °Brix para sólidos solubles, 3.5 para pH y 0.238 para acidez, con contenido de 1.046 ppm para hierro y 22.2 mg/100ml para vitamina C. La predicción de vida útil se realizó con el modelamiento matemático de Arrhenius, teniendo como variable el tiempo de almacenamiento (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 días), que fueron almacenados a temperaturas de (17, 27 y 37 °C), se realizó análisis fisicoquímico (° Brix, pH y Acidez), microbiológico y funcionales (hierro y vitamina C). Según el modelamiento matemático se predice el tiempo de vida útil por degradación de vitamina C, 61.3 días para 10°C y 65.9 días para 5 °C, con referencia de la predicción de vida útil por degradación de hierro se predice 318 días para 10°C y 464 días para 5 °C, de acuerdo al análisis microbiológico de la bebida funcional desarrollado en el laboratorio LAASA LABORATORIO E.I.R.L, fue 5 días para 17°C, 4 días para 27°C y 3 días para 37°C.

**Palabras clave:** bebida funcional, tumbo, sábila, vida útil,

## INTRODUCCIÓN.

La tendencia mundial actual; en la ciencia de la nutrición humana, indica el interés de los consumidores de prevenir riesgos de enfermedades mediante alimentos naturales que van más allá del olor, sabor, textura o valor nutricional, es así como la industria alimentaria ya desde los años 90 se encargó, de innovar y lanzar al mercado alimentos con estas características, que hoy en día se conocen como “alimentos funcionales”, dentro de los cuales se encuentran clasificadas las bebidas funcionales. (Díaz, 2014).

En el Perú, la venta de las bebidas funcionales se está fomentando e incrementa a un ritmo 300%, debido a que la población posee hábitos alimenticios saludables. (Aje, 2009), y en general la industria alimentaria de los productos funcionales tiende a un crecimiento, por la necesidad de nutrición y cuidado de la salud, paralelamente.

En las regiones andinas del Perú, en especial en el departamento de Cusco existen muchas frutas nativas, como es el caso del tumbo andino que son poco conocidos y consumidos, esta fruta tiene buena cantidad de concentración de vitaminas C, antioxidantes y otros elementos funcionales.

La sábila, cuenta con un alto valor en antioxidantes, vitamina C, y vitaminas del complejo B, y entre los minerales el hierro, el germanio y otros que son requeridos para el funcionamiento adecuado de los organismos del ser humano. La sábila en la actualidad a tomado gran valor por sus efectos beneficiosas para la salud, por lo cual es conocido en todas las partes del mundo.

La spirulina es un alga marina poco conocida que contiene muchos ingredientes funcionales bioactivos con actividades antioxidantes y antiinflamatorias.

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutricional básico, en virtud de sus componentes (químico, fisiológico, y otros) (Calizaya, 2008).

Por lo tanto, como un modo de aprovechar de los recursos mencionados en bien de la salud de los consumidores se presenta el trabajo de investigación intitulado: “Elaboración y evaluación de vida útil de una bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y sábila (*Aloe vera*) con adición de spirulina (*Arthrospira platensis*)”, que tuvo tres etapas, la primera de una prueba preliminar por variación proporcional de tumbo y sábila, la segunda se determinó la formulación de mayor aprobación general en todos los atributos sensoriales, y la tercera que es la determinación de la vida útil por métodos acelerados a las temperaturas de (17, 27 y 37°C), utilizando el modelo de Arrhenius. Con el cual contribuimos a perfeccionar la alimentación y cuidado en la salud de los consumidores.

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Partiendo de la concepción una bebida funcional siendo aquella que ofrece un beneficio para la salud más allá de su contenido nutricional básico, en virtud de sus componentes (químico, fisiológico, y otros) (Calizaya, 2008).

La tendencia de hoy en día, por el consumo en cuanto a bebidas que se encuentran en el mercado no poseen de productos naturales que sean sanos nutritivos y que ayuden a reducir el riesgo de diversas enfermedades como la obesidad y diabetes, por otro lado existen demostraciones científicas donde indican que las personas que no consumen frutas ni verduras son más propensas a padecer de enfermedades crónicas o enfermedades cardiovasculares esto por falta de costumbre de consumo de alimentos naturales, Dentro del mercado de las bebidas, actualmente las funcionales ocupan solo un 15%, Siendo las bebidas carbonadas todavía líderes en el mercado (Jiménez, 2017).

De todo lo mencionado, nace la alternativa de ofrecer una bebida funcional, con características fisicoquímicas adecuadas según NTP 203.110.2009, como una alternativa para reemplazar a bebidas carbonatadas.

El tiempo y la temperatura de almacenamiento de los productos, provoca la pérdida de calidad de los alimentos esto debido al crecimiento microbiano y cambios en sus características fisicoquímicas. Para ello se lleva una serie de estudios y evaluaciones para predecir el tiempo de durabilidad del producto, asegurando sus características de calidad.

Planteamos las siguientes interrogantes para el desarrollo de nuestra investigación:

¿Cuál es el porcentaje adecuado de tumbo y sábila con adición de espirulina y la vida útil de la bebida funcional sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales?

¿Cuál es el porcentaje adecuado de tumbo y sábila con adición de spirulina en las propiedades fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez) y sensoriales (color, olor, sabor y apariencia general)?

¿Cuál es el tiempo de almacenamiento para determinar la vida útil de la bebida funcional?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL.**

- Elaborar y evaluar el tiempo de vida útil de una bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y sábila (*Aloe vera*) con adición de spirulina (*Arthrospira platensis*).

### **OBJETIVO ESPECÍFICOS.**

1. Establecer el porcentaje adecuado de tumbo y sábila con adición de spirulina, sobre las características fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez), funcionales (hierro y vitamina C) y características organolépticas (olor, sabor, color y apariencia general), de la bebida funcional.
2. Determinar el tiempo de vida útil de la bebida funcional a diferentes temperaturas de almacenamiento (17, 27 y 37°C), sobre los componentes funcionales (hierro y vitamina C), características fisicoquímico (°Brix y pH) y microbiológicas (aerobios mesofilos, coliformes, mohos y levaduras).



**HIPÓTESIS GENERAL.**

- El tiempo de vida útil de la bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y sábila (*Aloe vera*) con adición de spirulina (*Arthrospira platensis*), influirá en sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

**HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

- El porcentaje adecuado de tumbo y sábila con adición de spirulina influirá en las características organolépticas (olor, sabor color y apariencia general), características fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez) y funcionales (hierro y vitamina C).
- Es posible predecir el tiempo de vida útil de la bebida funcional a diferentes temperaturas de almacenamiento (17, 27 y 37°C), presentará degradación de los componentes funcionales (hierro y vitamina C), mantendrá las características fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez), existirá crecimiento microbiano (aerobios mesofilos, coliformes, mohos y levadura), tolerables según NTP.

## **JUSTIFICACION.**

### **JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

Con la elaboración y evaluación de la vida útil de esta bebida funcional se garantizará la inocuidad, la seguridad del producto al consumidor y brindando un producto funcional de calidad.

### **JUSTIFICACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.**

Asimismo, la investigación tiene como finalidad darle valor agregado al tumbo y crear una producción socioeconómica en el distrito de Lucre, Provincia de Quispicanchis y así mismo la sábila creará una producción socioeconómica al distrito de Santa Teresa provincia de La Convención, para diversificar su consumo, y revalorar los productos que contienen propiedades funcionales y benéficas para la salud. Al iniciarse una producción en masa de la bebida funcional se tendrá un impacto positivo en la sociedad ya que los productores de la región (campesinos, familias, asociaciones y otros) serán beneficiados con la comercialización del tumbo y la sábila, generando un ingreso económico para sus familias y la sociedad.

### **JUSTIFICACIÓN NUTRICIONAL Y DE SALUBRIDAD.**

El tumbo es una planta de la región andina que tiene en su composición elementos funcionales, con mayor contenido de vitaminas C (ácido ascórbico), A y B, riboflavina, tiamina, fósforo, niacina, hierro, calcio y fibra.

La sábila tiene en su composición elementos funcionales como, antioxidantes vitaminas A, C y E, y de minerales como el hierro, manganeso, magnesio, potasio, sodio y zinc.

Existe evidencia científica que el hierro y la vitamina C, tienen un comportamiento funcional para evitar enfermedades en el organismo humano, por tal razón nutricionalmente una bebida como la propuesta y su consumo tendrá un carácter de funcional y benéfica para la salud.

### **JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.**

La ejecución de esta investigación y posterior implementación de una planta procesadora no tendrá riesgos potenciales de contaminación ambiental, ya que en el caso de ambos productos como el tumbo y la sábila los desechos constituyen materia orgánica que puede ser utilizada como sub productos en piensos para la ganadería o para elaborar compost. Un cultivo masificado de dichas plantas traería un beneficio al ecosistema de las zonas de cultivo. En la propia elaboración de la bebida no se requiere tecnología que genere desechos tóxicos y menos maquinaria compleja.

**ANTECEDENTES.**

**E.S. Reaño Arcilla y S. Rimarachin Vasquez. (2015).** Realizaron estudio sobre **“Identificación del tiempo de vida útil de una bebida a base de Noni (*Morinda citrifolia*) y Guayaba (*Psidium guayaba L.*)”** La bebida de noni y guayaba es un multivitamínico con cualidades eficaces que proporciona una gran cantidad de ventajas. Se han realizado estudios sobre la preparación de la bebida, pero no sobre su vida útil; por ello, la intención de este estudio fue determinar la duración de una bebida elaborada con noni (*Morinda citrifolia*) y guayaba (*Psidium guajava L.*) a diferentes ambientes de almacenamiento. La identificación de duración es primordial porque es un instrumento para determinar el periodo de tiempo en la cual un subproducto de noni y guayaba mantendrá sus propiedades esenciales de calidad y sus propiedades organolépticas en el momento de su adquisición por el consumidor. A temperaturas de almacenamiento de 30°C, 40°C y 50°C, se efectuó análisis cinéticos y acelerados, teniendo en cuenta el deterioro de los parámetros de calidad (vitamina C, antocianos y viscosidad relativa), demostrando que continúan con una cinética de primer orden. Se utilizó la ecuación de Arrhenius para calcular la duración a 25°C, 1°C y 4°C de temperatura de almacenamiento. Se obtuvieron tres, cinco y veinticinco días de vida útil para las antocianinas de la vitamina C y la viscosidad relativa a 25°C, veintiuno, veinticuatro y sesenta y ocho días para las antocianinas de la vitamina C y la viscosidad relativa a 10°C, y 72, 103 y 105 días para las antocianinas de la vitamina C y la viscosidad relativa a 4°C, respectivamente.

**J. C. Calsina Ortiz & D. Carpio Palacios (2016).** Realizaron su investigación sobre **“Elaboración de néctar de higo (*ficus carica*) con kiwicha (*Amarantus caudatus*) y valoración de su vida útil según las características fisicoquímicas y sensoriales.”** Se estableció mediante un diseño de mezcla y ensayos preliminares para la elaboración de néctar de higo con kiwicha en

varias soluciones (1:2,5:6,5; 1:3,5:5,5; 1,5:3,5:5; 2:2,5:5 5; 2:3:3:5) considerando la mayor aceptabilidad organoléptica, (prueba hedónica con diez jueces sin entrenar), siendo la 1ra solución la que contenía la proporción 1:2,5:6,5; (kiwicha, Además, el fruto rindió un 86,18% de pulpa cuando se utilizó para elaborar néctar de higo (*Ficus carica*) con kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Duración del néctar extraído del higo (*Ficus carica*) y de la kiwicha (*Amaranthus caudatas*) se determinó tras 180 días de depósito a temperaturas de 4°C, 25°C y 37°C, obteniendo las siguientes apreciaciones medias de color, olor y sabor tras 180 días de depósito: a 4°C (3. 800,52, 3.600,42, 3.700,58), a 25°C (2.600,48, 2.000,42, 2.000,42), Asimismo, el pH disminuyó de 4,05 a 3,78 y 3,55 en los tratamientos a 4°C y 25°C, respectivamente, mientras que la acidez aumentó de 0,43 a 0,55 y 0,59 por ciento, respectivamente. Estas métricas se encuentran dentro de los límites aceptados para consumir el producto. El néctar mantenido a 4°C tuvo una vida útil de 172 días, a 25°C una vida útil de 78 días y a 37°C una vida útil de 52 días. Las pruebas microbiológicas afirman la seguridad del producto.

**K. A. Quezada Torres (2014).** Realizó su investigación sobre **“Elaboración de una bebida funcional tipo “refrescante” a base de linaza saborizada con piña: estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación.”** En el presente trabajo de investigación efectuó un estudio de formulación para desarrollar una bebida a base de linaza y aromatizada con piña, con el objetivo de introducir un alimento nuevo en el mercado, ya que la linaza contiene bastante fibra dietética en ella se encuentra bastantes ácidos grasos como el omega 3 y contiene estrógenos débiles con bondades curativas que ayudan a prevenir las enfermedades como el cáncer de mama, colon, próstata y pulmón. Dado que las bebidas tienen una buena aceptación en la industria alimentaria, se desarrolla con el pensamiento de crearlos y competir con otras bebidas para ofrecer un valor adicional a los individuos que los consumen. La baja ingesta de linaza y el

desconocimiento de sus efectos médicos nos motivan a buscar formas novedosas de aumentar el consumo de linaza. La técnica empleada para desarrollar esta bebida consistió en variar las cantidades de formulación de linaza (13%, 0%, 25% y 34%) y las concentraciones de aromatizantes (0,4%, 0,55% y 0,23%), dando como resultado nueve formulaciones. La formulación con mejor porcentaje de aceptabilidad por parte de los clientes potenciales de bebidas, la formulación con mayor porcentaje de aceptación, se identificó mediante el análisis organoléptica como el color, el sabor, el olor y la textura.

**S. V. Calderón Rodríguez (2018).** Realizó su investigación sobre “**Elaboración de una bebida de amaranto (*amaranthus tricolor*) y spirulina (*Spirulina maxima*)**”. En el presente trabajo se estudia la ventaja por las bebidas saludables elaboradas con ingredientes naturales ha desarrollado en los últimos años. En la comercialización ecuatoriana aún faltan opciones significativas a las bebidas que ya se encuentran en el mercado. Por ello, es fundamental producir bebidas que incluyan granos como el amaranto y componente como es la espirulina por las ventajas de valores nutricionales y funcionales que pueden aportar. Además, la adición de frutas a una bebida aporta cualidades de aceptación organoléptica, cuanto menos es el uso de dulces impide que la bebida aumente su contenido calórico. Por ello, el equipo elaboró una bebida con las formulaciones de amaranto, espirulina, piña y fresa endulzada con edulcorante natural stevia. Se utilizaron tres réplicas de un diseño completamente aleatorio (CRD) con una disposición factorial 3x2: amaranto (niveles 8, 12 y 16 g) y espirulina (niveles 1, 2 y 3 g). El estudio ANOVA reveló que tanto el amaranto como la espirulina tenían un efecto sobre las variables pH y brix, así como su interacción. Los tratamientos óptimos se determinaron ponderando el pH, el brix, el coste producto inicial el porcentaje de componentes integrales en el producto y la velocidad de sedimentación. Para evaluar estas intervenciones se utilizó una puntuación de calificación de 5

puntos. Los cálculos finales indicaron que dicha bebida creada cumplía los criterios fisicoquímicos exigidos por las normas ecuatorianas y latinoamericanas, a la vez que presentaba cualidades organolépticas ligeramente atractivas. Se aconsejó ampliar la investigación sensorial, experimentar formulaciones con más frutas y/o verduras y realizar una evaluación de duración y la viabilidad económica.

**J. Llocle Condori & J. Florez Huilca (2019).** Realizaron su investigación sobre “**Evaluación fisicoquímica y sensorial del néctar a base de tumbo (*passiflora mollissima*) y sábila (*aloe vera*) edulcorado con miel de abeja (*Apis mellifera*)**”. En este trabajo determinan las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del néctar de tumbo (*Passiflora mollissima*) y de sábila (*Aloe vera*) endulzado con miel (*apis mellifera*). Se utilizó el tumbo de la provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco, el aloe vera de la provincia de Quillabamba y la miel de la provincia de Urubamba.

Se estudiaron tres porcentajes de tumbo y sábila (P1: 75% de tumbo, 25% de sábila, P2: 50% de tumbo, 50% de sábila, y P3: 25% de tumbo - 75% de sábila), las variables dependientes incluyeron las fisicoquímicas (sólidos solubles, pH y acidez) y las organolépticas (olor, color, sabor y apariencia general), resultando en seis tratamientos y 18 unidades experimentales.06dz

Se efectuó un análisis sensorial empleando una escala hedónica de 9 puntos por 90 jueces consumidores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Se utilizó el diseño experimental multifactorial 3x2 con arreglo D.B.C.A. para analizar estadísticamente los datos.

Según el estudio sensorial, la terapia con mayor aceptabilidad es la T2 (258). Según el análisis fisicoquímico, el néctar tiene un pH de 3,45, sólidos solubles de 13,05, una acidez de 0,57, un contenido de humedad de 86,35 por ciento, una cantidad proteica de 0,28 por ciento, la cantidad

de grasa de 0,03 por ciento, un contenido de cenizas de 0,24 por ciento, un contenido de fibra de 0,75 por ciento y un contenido de carbohidratos de 13,20 por ciento. En cuanto a sus características, presenta una mayor aceptación en términos de color, sabor, olor y aspecto general, al tiempo que cumple los criterios técnicos de la NTP. Según el examen microbiológico, el néctar de tumbo con aloe y miel es aceptable para la alimentación humana debido a que cumple con la Norma Sanitaria, que especifica las normas de calidad y seguridad microbiológica de los alimentos destinados al consumo humano.

**F. D. Rojas Iparraguirre (2015).** Realizó su investigación sobre **“Formulación y evaluación de la estabilidad de betalainas y vitamina C en almacenamiento de bebida a base de tumbo (*passiflora mollisima*) y tuna (*opuntia sp.*) Edulcorada con stevia”**. La finalidad del trabajo fue producir una bebida que incluyera tuna y stevia, además de estudiar la estabilidad de las betalainas y la vitamina C en el almacenamiento a temperaturas de 4 y 12 grados Celsius. La investigación sensorial de los néctares con distintas concentraciones de estevia no reveló diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la aceptabilidad del color, el aroma o el aspecto general, pero en cuanto al sabor, se eligió la concentración del 0,8 por ciento con una calificación de "me gusta". El néctar se procesó de forma óptima, ya que los rangos de mesófilos aeróbicos, hongos, levaduras y coliformes estaban dentro de los parámetros permitidos por el Ministerio de Sanidad para los néctares.

**E. Contreras Prado y J. P. Purisaca Salinas (2018).** Realizaron su investigación sobre **“Elaboración y evaluación de bebida funcional a partir de yacon (*smallanthus sonchifolius*) y piña (*ananas comosus*) endulzado con stevia”**. Con el trabajo estudiaron a las bebidas que puedan ser funcionales si incluyen un componente que mejora el alimento y proporciona una ventaja al consumidor final, o si el propio producto final proporciona una ventaja intrigante al



cliente. La intención del trabajo investigado fue producir y analizar una bebida funcional producida con yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) y edulcorada a base de estevia, con el fin de proporcionar un producto con características funcionales, haciendo hincapié en la transformación de yacón y la estevia. Empieza con el producto primario (piña y yacón), seguida de la elaboración de la bebida, teniendo en cuenta dos variables de entrada: razón (30% de Y-70 % de P, 50 % de Y-50 % de P, y 70 % de Y-30 % de P); y variables de salida: olor, color, sabor, aceptabilidad general (características sensoriales), y concentraciones de FOS (1-Kestosa y Nistosa), pH, acidez, °Brix y color instrumental (físicoquímicas).

Calculando con el método eficaz, se ejecutó una prueba de preferencia (evaluación sensorial subjetiva) mediante un calificación sensorial (9 puntos) a 40 jueces consumidores, así también la determinación de sus características físicoquímica: porcentaje de FOS (1-Kestose y Nystose), pH, acidez, °Brix, y color instrumental, interpretando los resultados mediante el modelo estadístico - Diseño Factorial; obteniendo dos tratamientos que no mostraron una diferencia significativa entre ellos y que además tuvieron el Para producir un mayor impacto favorable en el cliente, se consideró la composición nutricional (particularmente, el porcentaje de FOS), y se eligió el código 574 (50 por ciento de yacón - 50 por ciento de piña).

Por último, se caracterizó la terapia ideal, se recogieron los siguientes datos 3,58 0,03 pH, 5 0,01 °Bx, 0,36 0,01 por ciento de acidez, 1,02 0,01 g/ml, 1355 0,15 cP de viscosidad, -14,03 1,65 de índice de color, 91,33 0,33 0,01 por ciento de humedad, 0,67 0,04 por ciento de cenizas, 2,97 0,01 mg de vitamina C/100ml, 0,31 0,07 por ciento de proteínas y FOS (1-Kestose = 0,06 por ciento y Nystose = 0,06 por ciento. Finalmente, se identificó una vida útil de 15 días para el tratamiento óptimo.

**F. Fernandez Herrera (2018).** Realizó su investigación sobre “**Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. para su evaluación de la capacidad antioxidante de polifenoles totales**”. Con el realizado tiene por objetivo, desarrollar una bebida funcional que incluya *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. y calcular su potencial antioxidante y su contenido total de polifenoles. Materiales y procedimientos. Para preparar el extracto, las raíces de *Beta vulgaris* y los tallos secos de *Equisetum arvense* fueron desinfectados con agua tratada, desmenuzados en trozos pequeños uniformes, extraídos a 80°C durante 25 minutos con *Beta vulgaris*: agua (1:2) y a 100°C en un tiempo de 15 minutos con *Equisetum arvense*: agua (1:6), filtrados y almacenados. El extracto de *Equisetum arvense* a una concentración del 25% se utilizó en la enunciación de la bebida funcional (ensayos A, B y C); el extracto de *Beta vulgaris* a concentraciones del 20, 25 y 30% y el agua tratada a concentraciones del 55, 50 y 45% se utilizaron en la formulación de la bebida funcional (ensayos A, B y C); se añadió una infusión piña, clavo y canela para mejorar las características organolépticas de la bebida (ensayos A, B y C). Se determinaron los sólidos solubles, el pH, el porcentaje de acidez, la capacidad antioxidante, los polifenoles totales, el análisis sensorial mediante la escala hedónica y el Chi-cuadrado X<sup>2</sup> al 5% y al 1%. Resultados. Las propiedades fisicoquímicas medias de las bebidas funcionales de *Beta vulgaris* L y *Equisetum arvense* L, Sólidos solubles: 1,020,06oBrix, pH 4,580,01, y acidez de 0,0310,02 por ciento de ácido cítrico anhidro. Se determinaron los siguientes valores medios de polifenoles totales 304,80 0,41 mg de ácido gálico por 100 g y 2406,20 62,35 mol de Trolox por 100 g. El estudio estadístico de variables como el olor, el color, el sabor y las características generales no reveló ninguna diferencia significativa; por lo tanto, los consumidores disfrutaron por igual de las muestras A, B y C. Conclusiones. Se alcanzó la elaboración de una bebida funcional

que incluye *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L., y se determinaron las propiedades fisicoquímicas, la calidad sensorial, el porte antioxidante y los polifenoles generales de la bebida.

**I.C. Cordova Lavado (2016).** Realizó su investigación sobre “**La industrialización de una bebida natural a partir del tumbo andino (*Passiflora mollissima*) con linaza (*Linum usitatissimum*)**”. La indagación fue orientada a desarrollar una bebida natural mediante la combinación de una fruta exótica (tumbo) con linaza, se creó un alimento innovador, saludable, natural y fácil de consumir. El alimento producido es apto para todo tipo de consumidores (varones y damas) desde 18 y 60 años de edad de los segmentos A y B de Lima Metropolitana y se entregará en recipientes de cristal de 300 mililitros. Asimismo, el emprendimiento es viable económicamente y monetariamente.

En cuanto al requerimiento del cliente, se determinó que el público objetivo está conformado por consumidores de 18 a 60 años, de las jerarquías económicas A y B, con hábitos de alimentación saludable. La primera estructura de financiación de la demanda del proyecto incluirá 1.079.319 botellas de 300 mililitros.

Según la investigación técnica, la ubicación ideal para la instalación es en la ciudad de Lima, específicamente en la urbanización industrial del distrito de Lurín. El mercado determina la capacidad máxima de la planta, que es de 4.363 botellas al día. En cambio, la capacidad mínima de la instalación industrial está definido por su rentabilidad, que es de 618.155 envases al año. Asimismo, el tamaño de la instalación industrial está limitada por la fábrica de marmita (cuello de botella), que produce 6655 envases al día.

La inversión total prevista es de S/ 1.854.211, con una financiación del 40% mediante deuda de mercado a una tasa media de mercado del 20,61% y el 60% restante de los accionistas. Se requieren S/ 501.949 de capital de trabajo para apoyar las operaciones durante tres meses.

El estudio es factible de acuerdo al estudio económico, debido a el VAN es por encima de cero con S/ 162.084 y S/ 325.140, respectivamente. Además, las tasas de rendimiento EIRR y FIRR son más altos que el coste de oportunidad del capital ( $Cok = 25,01\%$ ). El proyecto tiene una relación beneficio-coste de 1,4 y un plazo de amortización de cuatro años.

Según el análisis de sensibilidad, el proyecto es económica y financieramente viable dadas las modificaciones de las tres variables sugeridas en los tres escenarios concebidos.

**Salamanca, G. Osorio, M. Montoya, L. (2010).** Realizaron su investigación sobre “**Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico base de Borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrec)**”. En este presente trabajo de investigación se estudió y mejoró una comida funcional de bastante contenido biológico compuesta por pulpa de borojón y miel como endulzante en 16 formulaciones distintas que incluían entre 5 y 15 por ciento de pulpa, entre 70 y 82,5 por ciento de yogur y entre 5 y 15 por ciento de miel de "Sabana de Bogotá". Según las categorías, los análisis fisicoquímicos y sensoriales determinaron que la fórmula adecuada tenía 12,5 % de pulpa, 75,0 % de base de yogur de leche y 12,5 % de miel en peso. Las cualidades organolépticas varían significativamente, lo que ayuda a optimizar el proceso. A 8 ° C, el alimento producido tiene una duración de vida de un mes. Debido a la seguridad de los componentes, la combinación carecía de una flora microbiana considerable.

La investigación permitió crear y optimizar una forma novedosa de consumo de borojón (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) en forma de cremo lácteo endulzado con miel utilizando enfoques de

diseño de superficie de respuesta. El resultado óptimo mantiene las características de la fruta, aporta antioxidantes, minerales y vitaminas a través de sus componentes; la edulcoración con la miel realza el aroma y los sabores en el proceso de mezclado; el valor calórico y la composición total del producto obtenido se clasificaron como un alimento alto en energía y funcional que contribuye calorías y puede ser consumido por todos los consumidores. Los atributos como aroma y el sabor contribuyen a la aceptación organoléptica del producto, que se ve afectada por los factores °Brix y pH. El resultado organoléptico óptimo pertenece a la combinación que no tiene actividad microbiana detectable. Debido al contenido de fenoles en la composición de la fruta y al impacto de las bifidobacterias, el alimento resultante es un éxito significativo que puede proyectarse a un estudio de mercado.

**E. De Florio Ramirez., C. Lanchipa Bergamini, M., Matos Peña (2018).** Realizaron su investigación sobre “**Mejoramiento de duración (Shelf life) de la bebida tradicional Peruana Emoliente**”. El fin de este proyecto fue identificar el mejor método para extender duración de un emoliente peruano compuesto por los siguientes ingredientes: cola de caballo (*Equisetum giganteum*) (14,9 por ciento), boldo (*Peumus boldus*) (0,6 por ciento), flor de arena (*Tiquilia paromychiodes*) (1,1 por ciento), grama (*Elymus repens*) (0,4 por ciento), uña de gato (*Uncaria tomentosa*) (6,5 (46,8 por ciento)). Se hirvieron durante tres horas antes de añadir el endulzante natural stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) y bajar el pH a 4,2. A continuación, se embotelló en botellas de 300 ml, luego se sometió a temperatura a 90° Celsius por 15 minutos; después, las muestras se conservaron en un ambiente con ausencia de luz y se mantuvieron a un ambiente de 22° Celsius de forma constante. Para evaluar duración de este emoliente, un panel semientrenado de 11 escolares de quinto grado de la ESIA-UNBG utilizó la evaluación sensorial; a lo largo de

diez entrenamientos (15 semanas), se recogieron los datos pertinentes y, utilizando técnicas estadísticas, se determinó que duración de 114 días.

**W. Sanchez Chávez, J. Cortez Arredondo (2015).** Realizaron su investigación sobre **“Identificación de duración de la bebida a base de jugo de remolacha (*Beta bulgaris*) y miel de abeja”**. A causa de que las frutas y verduras tienen una vida útil prolongada, se han desarrollado procedimientos de pruebas aceleradas para acortar considerablemente el tiempo requerido para reunir los datos experimentales necesarios para estimarla. La intención de éste trabajo fue investigar duración de las bebidas de zumo de remolacha endulzado con miel producidas por Vida Saludal del Per E. L. R. L. R. Se realizaron una serie de cálculos cinéticos y pruebas de vida útil acelerada manteniendo las unidades de muestra a temperaturas controladas de 30, 40 y 50°C durante todo el periodo de acopio; se ejecutaron exámenes fisicoquímicos (identificación de betacianinas y vitamina C) así como sensoriales (color y sabor) durante todo el periodo de almacenamiento. Las betacianinas y la vitamina C se degradaron según una cinética de primer orden. Las betacianinas y la vitamina C tenían energías de activación de 23,645 y 24,023 Kcal/mol, respectivamente. Duración de 7 días se determinó utilizando la ecuación cinética de primer orden y la ecuación de Arrhenius en condiciones de almacenamiento de 26°C; 41 y 39 días se determinaron utilizando la ecuación cinética de primer orden y la ecuación de Arrhenius en condiciones de almacenamiento de 14°C; y 187 y 178 días se determinaron utilizando la ecuación cinética de primer orden y la ecuación de Arrhenius en condiciones de almacenamiento de 4°C. Se descubrió que el almacenamiento del zumo de remolacha y de la bebida de las abejas melíferas a 4°C da lugar a una vida útil más larga.

**R. Malvais Delgado (2017).** Realizó su investigación sobre **“Estudio de vida en anaquel en bebidas saborizadas”**. Se investiga sobre las industrias alimentarias actuales se enfrentan a

una dura competencia. El secreto para cautivar la atención de los clientes y superar a la competencia es trabajar con mayor eficacia para cumplir y satisfacer sus requisitos. Las empresas que aspiran a complacer a sus clientes se esfuerzan por añadir valor a sus productos y suministrar continuamente artículos de alta calidad a lo largo del tiempo.

Los consumidores exigen cada vez más alimentos y bebidas de alta calidad, y quieren que los artículos que compran mantengan sus características de seguridad, organolépticas y nutricionales desde la compra hasta el consumo.

Los cambios en los alimentos pueden ralentizarse mediante diversos enfoques y procedimientos. Sin embargo, la calidad de los alimentos se ha definido a menudo en términos de criterios fisicoquímicos y microbiológicos, haciendo poco hincapié en las características cualitativas de los artículos procesados e innovadores. Los cambios microbiológicos, químicos y sensoriales se producen lentamente en los alimentos procesados, enlatados o congelados, y la evaluación de duración no puede limitarse a la medición cuantitativa de los parámetros de tiempo y temperatura, ya que, en determinadas circunstancias, pueden pasar años hasta el final de la vida útil. Esto es crítico durante el desarrollo de nuevos productos que deben introducirse en el mercado antes de que se confirme su vida útil.

Hoy en día, las empresas utilizan duración para determinar el tiempo que su producto mantendrá sus cualidades de calidad, su valor nutricional y su perfil organoléptico, todo lo cual es fundamental para que los clientes lo compren. El propósito de decidir el final de duración de los alimentos es determinar el mayor tiempo posible teniendo en cuenta los intereses económicos de la empresa, pero también estando relativamente seguros de que el cliente no notará un sabor, textura o aspecto inusual antes de la fecha de caducidad. En este sentido, los estudios de estabilidad

rápidos y en tiempo real pueden considerarse herramientas valiosas para evaluar e investigar las propiedades de los alimentos que afectan a su aceptabilidad a lo largo de su vida útil. Este estudio analiza la calidad de las bebidas aromatizadas y las pruebas de vida útil que pueden realizarse para determinar su calidad.

**C. García Baldizon., G. Chacon Valle., M. Molina Cordova (2011).** Realizaron su investigación sobre “**Evaluación de duración de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura**”. La intención del estudio fue determinar duración de la pasta de tomate utilizando ensayos acelerados y la pérdida de calidad del producto tuvo como indicador el color. Durante 110 días, 120 días y 42 días, respectivamente, el producto se mantuvo a 40°C, 45°C y 50°C. Se recogieron al menos seis muestras a cada temperatura, y los datos se emplearon para determinar la cinética de esta respuesta de degradación. Se comprobó que la cinética de reacción era de orden cero, con constantes cinéticas de 0,031 día<sup>-1</sup>, 0,064 día<sup>-1</sup> y 0,097 día<sup>-1</sup> en orden de aumento de la temperatura. Además, se calculó que la energía de activación era de 95680 J/mol utilizando estas tasas de reacción y el modelo de Arrhenius. Finalmente, se estableció una conexión para estimar duración de la pasta de tomate, siendo la ecuación general Vida útil= 10EXP (4,259-0,053-T). Se investigó duración de la pasta de tomate, la cinética de descomposición y la energía de activación.

**J. Camavilca, M. Gamarra (2019).** Ejecutaron la investigación. **Efecto de la adición de pulpa de maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil.** Las gomas tienen alto consumo per cápita a nivel mundial consumiéndose en todos los estratos socioeconómicos, estas llevan en su formulación un alto contenido de colorantes artificiales y saborizantes dañinos para el consumidor como, cambio de ánimo, hiperactividad, ansiedad, trastornos del sueño, alergias como rinitis o picazón cutánea. El



estudio pretende dar una alternativa en el desarrollo de una formulación para gomas con colorante y saborizante obtenido de la naturaleza, brindando al consumidor un producto con características funcionales. Siendo su objetivo analizar el efecto de la adición de pulpa de maracuyá y tumbo en gomas, mediante métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia interno y vida útil, a su vez determinar sus propiedades físico químicas de la pulpa (maracuyá y tumbo), las cinco formulaciones de goma y la goma con mayor aceptación (durante la vida útil). Se caracterizó fisicoquímicamente a la pulpa de maracuyá y tumbo obteniendo resultado de acidez 1.2% y 2.2% respectivamente, ambas pulpas presentaron contenidos similares de sólidos solubles. Se caracterizaron las 5 formulaciones de gomas, presentando diferencia significativa en los análisis de acidez y pH y color a excepción del contenido de °Brix no presentó diferencia significativa (p-valor. (J. Camavilca., 2019)

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. TUMBO

Es un fruto del valle de distintos países de Latinoamérica desde México hasta Bolivia,

Pariente de la granadilla (*Passiflor aligularis*). De forma ovalada y alargada y con una cascara gruesa, la pulpa tiene un olor característico, el color amarillo, de un sabor dulce y ácido al mismo tiempo. (Moreno et al., 2003).

##### 1.1.1. TUMBO SERRANO

El tumbo serrano (*Passiflora mollissima*) es una fruta que crece en diversos países como Colombia, Ecuador, Brasil, Perú y Bolivia. Engendra frutos de forma elipsoidal con una cáscara blanda y un interior rebosante de semillas ovaladas cubiertas de un mucílago anaranjado de pulpa jugosa con un sabor aromático y agridulce. (Hoyos, 1989).

El tumbo serrano se produce en Perú entre los 1000 y 3600 metros sobre el nivel del mar, en los departamentos de Ancash, Junín, Moquegua, Huancavelica, Apurímac y Cusco. Se desarrollan a temperaturas entre 18°C y 24°C (Brack, 1999). A nivel mundial, la demanda de este producto va en aumento, especialmente en Estados Unidos (220%), Holanda (125%), Chile (120%) y Sudáfrica (100%) (Agencia Agraria De Noticias, 2012) Además, sus frutos son abundantes en vitamina C, lo que

los hace ideales para su consumo en verano como parte de dietas bajas en calorías (Brack, 1999).

### 1.1.2. CLASIFICACION CIENTIFICA.

El tumbo serrano “Passiflora mollisima” pertenece a la familia Passifloraceae y su taxonomía es la siguiente:

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>División</b>	: Magnoliophyta
<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Orden</b>	: Violales
<b>Familia</b>	: Passifloraceae
<b>Género</b>	: Passiflora
<b>Especie</b>	: Passifloramollisima

Fuente: (Leiva, 2012)

### 1.1.3. VALOR NUTRITIVO

Se presenta la tabla donde se expone la composición química de tumbo fresco

**Tabla 1.**

*Composición química del tumbo fresco en sus inmediaciones.*

COMPONENTE	CANTIDAD
Agua	75%
Proteína	92
Grasa	0,6
Carbohidratos	0,1
Fibra	6,3
Ceniza	0,3
Calcio	0,7 mg
Fosforo	4,0 mg
Hierro	20,0mg
Vitamina A	1.700
Tiamina	0.00
Rivoflavina	0,03
Niacina	25 mg
Ácido ascórbico (Vitamina C)	70 mg

Fuente: (Ayala, 2000)

### 1.1.4. VITAMINA C

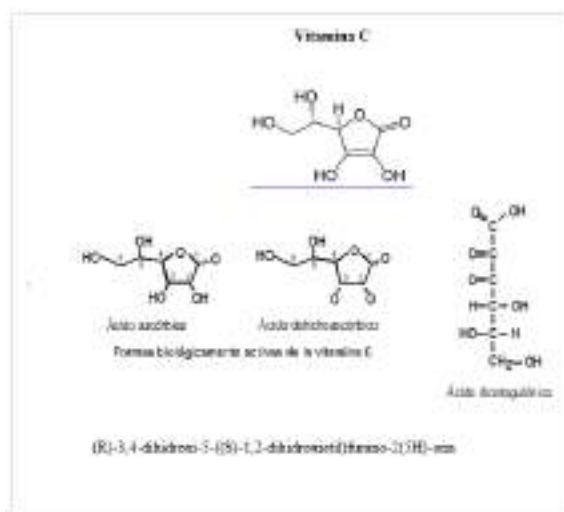
La vitamina C tiene una forma de lactosa. Se conoce que es una molécula polar con una masa molecular de 140 000, lo que impide su fácil difusión a través de la membrana celular. (Duran & Moreno, 2000)

#### 1.1.4.1. Comportamiento de la Vitamina C, Durante su almacenamiento.

Durante el almacenamiento la vitamina C, puede sufrir cambios e incluso una degradación completa cuando se ve afectado por el incremento de la temperatura (factor calor y frio), la presencia de rayos y ondas de luz también inciden en su desnaturalización, por ello la presencia de fuentes de luz deben ser retiradas o evitadas en su almacenamiento (Mendoza Corvis, 2016).

#### 1.1.4.2. FUNCIONALIDAD DE LA VITAMINA C.

**Figura 1.**  
*Vitamina C.*



*Se utiliza la vitamina C para:*

- Impedir el envejecimiento antes de lo frecuente.
- Proporcionar la filtración de otros minerales y vitaminas.

- Funciona de antioxidante.
- Previene enfermedades del corazón, resfrió, enfermedades degenerativas
- Refuerza el sistema inmunológico
- Fomenta la producción de colágeno.
- Disminuir la incidencia de coágulos en las venas.
- Fomenta las articulaciones
- Acelerar el proceso de curación.

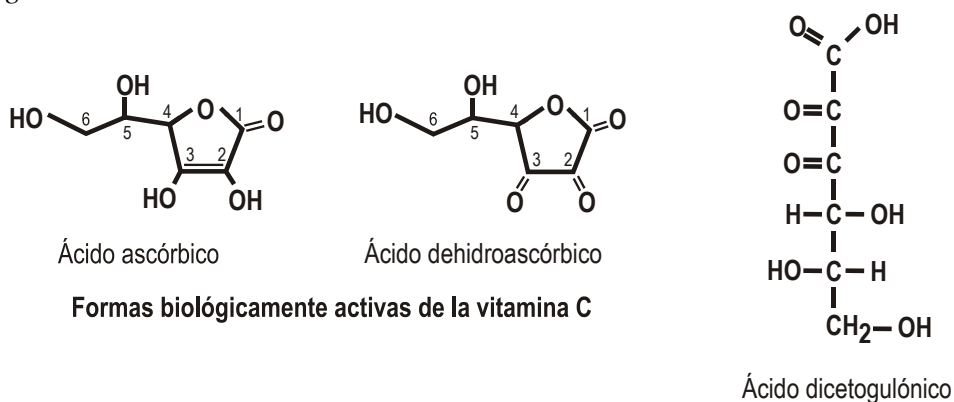
La vitamina C es importante para estar bien de salud.

### 1.1.4.3. MÉTODO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VITAMINA C.

Según, (Ciancaglini, 2001). El ácido dehidroascórbico se hidrata y se transforma en ácido dicetogulónico, que no es fisiológicamente activo debido a la naturaleza irreversible de la transformación. En solución neutra o alcalina, esta hidratación se produce espontáneamente.

#### Figura 2.

*Formas Biológicamente de la Vitamina C.*



**Nota:** La Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja que los hombres consuman 90 mg de vitamina C al día y las mujeres 75 mg.

## 1.2. SÁBILA (*Aloe vera*).

El Aloe vera es un integrante de la familia de las Liliáceas. En la actualidad preexisten más de 200 tipos de Aloe vera, entre las que destaca la Barbadensis, que se caracteriza por sus suaves hojas suculentas agrupadas en espiral o roseta (Bruce, 2014).

Además, el Aloe vera tiene capacidades medicinales, por lo que es tan respetado. En consecuencia, se cultiva extensamente por sus propiedades medicinales y cosméticas. Normalmente, las plantas inmaduras tienen manchas blancas que desaparecen según como la planta madura. Se desarrollan con flores amarillas en primavera y verano (Aloearo, 2014).

### 1.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SÁBILA (*Aloe Vera*).

<b>Reino</b>	: Vegetal
<b>División</b>	: Embriophyta – siphonogama
<b>Subdivisión</b>	: Angiosperma
<b>Clase</b>	: Monocotiledoneae
<b>Orden</b>	: Liliales
<b>Familia</b>	: Liliaceae
<b>Subfamilia</b>	: Asfondoideae
<b>Tribu</b>	: Aloinaeae
<b>Género</b>	: Aloe
<b>Especie</b>	: Vera
<b>Sinónimo</b>	: Barbadensis

Fuente: (Inecc, 2014)

### 1.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL

El gel o pulpa del aloe se encuentra en la parte central de la planta y tiene una consistencia igualmente gelatinosa e incolora. El gel, que tiene un pH de 4,5.

está compuesto por un 97% de agua y un 3% de carbohidratos, ácidos, sales orgánicas, minerales y enzimas. (Cedeño & Prendes, 2019)

Diversos estudios han determinado como principios activos en la pulpa de sábila.

(UDLAP, 2014). Que se visualiza en la Tabla siguiente.

**Tabla 2.**

*Composición química y valor nutricional de la sábila, Aloe Vera.*

	100g de Corteza	100 g de Gel
Valor Energético	91,8 Kcal (382,5 KJ)	175,7 Kcal (732,1 KJ)
Fibra Alimentaria	62,34 g	35,47 g
Carbohidratos	11,22 g	26,81 g
De los cuales azúcares	0,43 g	0,82 g
Proteínas	6,33 g	7,26 g
Lípidos 2,71 g 5,13 g	2,71 g	5,13 g
<b>Otros componentes</b>		
<b>Minerales</b>		
Ca	2.80 g	4.30 g
Na	0,16 g	0,22 g
K	2.60 g	3.41 g
Mg	0.46 g	3.41 g
P	0.21 g	0.21 g
Fe	9,91 mg	15,5 mg
<b>Vitaminas</b>		
A	3,8 µg	4,0 µg
B1	1,9 µg	2,0 µg
B2	2,0 µg	20 µg
B3	1,0 µg	1,2 µg
C	50 µg	60 µg
E	1,0 µg	1,0 µg
Ácido fólico	1,9 µg	2 µg

Fuente: (Cedeño y Prendes, 2019)

### 1.2.3. HIERRO (Fe).

El hierro es el metal más común en el planeta que representa un 5 % de la corteza terrestre. Constituye la mayor parte del núcleo terrestre (80%). La cantidad típica de hierro en nuestro cuerpo es de unos 4,5 gramos, es decir, un 0,005% (Forrellat, et. al., 2000). METABOLISMO DEL HIERRO.

Se trata de un conjunto de procesos químicos que regulan los niveles de hierro en el ser humano tanto a nivel sistémico como celular (Forrellat, 2000).

La siguiente tabla nos muestra los alimentos rico en hierro:

**Tabla 3.**

*Alimentos ricos en hierro.*

<b>Alimento</b>	<b>Tamaño de la ración</b>	<b>Hierro</b>	<b>% orientativo</b>
Almejas	100g	28 mg	155%
Hígado de cerdo	100g	18 mg	100%
Sábila	100g	15.5 mg	85%
Riñón de ternera	100g	12 mg	69%
Ostras	100g	12 mg	67%
Calamares	100g	11 mg	60%
Hígado de cordero	100g	10 mg	57%
Pulpo	100g	9.5 mg	53%
Mejillones	100g	6.7 mg	37%
Hígado de ternera	100g	6.5 mg	36%
Corazón de ternera	100g	6.4 mg	35%

Fuente: (Narvaez, et. Al, 2019).



### 1.2.3.1. FUNCIONALIDAD DEL HIERRO

Según, (Mason, et. Al, 2016; Narvaez y Pereyra 2019) la funcionalidad del hierro hace las siguientes funciones:

- ✓ **Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos:** La hemoglobina que contiene hierro se encarga de transportar el oxígeno por todo el organismo
- ✓ **Metabolismo de energía:** Traslada energía a través de las células del organismo por medio de una enzima llamada citocromos
- **Antioxidante:** Las catalasas y los peróxidos son enzimas que contienen hierro y que protegen a las células contra la acumulación de peróxido de hidrógeno convirtiéndolo en oxígeno y agua.
- ✓ **Síntesis de ADN:** El hierro forma una enzima importante para la síntesis de ADN
- ✓ **Sistema nervioso:** El hierro es trascendental dentro del sistema nervioso central debido que regula los mecanismos bioquímicos del cerebro.
- ✓ **Sistema inmune:** Se encarga de proteger a la sangre de organismos hostiles.

### 1.3. SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

Este fruto posee generalmente entre 5 a 9 espiras, su longitud está comprendida 200 a 300 micras y el diámetro de las células está comprendida de 1 a 33 micras en las especies pequeñas y de 3 a 12 micras en las grandes. La temperatura ambiente de este organismo es de 25 – 37°C; pH óptimo está entre 8.5 – 10.5 (Campano & Dávila, 2002).

**Figura 3.***Alga Spirulina*

Fuente: (Holistik health, 2010).

**1.3.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.**

La espirulina se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera (Vonshak y Tomaselli, 1996):

**Dominio** : Bacteria  
**Filo** : Cyanobacteria  
**Clase** : Cyanophyceae  
**Subclase** : Oscillatoriophyceae  
**Orden** : Oscillatoriales  
**Familia** : Phormidiaceae  
**Subfamilia** : Phormidioideae  
**Género** : *Arthrospira*  
**Especie** : *Arthrospira platensis*

Fuente: (Vonshak y Tomaselli, 1996).

**1.3.2. COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA**

Es una de las opciones superiores de nutrición que existe, y es porque posee proteínas de calidad, equilibrada, minerales y presencia de vitaminas, incluso la B<sub>12</sub>.

**Tabla 4.***Composición de la Spirulina*

<b>Composición General</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Proteínas	65.16
Carbohidratos	8.98
Grasas	7.17
Minerales	7
Humedad	4.05
Colesterol	0
Fibras	0.43
Calorías	361.09 kcal/100g

Fuente: (Lebour, 2015), Citado por (Mendoza, 2017).

La spirulina contiene los siguientes aminoácidos: en la tabla N° 9:

**Tabla 5.***Aminoácidos en la Spirulina*

<b>Aminoácidos Esenciales</b>	<b>Por cada 10 g</b>
Fenilalanina	280
Isoleucina	350
Leucina	540
Lisina	290
Metionina	140
Triptófano	90
Treonina	320
Valina	400
<b>Aminoácidos No Esenciales</b>	<b>Por cada 10 g</b>
Acido Aspártico	610
Ácido Glutámico	910
Alanina	470
Arginina	430
Cisteína	60
Glicina	320
Histidina	100
Prolina	270
Tirosina	300
Serina	320
<b>Total</b>	<b>6200</b>

Fuente: (Le bour, 2015), Citado por (Mendoza,2017).

La spirulina incluye importantes ácidos grasos como el mirístico, el palmítico, el palmitoleico, el heptadecanoico, el esteárico, el oleico, el linolénico y el gamma-linolénico, todos ellos miembros de la familia omega-6. La espirulina es rica en ácidos grasos necesarios como el mirístico, palmítico, palmitoleico y heptadecanoico,

**Tabla 6.**

*Ácidos Grasos Esenciales en la Spirulina*

<b>Ácidos grasos esenciales</b>	<b>g/100g</b>
Ac. Palmítico	0.46
Ac. Palmitoleico	0.1
Ac. Oleico – Omega 9	0.009
Ac. Linoleico – Omega 3	0.19
Ac. Gama- Linolénico	0.32
Ac. Hectadecanoico	0
Ac. Esteárico	0.02
Ac. Mirístico	0.004

Fuente: (Le bour, 2015), Citado por (Mendoza, 2017).

**Tabla 7.**

*Pigmentos en la Spirulina*

<b>Pigmentos</b>	<b>g/100g</b>
Carotenoides	1400.1
Clorofila	7504.5
Ficocianina	132.500
Xantofilas	2200

Fuente: (Le bour, 2015), Citado por (Mendoza, 2017).

### 1.3.3. VALOR NUTRICIONAL

#### 1.3.3.1. MINERALES

Es un fruto muy rico en hierro altamente asimilable, además ocupa un 60% de su composición de este metal en este fruto. (tabla N° 8) (Earthrise F. 1998).

#### Tabla 8.

*Minerales constituyentes en la Spirulina.*

<b>Minerales en 10 g. de Spirulina sp</b>	
Calcio	100 mg
Hierro	15 mg
Zinc	300 µg
Fósforo	90 mg
Magnesio	40 mg
Cobre	120 mg
Sodio	60 mg
Potasio	160 mg
Manganeso	500 µg
Cromo	28 µg
Selenio	2 µg

Fuente: (Le bour, 2015), Citado por (Mendoza 2017).

### 1.3.4. COMPORTAMIENTO DE LA SPIRULINA EN ALMACENAMIENTO

La importancia de la espirulina está en que tiene una gran cantidad de nutrientes además de propiedades, para aumentar los niveles de energía, por ello el cuidado en su almacenamiento debe ser muy exigente, el comportamiento de esta alga verdeazulada al estar almacenada es que sus propiedades no sean alteradas, modificadas o desnaturalizadas, esto se logra al evitar tratamientos extremos y tener condiciones favorables de almacenamiento evitando la luz, el calor y otros factores.

(Gut18). Para tener favorables sus condiciones como antioxidante (Vonshak y Tomaselli, 1996). Tiene lípidos que puede oscilar entre 6 y 13%, siendo la mitad de ellos ácidos grasos. El más importante es el g-linoleico (GLA) debido a que consiste en un ácido graso saturado, esencial, que es muy común la dieta del hombre. El GLA disminuye la cantidad de colesterol en sangre (Sánchez et al., 2003) se convierte en una opción para tratar enfermedades relacionadas al corazón.

En la tabla 9, se muestran posibles consecuencias de la spirulina en la salud.

**Tabla 9.**

*Un resumen de algunos de los beneficios de la espirulina para la salud.*

<b>Efecto</b>	<b>Resumen De Resultados</b>
Antiviral	Un extracto acuoso del alga azul – verde <i>Spirulina Sp.</i> Inhibió la réplica del HIV-1 en líneas celulares humanas, en células mononucleares de sangre periférica y en células de Langer Hans.
Anticancerígeno	Suplementos de <i>Spirulina Platensis</i> al 3,18% (2000 y 100000 IU de vitaminas A/Kg dieta) administrada a ratas se protegieron de la hepatotoxicidad producida por hexaclorohexano.
Sistema Inmune	Los extractos de <i>Soirulina Platensis</i> en ratones incrementaron la actividad de interlucina – 1 en el cultivo de macrófagos.
Diabetes	Una fracción soluble de <i>Spirulina</i> disminuyo los niveles de glucosa en suero de rata. Un extracto de <i>Spirulina SP.</i> Al 5 y 15%. Administrado a ratas diabeticas, disminuye los niveles séricos de glucosa
Hepatoprotector	Una dieta de <i>Spirulina Platensis</i> al 5% administrada a ratas disminuyo las concentraciones de triacilglicerol y colesterol en hígado inducidos por el tratamiento de tetracloruro de carbono.
Efecto anti – inflamatorio y antioxidante	La ficocianina mostro actividad intinflamatoria en cuatro modelos - experimentales de inflamación.
Flora intestinal	A ratas alimentadas con <i>Spirulina Platensis</i> , al 5% se incrementó la población de lactobacilos.

Fuente: (Soto y Chávez, 2005).

### **1.3.5. USOS DE LA SPIRULINA.**

Se emplea en individuos que sufren de debilidades y que tienen deficiente absorción de los nutrientes se precisa porque los nutrientes en la spirulina son cómodos de asimilar y de aspirar. (Pitchford, 2007).

## **1.4. BEBIDAS FUNCIONALES**

Es comúnmente conocido por ofrecer beneficios para la salud y al mismo tiempo nutritivos (Calizaya, 2008).

Se precisan a las bebidas funcionales como aquellas que ayudan en la hidratación (Calvo, 2013), citado por (Altamirano, 2013). Además de tener otras propiedades medicinales y nutritivas e incluso de afrodisíaco (Martínez, 2010). Se muestra en la tabla 10 la clasificación general de bebidas funcionales.

### **1.4.1.1. ÁCIDO CÍTRICO.**

Ácido orgánico tricarbónico que se halla comúnmente en frutas, generalmente en cítricos. Industrialmente se consigue por fermentación de diferentes materias primas, esencialmente la melaza de caña (Velasco, 2015). En la elaboración de néctar cumple dos funciones principales, primero elimina a las bacterias lo que permitirá una óptima conservación del producto, y por último contribuye al equilibrio del sabor dulce-ácido (Calsina O, 2016).

**Tabla 10***Clasificación general de bebidas funcionales*

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

Fuente:(Ramos, 2007).



#### **1.4.1.2. CONSERVANTES.**

Son sustancia que permiten que el producto este conservado por largo tiempo cada país es independiente de los límites que permiten de conservantes por ser dañinos para la salud (Alemán N, 2015).

#### **1.4.1.3. AZÚCAR.**

El azúcar blanco refinado; es el más utilizado en la elaboración de néctares, se emplea para dar el dulzor al néctar. La concentración o contenido de azúcar en un néctar se mide a través de un refractómetro, que mide el porcentaje de sólidos solubles expresados en grados Brix. Según NTP, los néctares deben tener un contenido de azúcar que puede variar entre 12 a 18°Brix (Norma Técnica Peruana 203.110.2009).

#### **1.4.1.4. MIEL DE ABEJA**

La miel es un líquido viscoso azucarado fabricados por insectos como la abeja y otros insectos Himenópteros, con néctar de las flores, Los atributos sensoriales de la miel; como el sabor, olor y aroma dependen de esencias especiales que producen las flores de donde las extraen (Sanchez, 2003).

El procedimiento para la obtención de la miel comienza desde que las abejas extraen néctar de las flores, y al mismo tiempo lo transforman a miel gracias a su buche melario, en seguida depositan en las celdas para la alimentación de larvas y adultos. Cuando las abejas extraen el jugo azucarado de las flores, se le llama mielada. Y cuando son extraídas y tratadas en el 26

buche melario, por los animales como los pulgones, el producto final se llama Ligamaza. (Sanchez, 2003).

#### **1.4.2. TIPOS DE MIEL**

(Sánchez, 2003), indica que la miel de abeja oscura y cruda que no sufre ningún proceso tiene más contenido en vitaminas y minerales que las de colores claros. Los atributos como el color y el sabor de la miel de abeja no son propias de las abejas, sino de las flores de donde extraen el néctar, las flores más preferidas por las abejas para extraer el néctar son: flor de café, del laurel, chimir, pico pico, laritaca, sangre de grado, entre muchas otras. Por su ubicación: existen 2 tipos.

- *Miel de panal*, es comercializada en el mismo panal propio o parte de ésta.
- *Miel extractada*, es la más encontrada en el mercado, debido a que ya es procesado y presentado en diferentes formas como: cristalizada, parcialmente cristalizada y líquido.

#### **1.4.3. DESPERFECTOS HABITUALES DE LAS BEBIDAS.**

Aquel que incumple las obligaciones de calidad que exigen para comercializar.

**Tabla 11.**  
*Defectos, causas y posibles soluciones de las bebidas.*

<b>Defectos</b>	<b>Causas</b>	<b>Soluciones</b>
Crecimiento de microorganismos o fermentación (presencia de levaduras y mohos)	Frutas en mal estado	utilizar frutas frescas y maduras
	PH inadecuado	Regular correctamente el PH
	Deficiente pasteurización	Regular la pasteurización correctamente
	Mal envasado	Realizar el encasado a la temperatura adecuada. Utilizar envases con tapa hermética
	Falta de medidas de higiene y sanidad	realizar la limpieza e higiene de las instalaciones y equipos
Separación de fases	Deficiente prensado o pulpeado	realizar un buen pulpeado
	Excesiva cantidad de agua	Incorporar el agua en la proporción correcta
	Falta o poca cantidad de estabilizador	Adicionar la cantidad correcta de estabilizador
	Inadecuada homogenización	realizar una adecuada homogenización
Cambio de color	Falta o inadecuada precocción de la fruta	Pre cocción adecuada de la fruta
	Excesiva cantidad de agua	Proporciona cantidad adecuada de agua
	Utilizar azúcar rubia	utilizar azúcar blanca refinado
	demasiado tiempo y temperatura de pasteurización	Pasteurizar adecuadamente
	fermentación del néctar	Evitar la fermentación
Cambio de sabor	Exceso de ácido	Regular PH del néctar
	Falta o exceso de azúcar	Regular °Brix del néctar
	exceso de agua	Incorporar agua en la proporción correcta
	fermentación del néctar	Evitar la fermentación
Falta de consistencia	Falta de estabilizador	Adicionar la cantidad correcta de estabilizador
	exceso de agua	Incorpora cantidad correcta de agua
	fermentación del néctar	Evitar la fermentación

Fuente: (Coronado, 2001).

### 1.5. IDENTIFICACIÓN DEL VALOR DE pH

Según la (NTP 203.110), 2009 para jugos, néctares y bebidas de fruta; el néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,2, utilizando muestra homogenizada para la identificación de pH.

Para el método se refiere a método AOAC, es decir, Ref. pH de alimentos acidificados Método AOAC 981.12.

### 1.6. IDENTIFICACIÓN DE ACIDEZ

La técnica volumétrica/de titulación se utiliza para determinar la acidez titulable. AOAC 942.15. 2000.

La acidez titulable se expresa en este caso como el porcentaje de ácido cítrico contenido en el néctar y se calcula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq}_{\text{ácidoX}} * 100}{V}$$

***Dónde:***

- ✓ V<sub>NaOH</sub> = volumen de NaOH gastados para la titulación
- ✓ N<sub>NaOH</sub> = Normalidad del NaOH
- ✓ Meq ácido X = miliequivalentes de ácido.
- ✓ V = volumen de la muestra

Los valores equivalentes de base a ácido para el ácido cítrico es 0.064

## 1.7. ANÁLISIS SENSORIAL.

Es una disciplina responsable de medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de los alimentos y materiales percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído; por lo que se puede decir que evaluación sensorial tiene un amplio sector acción de estudio. (Vanegas, 2003).

### 1.7.1. PROPIEDADES SENSORIALES

Es un conjunto de atributos de los alimentos que se detectan mediante los sentidos. Está en la posibilidad que se perciba por un solo sentido o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

**Tabla 12.**

*Propiedades sensoriales.*

<b>Propiedades Sensoriales</b>	
<b>Propiedad Sensorial</b>	<b>Sentidos</b>
Color	Vista
Apariencia	Vista
Olor	Olfato
Aroma	Olfato
Gusto	Gusto
Sabor	Olfato, gusto
Temperatura	Tacto
Peso	Tacto
Textura	Oído, vista, tacto
Rugosidad	Oído, vista, tacto

Fuente: (Reglero, G 2011).

Ahora según reglero. (G, 2011). Se detallan las propiedades más involucradas en análisis sensorial.

- **Apariencia General:** son aquellos que pueden ser percibidos por los sentidos
- **Color:** es aquel fenómeno que puede ser percibido con la vista que es corroborada por el cerebro.
- **Sabor:** es aquel que puede ser corroborado sentido de la lengua y es validado por el cerebro
- **Olor:** es un elemento que puede ser comprobado por el olfato y validado por el cerebro. (Vásquez, 2004)

### 1.7.2. MUESTRAS

Las muestras se empaquetan de forma idéntica y se etiquetan con números aleatorios de tres dígitos. Para ser muestra hay que tener presente lo siguiente:

### 1.7.3. TEMPERATURA:

En general, las muestras de alimentos, como las frutas, las verduras, los pasteles y las galletas, deben servirse a la temperatura a la que se suelen consumir. Los alimentos cocinados suelen cocinarse a 80 grados centígrados, almacenados en un baño de agua a 57 grados centígrados, y las bebidas frías se suministran a una temperatura de entre 4 y 10 grados centígrados para minimizar los sabores desagradables que puedan perjudicar las respuestas de los panelistas. Las bebidas calientes y las sopas se sirven entre 60 y 66 grados centígrados.

#### **1.7.4. TAMAÑO:**

Según (Vásquez, 2004), este parámetro nos hace saber cuál es la muestra que se debe estudiar:

- ✓ Las muestras de artículos pequeños, como dulces, chocolates y caramelos, deben tener un tamaño de una unidad.
- ✓ 25 gramos de comidas grandes o sustanciosas
- ✓ Una cucharada es comparable a 15 mililitros de comidas líquidas como sopas o cremas.
- ✓ Bebidas: muestras de 50 mililitros.

#### **1.7.5. HORARIO DE LA PRUEBA.**

Se aconseja hacer las pruebas una hora antes y dos horas después de la comida, por la mañana entre las 11 y las 12 horas y por la tarde entre las 15 y las 16 horas. (Hernández, 2005).

#### **1.7.6. CODIFICACIÓN.**

En la estructuración de una repuesta ante un estímulo que puede ser una reacción para tener una comunicación fluida y estable (Espinoza A., 2003).

### **1.8. TIPOS DE JUECES**

Existen cuatro tipos de jueces:

**1.8.1.1. JUEZ EXPERTO:**

Es una persona que se encarga de realizar pruebas en base habilidad, experiencia y lo realiza a base de su criterio (Larmond, 1977) y (Ackerman, 1990).

**1.8.1.2. JUEZ ENTRENADO:**

Es un juez entrenado que tiene la habilidad para lo cual se entrenó para realizar pruebas en base a su experiencia y conocimientos adquiridos, requieres de 7 a 15 jueces para realizar el análisis sensorial. (Larmond, 1977).

**1.8.1.3. JUEZ SEMI-ENTRENADO O “DE LABORATORIO”:**

Son aquellos que obtuvieron una formación teórica comparable a la de los panelistas formados, que administran habitualmente pruebas sensoriales y muestran una experiencia considerable, pero que normalmente se dedican exclusivamente a las pruebas. Se requiere un mínimo de 10 jueces y máximo de 25 jueces, con tres o cuatro repeticiones. (Larmond, 1977).

**1.8.1.4. JUEZ CONSUMIDOR:**

Suelen ser individuos cotidianos que son detenidos al azar, ya sea en la calle, en un establecimiento o en una institución. Es recomendable contar con 40 jueces para realizar el análisis de una muestra. (Ellis y ASTM, 1968).



## **1.9. VIDA UTIL**

La vida útil es el periodo de tiempo de durabilidad en donde, ocurre la pérdida de la calidad de un producto en distintos aspectos como: físicas, químicas, microbiológicas nutricionales y referentes a inocuidad. Hasta el momento en que uno de los parámetros sea inaceptable termina su vida útil del producto. (Singh, 2000).

El tiempo de vida útil depende de las condiciones ambientales y empaque predominando la temperatura, actividad de agua, pH, radiación (luz), humedad relativa, (Brody, 2003).

Para determinar vida útil es primordial identificar, las variables que pueden ocasionar cambios como son: rancidez, sabor o textura, cambios en el color, pérdida de vitamina C, aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos. (Brody, 2003).

### **1.9.1. VIDA EN ANAQUEL**

El término "vida útil" se refiere al período de tiempo después de la cosecha, el procesamiento o la fabricación mientras el alimento mantiene la calidad adecuada. Además, vendrá determinado por cuatro variables principales: formulación, procesamiento, envasado y condiciones de almacenamiento (Tung et al., 2001).

### **1.9.2. ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL.**

Los métodos acelerados de estimación de la vida útil de alimentos se basan en la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto que las

condiciones ambientales como temperatura, presión, humedad; gases de la atmosfera y luz, tiene sobre la velocidad de la reacción. (Robertsob, 1993).

### 1.9.3. Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil

Los alimentos son sistemas fisicoquímicos y biológicamente activos, por lo tanto, la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil del alimento. Citado por (Monje, 2003).

#### 1.9.3.1. Modelamiento por cinética de deterioro

(Heldman y Lund, 2007) mencionan que la ecuación básica para describir la cinética de deterioro de alimentos es:

$$\pm \frac{dA}{dt} = KA^n \dots \dots (1)$$

**Donde:**

n = Orden aparente de reacción.

K = Constante de velocidad de reacción.

A = Factor de calidad, medida mediante parámetros químicos, físicos, microbiológicos, sensoriales.

t = Tiempo.

$\pm \frac{dA}{dt} =$  : Velocidad de cambio de A con respecto al tiempo. El signo negativo es utilizado si el deterioro es una pérdida o destrucción de A (por ejemplo, un nutriente o un aroma característico) y el signo positivo señala la producción de un producto final indeseable (por ejemplo, formación de peróxidos, coloración). El valor de n es un parámetro empírico que puede ser una fracción o un número entero.

La determinación del orden de la reacción de la cinética, es de particular importancia para la comprensión de los mecanismos implicados en la reacción y para reportar la información correcta de la cinética (Heldman y Lund 2007).

### a. Orden de reacción

(Labuza, 2000), mencionan que es sumamente complejo reconocer un sistema alimentario con respecto a las pérdidas de calidad, lo cual es representado por la pérdida de un factor deseable, o formación de un factor indeseable (ejemplo; valor de peróxido). Las velocidades de pérdidas de A,  $r_A$  y de formación de B,  $r_B$  son dadas por las ecuaciones siguientes:

$$r_A = -d \frac{d[A]}{dt} = K[A]^n$$

$$r_B = d \frac{d[B]}{dt} = K'[B]^{n'}$$

El factor de  $[A]$  y  $[B]$  pueden medirse como un parámetro químico, físico, microbiológico o sensorial. K y K' son las constantes de velocidad de reacción y n y n' los órdenes de reacción.

#### - Orden cero.

(Heldman y Lund 2007) manifiestan que, si la velocidad de pérdida de un atributo de calidad es constante a lo largo del periodo de almacenamiento y

no depende de la concentración de A, representa una reacción del orden cero y se sustituye  $n = 0$ , por consiguiente, de la ecuación (1) se tiene:

$$-\frac{dA}{dt} = K \dots \dots \dots (2)$$

La ecuación (2) al integrarse resulta:

$$A = A_0 - kt \dots \dots \dots (3)$$

Donde  $A_0$  representa el valor inicial del atributo de calidad y A es la cantidad de ese atributo después del tiempo t. Si el final de la vida anaquel está determinado cuando el atributo de calidad alcanza el nivel  $A_e$ , entonces:

$$A_e = A_0 - kt_s \dots \dots \dots (4)$$

Donde  $t_s$  es el tiempo de vida útil, y puede calcularse como:

$$t_s = \frac{A_0 - A_e}{k} \dots \dots \dots (5)$$

#### - **Primer orden**

(Heldman y Lund, 2007) manifiestan que la pérdida de calidad en muchos casos no sigue una velocidad constante, y el valor de n puede variar desde cero hasta cualquier valor fraccional o entero. Sustituyendo  $n = 1$  en la ecuación (1) se tiene la cinética de primer orden:

$$-\frac{dA}{dt} = KA \dots \dots \dots (6)$$

Integrando resulta:

$$\ln \left[ \frac{A}{A_0} \right] = -Kt \dots\dots\dots (7)$$

Donde A es la cantidad del atributo de calidad en el tiempo t. El tiempo de vida en anaquel t, determinado cuando el atributo de calidad llega al nivel  $A_e$ , la ecuación (7) puede escribirse como:

$$t_a = \frac{\ln \left[ \frac{A_0}{A_e} \right]}{k} \dots\dots\dots (8)$$

En la tabla 14, se muestra las ecuaciones para las reacciones de deterioro a diferentes órdenes de reacción y el tiempo de vida media.

**Tabla 13.**

*Fórmulas de calidad en función del tiempo y tiempo de vida media para diferentes órdenes de reacción (n)*

Orden de reacción (n)	funcion de calidad	Tiempo de vida media $t_{1/2}$
0	$A_0 - A = kt$	$t_{1/2} = \frac{A_0}{2k}$
1	$\ln \left( \frac{A_0}{A} \right) = kt$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
2	$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_0} = kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot A_0}$
$n \neq 1$	$\frac{1}{A^{n-1}} - \frac{1}{A_0^{n-1}} = (n-1)kt$	$t_{1/2} = \frac{2^{n-1} - 1}{k(n-1)} A_0^{1-n}$

Fuente: Labuza (2000)

**Tabla 14.**

*Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y de primer orden*

<b>Orden Cero</b>	Calidad global de alimentos congelados Pardeamiento no Enzimático
<b>Primer Orden</b>	Pérdida de Vitaminas Muerte/Desarrollo microbiano Pérdida de color por oxidación Perdida de textura en tratamientos térmicos

Fuente: (Casp Vanaclocha & Abril Requena, 2003)

### 1.9.3.2. ECUACION DE ARRHENIUS

En la ley de Arrhenius, la variable que más influye es la velocidad de reacción de deterioro es la temperatura, siendo la constante de velocidad de reacción (K) afectado por la temperatura, un parámetro de la ecuación. En la mayor parte de las reacciones de pérdida de calidad, el valor de K varía en función de la temperatura según la ecuación de Arrhenius:

$$K = K_{ref} * e^{-\frac{E_A}{R} * (\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}})}$$

**Donde:**

K = Constante de velocidad de reacción a la temperatura T,

$K_{ref}$  = Constante de velocidad de referencia a la temperatura de referencia,

$E_A$  = Energía de activación en cal/mol,

R = Constante general de los gases ideales en cal/(mol °K) igual a 1,98,

T = Temperatura en °K

$T_{ref}$  = temperatura de referencia en °K

#### 1.9.4. GRAFICOS DE VIDA UTIL.

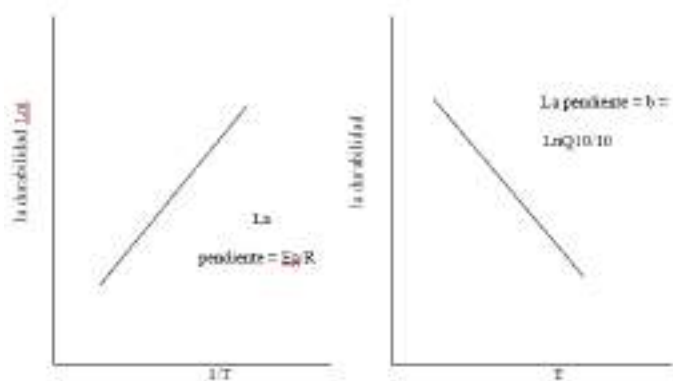
La grafica de vida útil, nos muestra una cuantificación de la temperatura sobre la calidad de un producto. En la cual necesitamos graficar logaritmo natural del tiempo de vida útil contra la temperatura o su inverso. Con estos gráficos se conocen la activación, EA, y el parámetro Q10, el cual se define como la razón entre la vida útil a una temperatura T y la vida a otra temperatura T+ 10; así:

$$Q10 = \frac{\text{Vida util a Temperatura (T)}}{\text{Vida util a Temperatura (T + 10)}}$$

Los parámetros antes mencionados se muestran en la figura 5, que se aprecian en los gráficos de vida útil y la relación que existe entre sus pendientes. (Robertsob, 1993).

#### Figura 4.

*Gráfico de Vida Útil.*



Fuente: (Robertsob, 1993).

### 1.9.5. PRUEBAS DE VIDA ÚTIL ACELERADA – ASLT.

La vida útil se calcula sometiendo estrés al producto, controlando las condiciones de almacenamiento. Se pueden calcular la predicción de vida útil a través de los modelos matemáticos, (útil para evaluación de crecimiento muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad), en donde el desperfecto del producto es acelerado, luego los valores utilizados son para realizar las predicciones (Charm, 2007). Para la determinación de vida útil acelerada, influye el uso de temperaturas elevadas para así conocer la pérdida de calidad del producto. (Casp y Abril, 2003). En la industria alimentaria son de gran importancia, ya que permite definir el tiempo de durabilidad del producto en el mercado. El proceso básico consiste en los siguientes pasos:

- **Primero.** Seleccionar factores cinéticamente operativos, deseado para acelerar el proceso de deterioro.
- **Segundo.** Desarrollo del estudio de la cinética del proceso de deterioro donde las variables aceleren la velocidad de deterioro.
- **Tercero.** Con la evaluación de los parámetros del modelo cinético, extrapolar los valores en el almacenamiento a condiciones normales.
- **Cuarto.** Dar uso los valores extrapolados o los parámetros del modelo cinético para determinar la predicción de la durabilidad del tiempo del producto en condiciones de almacenamiento actuales.



### 1.9.6. MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS.

Según la (NTP 203.110:2009), para jugos néctares y bebidas de frutas, para que se consideren apropiados para el consumo humano, los alimentos y las bebidas deben cumplir por completo todas las normas microbiológicas correspondientes a su grupo o subgrupo; las características microbiológicas utilizadas para evaluar la calidad son heterótrofos.

**Tabla 15.**

*Características a evaluar medio de microorganismos*

	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de Ensayo</b>
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	5	<3	--	0	FDA BAM On Line ICMSF
Recuento estandar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	5	10	100	2	ICMSF
Recuento de Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF
Recuento de Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF

Fuente: (Norma Técnica Peruana, 203.110), 2009.

**En donde:**

- n = Numero de muestras por examinar.
- m = Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.
- M = Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
- c = Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.
- < = léase menor a.

### **1.9.7. VIDA ÚTIL MICROBIOLÓGICA.**

Pueden verse afectados por dos motivos. El primero es problema seguridad de ser sellado el bien lo cual puede ser afectado por organismo hostiles que pueden causar enfermedades. El segundo es problema de calidad que ocasiona malestar en el cliente (Vidaurre, 2014). Se muestra en la tabla 17 los alimentos que son inaceptablemente inseguros y de mala calidad.

### **1.10. CONSIDERACIONES DEL EMPAQUE.**

El empaque tiene un rol significativo en la seguridad y preservación de los alimentos (Tung et al., 2001).

#### **1.10.1. ENVASE.**

Es el material que protege al alimento de cualquier agente extraño (Alcázar, 2002). Son diseñados para mantener al producto intacto con calidad, sabor, olor igual al primer día (Price y Schweigert, 1994). Se muestra en la tabla 18 Tipos de plásticos usados en empaque de alimentos.

##### **1.10.1.1. VENTAJAS.**

Según (Coles y Kirwan, 2004). Son empleados en alimentos, las ventajas que presenta son.

- Son resistentes a una gran variedad de productos químicos:
- Son razonablemente ligeros.
- No se rompen fácilmente
- Pueden soportar grandes cargas sin fracturarse

Tabla 16.

*Los alimentos son inaceptablemente inseguros y de mala calidad como resultado.*

PROBLEMA	RIESGO	FENOMENOS INVOLUCRADOS	EJEMPLOS
Inocuidad	Salud de los consumidores	Crecimiento de microorganismos causantes de toxiinfecciones alimentarias	Recuentos microbianos que exceden los límites establecidos por la regulación
		Formación de compuestos tóxicos	Concentración de histamina o peróxidos que excedan los límites establecidos por la regulación
Calidad	Insatisfacción de los consumidores	El desarrollo de fenómenos biológicos, químicos o físicos que afectan negativamente las propiedades sensoriales de los alimentos	Pérdida de color, malos olores, sabores y texturas desagradables
		Degradación de los compuestos beneficiosos declarados en la etiqueta	Menor concentración de compuestos bioactivos que los declarados en la etiqueta

Fuente (Chiroque, 2017).

### 1.10.1.2. TIPOS DE PLATICOS

**Tabla 17.**

*Tipos de plásticos usados en empaque de alimentos.*

Poli etileno de Alta Densidad PEAD	El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano). Es muy versátil y se transformar por Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo.
Cloruro de Polivinilo PVC	Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y sal común 57%. Para su proceso es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, para obtener productos de variadas propiedades con un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado).
Polipropileno PP	El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y baja densidad. Al adicionarle distintos compuestos (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), mejoran sus propiedades. Es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado)
Poli estireno PS	PS Cristal: Es un polímero de estireno monómero, cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto: Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección, Extrusiónifermoformado, Soplado.12

Fuente: (Coles, et al., 2004).

- No crean astillas al romperse
- Proporcionan suficiente protección a los alimentos
- No afectan al producto
- Existe una amplia gama de envases en cuanto a tamaño, forma, construcción y diseño, que contribuyen a una presentación atractiva de los alimentos.

#### **1.10.1.3. DESVENTAJAS.**

Son capaces de absorber ciertos componentes de la dieta, como aceites y lípidos. Ciertos gases, como el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y el N, así como el vapor de agua y los disolventes orgánicos, son permeables a los plásticos (Coles, et al., 2004).

## CAPITULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

- El trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNSAAC. Situado en la ciudad de Cusco. Su establecimiento está comprendido en las coordenadas 14°30' y 14°56' de latitud Sur y 71°24' y 71°39' de longitud Oeste. Se localiza a 3,548 m. s. n. m.
- Las pruebas preliminares de ensayos para la bebida funcional se desarrollaron en las instalaciones del laboratorio de Investigación e Innovación de Productos Agroindustriales de la EPIA - UNSAAC.
- La determinación del análisis sensorial y fisicoquímicas de la bebida de tumbo y la pulpa de sábila, se determinó en el laboratorio de Investigación e Innovación de Productos Agroindustriales de la EPIA - UNSAAC.
- La elaboración de las muestras para la determinación de Vitamina C, Hierro, análisis microbiológico y fisicoquímico se desarrolló en las instalaciones del laboratorio de Investigación e Innovación de Productos Agroindustriales de la EPIA – UNSAAC, para luego ser trasladados hacia los laboratorios de MC QUIMICALAB (determinación de Vitamina C, Hierro y fisicoquímico) y el laboratorio de LAASA LABORATORIO E.I.R.L. (determinación de análisis microbiológico).
- La determinación para la vida útil de la bebida se realizó en el laboratorio LAASA LABORATORIO E.I.R.L. (determinación de vida útil mediante análisis microbiológico).
- La determinación de concentración de Vitamina C, Hierro y fisicoquímico se realizó en el laboratorio de MC QUIMICALAB.

## **2.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS.**

### **2.2.1. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

#### **2.2.1.1. MATERIA PRIMA**

- Tumbo (*Passiflora mollissima*), de la variedad *tumbo* serrano, procedente del distrito de Lucre provincia de Quispicanchi, departamento del cusco.
- La sábila (*Aloe vera*) Aloe Barbadensis Miller proveniente de la provincia de la Convención.
- La spirulina (*Arthrospira platensis*), procedente de la ciudad Arequipa de la empresa ADEXS BIOTECNOLOGY SRL. Ubicado en el distrito Cerro Colorado Arequipa, Perú.

#### **2.2.1.2. INSUMOS, ADITIVOS Y REACTIVOS.**

- Agua.
- Carboximetil celulosa (CMC). E-466
- Hidróxido de sodio NaOH.
- Agua destilada
- Fenolftaleína.

### **2.2.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS.**

#### **2.2.2.1. MATERIALES DE VIDRIO.**

- Vasos de precipitado de 50 ml.
- Vaso precipitado de 100 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Matraz Erlenmeyer
- Botellas de vidrio de 250 ml.

### **2.2.2.2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.**

#### **Equipos.**

- Equipo de titulación
- Incubadora con termostato.
- Incubadora de cultivos.
- Laptop, software Excel.

#### **Instrumentos.**

- Balanza gramera (50gr máx Marca KARMY).
- Balanza analítica (Marca SHS inside – 252g/0.1mg HR- 250 AZ).
- Termómetro (Digital Digi - thermo De -50°C a 300°C).
- Refractómetro (Marca Gardino, rango de 0 a 90 °Brix).
- pH-metro (0 – 14 marca HANNA).

### **2.2.2.3. MATERIALES.**

- Mesa de trabajo.
- Botellas de vidrio.
- Botella descartable.
- Ollas de acero inoxidable (5 litros).
- Posillos
- Litreras (1Lt. – 3Lt.)
- Coladores
- Tela organza



- Cuchillos
- Tabla de picar, cuchillos de acero inoxidable.
- Tamizadores y paletas (Cucharones y cucharas).
- Cocina semi industrial a gas (Marca SURGE)
- Licuadora (Marca Oster de 4 Velocidades).

#### **2.2.2.4. MATERIALES DE EVALUACIÓN SENSORIAL.**

- Agua de mesa.
- Fichas de calificación.
- Vasos de plástico blanco codificados.
- Lapicero.
- Mandiles y cubre cabellos.
- Lavatorio para desinfección de manos.

### **2.3. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA.**

Como parte de la metodología experimental del presente trabajo para la producción de la bebida funcional de tumbo, sábila con adición de spirulina, se empleó el siguiente diagrama de flujo cualitativo y cuantitativo Fig. 5.

#### **2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO CUALITATIVO.**

##### **A) OBTENCIÓN DE JUGO DE TUMBO.**

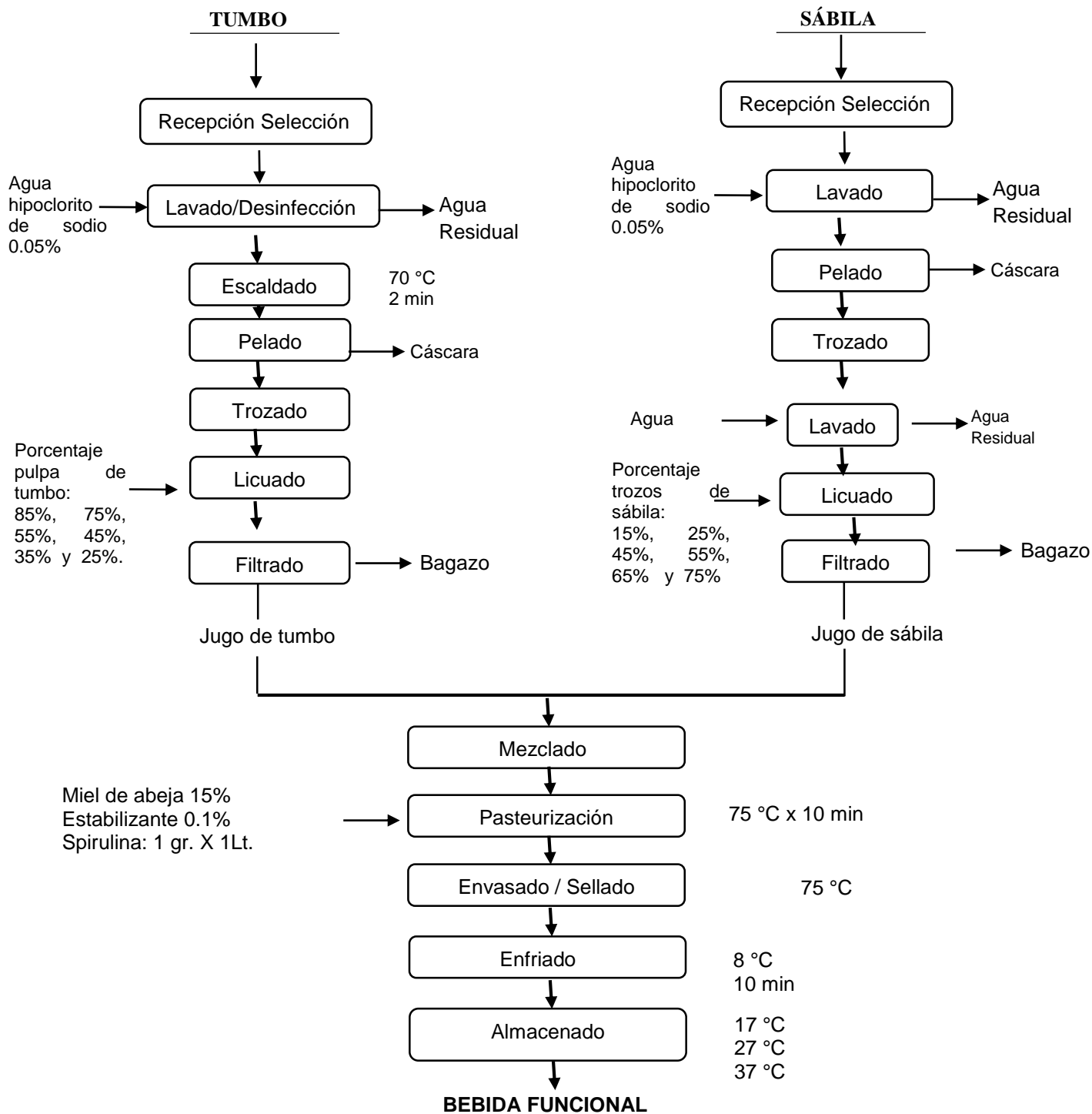
- **Recepción y Selección del tumbo.** Esta operación se desarrolló con el propósito de recibir el producto primario de buena calidad y esté libre de deterioro, también se realizó la selección de forma visual, teniendo en cuenta el estado de

maduración de los frutos, la cual se ve reflejada en la coloración verde amarillento, olor característico y sin ningún tipo de deterioro y daño físico.

- **Lavado Desinfección.** El lavado de la materia prima se realizó bajo inmersión y chorro con agua con solución al 0.05% de hipoclorito de sodio, con el fin de separar suciedad y eliminar los microorganismos patógenos existentes en las superficies del tumbo, utilizando abundante agua para su enjuague.
- **Escaldado.** El tumbo se sometió a un tratamiento térmico por inmersión a la temperatura de 70°C en un lapso de 2 min. con el propósito de inhibir las enzimas.
- **Pelado.** En seguida se procedió con el pelado, para eliminar la corteza externa del tumbo, para ello se usó un cuchillo de acero inoxidable.
- **Trozado.** El trozado del tumbo se realizó de forma manual desgranando su pulpa del tumbo.
- **Liculado.** El licuado se realizó con la finalidad de obtener una sustancia refinada, que facilita la recolección de partículas de menor tamaño y la desunión de la pulpa, pepa y mucilago del tumbo, para esta operación se usó una licuadora eléctrica.
- **Filtrado.** Se filtró la pulpa obtenida del tumbo, con el propósito de separar el bagazo. Este proceso se desarrolló utilizando como tamiz tela organza.
- **Jugo de tumbo.** Es el resultado de la mezcla de agua más la fruta lista será homogenizada con la sábila.

Figura 5

diagrama de bloques del proceso de elaboración de la bebida.



## **B) OBTENCIÓN DE JUGO DE SÁBILA.**

- **Recepción y selección de la sábila.** Esta operación se desarrolló con el propósito de recepcionar producto primario de buena calidad y esté libre de deterioro, también se seleccionó de forma visual teniendo en cuenta que no presenten daños físicos y extremos libre de pardeamiento.
- **Lavado de sábila.** Se procedió con el lavado utilizando agua tratada con hipoclorito de sodio (0.05%), con el fin de separar suciedad y eliminar los microorganismos patógenos existentes en las superficies de la sábila, utilizando abundante agua para su enjuague.
- **Pelado.** La sábila se peló de forma manual con cuchillo, luego se quitan los extremos y también su cascará para eliminar su aloína.
- **Trozado.** El trozado de la sábila se realizó para reducir el tamaño, de tal forma que facilitó el licuado, para esta operación se utilizó un cuchillo y una tabla de picar.
- **Lavado.** Se somete al lavado de los trozos de la sábila realizado bajo inmersión y chorro con agua hervida a temperatura baja con el propósito de inhibir la aloína de la sábila.
- **Licuado.** El licuado se realizó con la finalidad de obtener gel de sábila, para esta operación se usará una licuadora eléctrica.
- **Filtrado de pulpa.** Se filtró el gel de la sábila, con el propósito de separar el bagazo. En el procedimiento de filtrado se utilizó tamiz de tela organza.
- **Jugo de sábila.** Es el resultado de la mezcla de agua más la pulpa de sábila lista para el mezclado.

### **C) Obtención de la Bebida.**

- **Mezclado.** Se realizó con el fin de homogeneizar los jugos de tumbo y sábila hasta obtener una dilución uniforme en la bebida.
- **Pasteurizado/Agitado.** La dilución de trozos de tumbo con sábila se procedió a pasteurizar a 75°C por un tiempo de 10 min, durante el tiempo de pasteurizado se añadió estabilizante y miel de abeja.
- **Envasado / Sellado.** Después del pasteurizado se procedió el envasado en botellas de vidrio pyrex, antes esterilizados con agua caliente a alta temperatura, inmediatamente se realizó el llenado de la bebida. Se extrae la espuma creando un espacio vacío, inmediatamente se colocó la tapa, el cual se realizará de forma manual.
- **Enfriado.** El enfriado rápido (shok térmico) se realizó con el propósito de lograr un alimento libre de patógenos.
- **Almacenado.** La bebida obtenida se almacenó durante su transporte a la ciudad del Cusco en adoquín adecuado con hielo en los bordes, posteriormente se almacenó en incubadora a temperaturas de estudio (17°C, 27°C y 37°C) para el estudio en laboratorio MC QUIMICALAB y el laboratorio de LAASA LABORATORIO E.I.R.L.

### **2.3.2. DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA.**

La determinación de formulación de la bebida con porcentajes adecuado se usa una combinación de tumbo y sábila, teniendo a un principio como pruebas

preliminares se obtiene diecinueve muestras, de las cuales; se considera seis muestras (F1, F2, F3, F4, F5 y F6), (ver anexo 15), cumpliendo las propiedades que se ajustan a la Norma Técnica Peruana (*NTP 203.110, 2009, (Anexo 10)*). Y *NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS (CODEX STAN 247-2005)*

**Tabla 18.**

*Diseño de mezclas para la formulación preliminar.*

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	75-25	65-35	55-45	45-55	35-65	25-75
I						
II						
III						

Se prepararon las seis pruebas, ajustándolas a los parámetros de pH, acidez y los grados Brix, tomándose en cuenta la NTP, Norma Técnica Peruana. (Anexo 10).

### **2.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA FORMULACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL.**

Para la evaluación de datos experimentales se empleará el diseño de un solo factor categórico en (B.C.A), con 6 tratamientos y con 3 repeticiones, vale decir 18 unidades experimentales, se realizan las pruebas de significancia de análisis de varianzas ANVA y la prueba múltiple de rango Tukey, con ayuda del software statgraphics centurión.

**Tabla 19.***Diseño Experimental para la formulación de la bebida funcional*

Variables Independientes			Variables Dependientes						
Variable	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
Prueba	Tumbo (%)	Sábila (%)	Sabor	Color	Olor	Apariencia general	pH	°Brix	Acidez
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3.1. DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LAS MUESTRAS FORMULADAS.

Para la determinación de las propiedades fisicoquímicas de las muestras formuladas se utilizó los siguientes métodos:

- **Determinación de pH.** - Se calculó de acuerdo a la técnica AOAC 981.12 – ISO 11289: 1993 – Potenciómetro.
- **Determinación de sólidos solubles.** - Se determinó con la técnica AOAC 932.12 – ISO 2173:1978 – Refractometría.
- **Determinación de acidez.** - Se realizó con la técnica AOAC 942.15 (2002).  
Titulometría.

### 2.3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL.

La evaluación sensorial de atributos organolépticos (color, sabor, olor y apariencia general), se realiza con la finalidad de escoger la mejor prueba de las seis muestras y llevar a cabo el estudio de vida útil. La mejor prueba fue aquella que tuvo la puntuación más alta de la suma de los cuatro atributos, que fueron juzgados por un panel de jueces semientrenados. Se brindó a cada panelista una ficha de evaluación sensorial (anexo 9) con las indicaciones precisas y las muestras para ser evaluadas, con una escala hedónica de siete puntos: (1= Me disgusta mucho, 7= Me gusta mucho) como en la Tabla 20.

**Tabla 20.**

*Escala de Calificación Hedónica.*

<b>ESCALA HEDÓNICA</b>		
<b>Descriptor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
Me gusta mucho	7	
Me gusta moderadamente	6	
Me gusta poco	5	
No me gusta ni me disgusta	4	
Me disgusta poco	3	
Me disgusta moderadamente	2	
Me disgusta mucho	1	



### **2.3.5. DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y FUNCIONALES DE LA MUESTRA DE MAYOR PREFERENCIA.**

- **Determinación de Hierro.** - (Método AOAC) (Johnstone Fisher & Hart, 1971).
- **Determinación de Vitamina C.-** (Método AOAC) (Johnstone Fisher & Hart, 1971).
- **Determinación de pH.** - Se calculó de acuerdo a la técnica AOAC 981.12 – ISO 11289: 1993 – Potenciómetro.
- **Determinación de sólidos solubles.** - Se determinó con la técnica AOAC 932.12 – ISO 2173:1978 – Refractometría.
- **Determinación de acidez.** - Se realizó con la técnica AOAC 942.15 (2002).  
Titulometría.

### **2.3.6. METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DE VIDA ÚTIL.**

La metodología para identificar la vida útil del jugo funcional de tumbo y sábila, será a partir de pruebas aceleradas por temperatura de almacenamiento, para lo cual se realizaron muestreos para cada temperatura y los resultados obtenidos se utilizaron para definir la cinética de esta reacción de deterioro. Se deben analizar las cinéticas con sus constantes, con estas velocidades de reacción y el modelo de Arrhenius se determinará además del valor de la energía de activación la identificación de la relación para estimar la vida útil del alimento como una ecuación general es Vida Útil. (García C. G., 2011)

Cuando se homogeneiza un producto alimentario o pasa por un procedimiento de licuado, escaldado, salado, secado, congelado y otros, su estructura interna cambia provocando daños en las membranas, por lo tanto, las paredes de las células pueden romperse y las sustancias que antes estaban apartadas se ponen en contacto generando un desorden en las reacciones que pueden ser: oscurecimiento no enzimático, pérdida y degradación de vitaminas, cambio de coloración, generación de olores, degradación de minerales, reacciones químicas, actividad enzimática. (Garcia, 2011).

### **2.3.7. METODOLOGÍA PARA DURACIÓN CON BASE MICROBIOLÓGICA.**

Se determinó a diferentes ambientes de estudio: 17, 27 y 37°C el período de vida útil de la bebida funcional. La bebida fue pasteurizada a 75°C durante 10 minutos, para determinar su vida útil fue sometido a pruebas aceleradas a las temperaturas ya mencionadas. Para el cálculo de la vida útil se usó el modelo predictivo de Gompertz y la ecuación de Arrhenius. Se realizó un conteo cada día para luego obtener los parámetros a y b; los cuales fueron usados por el modelo matemático de Gompertz.

Modelo Matemático de Gompertz:

$$YA = a * \exp(-\exp(b - c * TA))$$

a = Población de Microorganismo

b y c = Parámetro biológico

YA = Relación de microorganismos

TA = Tiempo

### 2.3.8. METODOLOGÍA PARA DURACIÓN CON BASE A COMPONENTES FUNCIONALES.

La bebida funcional de mayor calificación en los aspectos sensoriales y de aceptación general, es la que se evaluó mediante pruebas aceleradas su vida útil, a temperaturas de almacenamiento de 17, 27 y 37°C; en envases de botella de vidrio, por periodo de estudio de 01 día. Como metodología a utilizar señalamos a la ecuación de Arrhenius. Una de las medidas de esta ecuación es la constante de velocidad de reacción que representa la variación de (k) con respecto a la variación de la temperatura. En su mayoría de reacciones de pérdida de calidad (hierro y vitamina C), el valor de k cambia en función de la temperatura según la ecuación de Arrhenius:

$$K = K_{ref} \exp \left( -\frac{EA}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right)$$

**Donde:**

K = Constante de velocidad de reacción a la temperatura T,

k\_ref=Constante de velocidad de reacción a la temperatura de referencia,

EA = Energía de activación en cal/mol,

R = Constante general de los gases: 1.986 cal/ (mol°K).

T = Temperatura en °K,

Tref = Temperatura de referencia en °K.

La ecuación anterior se puede linealizar mediante la aplicación de logaritmos:

$$\ln(k) = \ln(k_{\text{ref}}) - \frac{EA}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{ref}}} \right) \dots \dots y = mx + b$$

Por lo tanto, al trazar  $\ln(k)$  en función de la inversa de la temperatura absoluta se obtiene una línea recta con una pendiente de  $-E A/R$ .

### 2.3.9. TEMPORALIDAD DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACION DE VIDA ÚTIL (MICROBIOLÓGICO Y DETERIORO DEL HIERRO Y VITAMINA C)

Para la predicción de vida útil se utilizó el modelo matemático de Arrhenius, con la degradación de (hierro y vitamina C) y microbiológico (coliformes, mohos, levaduras y aerobios mesofilos) lo que se resume en la Tabla N°15 Las muestras serán almacenados a diferentes temperaturas (17°C, 27°C y 37°C).

**Tabla 21.**

*Temporalidad de análisis de hierro y vitamina C durante su estudio de vida útil.*

	Temperaturas de estudio					
	17°C	17°C	27°C	27°C	37°C	37°C
Tiempo (días)	Concentración Vit. C (mg / 100ml)	Concentración Fe (ppm)	Concentración Vit. C (mg / 100ml)	Concentración Fe (ppm)	Concentración Vit. C (mg / 100ml)	Concentración Fe (ppm)
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22.**

*Temporalidad de análisis microbiológico durante su estudio de vida útil.*

Temperatura de almacenamiento	Tipo de microorganismo	Días de estudio
17 °C	Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	
	Recuento estandar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	
27 °C	Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	
	Recuento estandar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	
37 °C	Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	
	Recuento estandar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	
	Recuento de Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	

Fuente: Elaboración propia.

Se obtendrán las constantes de velocidad, como se aprecia en la Tabla N° 23 y 24.

**Tabla 23.**

*Constantes de velocidad (K) de degradación de la vitamina C.*

<b>T (°C)</b>	<b>K (h<sup>-1</sup>)</b>
17	K <sub>17</sub>
27	K <sub>27</sub>
37	K <sub>37</sub>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24.**

*Constantes de velocidad (K) de concentración de microorganismos.*

<b>T (°C)</b>	<b>K (h<sup>-1</sup>)</b>
17	K <sub>17</sub>
27	K <sub>27</sub>
37	K <sub>37</sub>

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso de la ecuación de Arrhenius, se extrapolará las constantes de velocidad calculadas a las temperaturas de almacenamiento deseadas. Se fijarán limitantes de aceptación para el hierro, vitamina C y la concentración de microorganismos, se utilizarán las ecuaciones cinéticas, con las que se determinara el tiempo de vida útil de la bebida funcional a 17, 27 y 37°C. El indicador de mayor criterio de decisión lo constituye

el análisis microbiológico y en segundo orden la del componente funcional hierro y vitamina C.

Se determinará el orden de reacción para cada índice químico de calidad (hierro y vitamina C), y el indicador microbiológico, mediante estadísticas de regresión lineal simple, manifestando que siguen una cinética de primer orden:

$$\ln[A] = \ln[A_0] - kt$$

A= Factor de calidad deseable (hierro, vitamina C y concentración de microorganismos).

## **2.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACION.**

### **Variables Independientes.**

- X1: Temperatura a tres niveles (17, 27 y 37°C).
- Tiempo de estudio (análisis). 0, 1, 2, 3, 4 y 5 días.

### **Variables Dependientes.**

- Vitamina C (mg / 100ml)
- Hierro (mg/100ml)
- Coliformes NMP/cm<sup>3</sup>
- Recuento de aerobios mesofilos UFC/cm<sup>3</sup>
- Recuento de Mohos UFC/cm<sup>3</sup>
- Recuento de Levaduras UFC/cm<sup>3</sup>

### **2.4.1. DIAGRAMA DE VARIABLES PARA LA DETERMINACION DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL.**

**Figura 6.**

Diagrama de variables de entrada y variables de salida.

Variables de Entrada

**Temperaturas:**

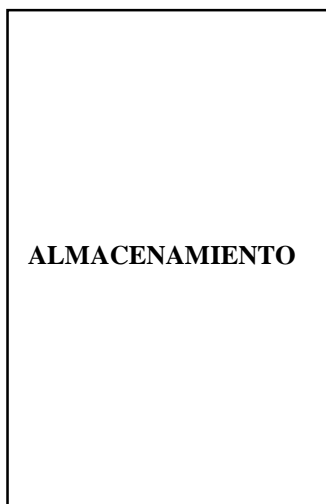
T1: 17 °C

T2: 27 °C

T3: 37 °C

**Tiempos:**

0, 1, 2, 3, 4 y 5 días.



Variables de Salida

**Componentes**

**Funcionales.**

-Vitamina C (Mg/100ml)

-Hierro (Fe) ppm

**Análisis microbiológico.**

- Coliformes

- Aerobios mesófilos

- Recuento de mohos

- Recuento de levaduras

**Características Fisicoquímicas.**

-pH, acidez y °Brix.

**2.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACION DE LA VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL.**

**Tabla 25.**

Diseño experimental para la identificación de vida útil.

Variables de Entrada		Variables de Salida						Evaluación de Vida Útil					
X1		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	día	día	día	día	día	día
N°	Temperatura °C	VC	Fe	M	Mo	L	C	0	1	2	3	4	5
1	17°C												
2	27°C												
3	37°C												

Fuente: Elaboración propia.



### 2.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL POR LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN.

Se presenta un ejemplo de análisis a realizar con el diseño experimental, para el día cero en la determinación de vida útil de la bebida. De este mismo modo se realizará para todos los días de análisis a (0, 1, 2, 3, 4 y 5 días).

**Tabla 26.**

*Diseño experimental para la identificación de vida útil por la condición de conservación.*

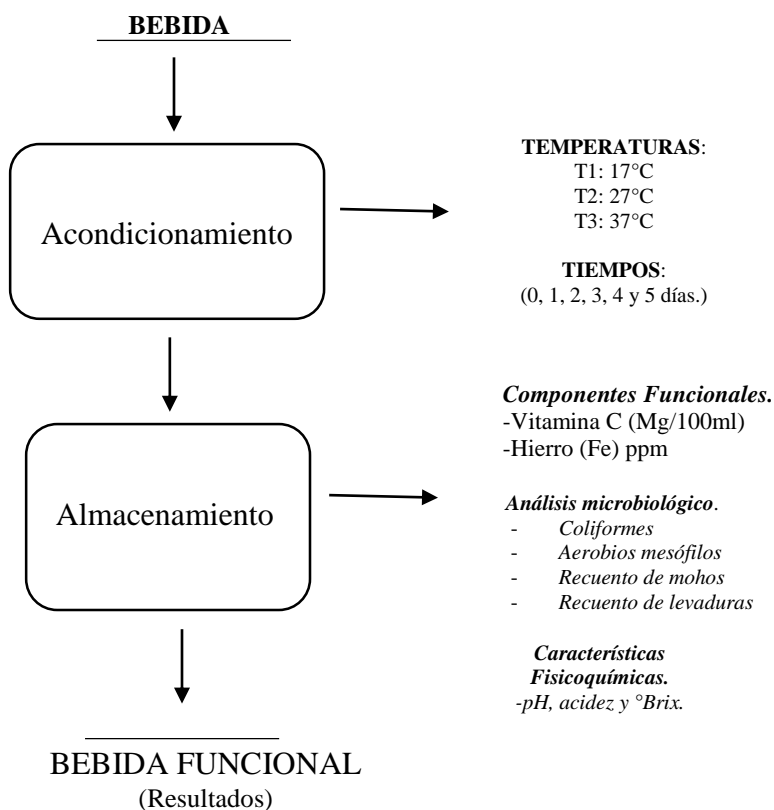
Tiempo (días)	Temperatura 17°C						Temperatura 27°C						Temperatura 37°C					
	VC	Fe	Co	AM	RM	RL	VC	Fe	Co	AM	RM	RL	VC	Fe	Co	AM	RM	RL
0																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		

Fuente: Elaboración propia

## 2.4.4. DIAGRAMA EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL.

**Figura 7.**

*Diagrama de bloques para la determinación de vida útil.*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Acondicionamiento.** La bebida de mayor preferencia se acondicionó a temperaturas de (17°C, 27°C y 37°C) y tiempo (0, 1, 2, 3, 4 y 5 días).

**Almacenamiento.** En esta etapa se realiza análisis fisicoquímicos (°Brix, pH y acidez), funcionales (hierro y vitamina C) y microbiológicos (Coliformes, Aerobios mesófilos, Recuento de mohos y Recuento de levaduras)

**Bebida Funcional (resultados).** El análisis fisicoquímico, microbiológicos y funcional se determina mediante la técnica AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS), y para la predicción de vida útil se aplica el modelo matemático de Arrhenius.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 RESULTADOS PARA LA FORMULACIÓN DE LA BEBIDA.

Para la formulación, de las muestras se utilizó el diseño experimental de un solo factor categórico de bloques aleatorios; con dos factores, seis ensayos y tres repeticiones.

Teniendo como componentes para la prueba, las siguientes: x1= pulpa de tumbo, x2= pulpa de sábila, cuyos resultados se muestran en la tabla 27.

**Tabla 27.**

*Resultados de la formulación sobre características organolépticas y físicas.*

Variable Independiente			Variable dependiente			
Variable	X1	X2	Análisis Sensorial			
Prueba	Tumbo (%)	Sábila (%)	Color	Sabor	Olor	Apariencia general
1	75	25	4.52	4.52	5.19	4.52
2	65	35	4.57	4.86	5.00	4.43
3	55	45	5.19	4.76	4.86	4.90
4	45	55	5.14	5.63	4.86	5.29
5	35	65	4.62	5.38	5.05	5.00
6	25	75	4.38	5.10	5.05	4.86

Nota: Elaboración en base a resultados.

De la tabla 27 se puede observar que la bebida funcional de mayor evaluación sensorial, se ubica en la categoría de “Apariencia general” la cual tiene una puntuación de 5.29, la que representa en términos de la tabla hedónica entre los rangos de me gusta poco a me gusta moderadamente. Esta bebida corresponde a la formulación N°04 que resulta de combinar el 45%

de jugo de Tumbo y 55% de jugo de Sábila, además de los componentes constantes como la miel de abeja (15%), el estabilizante (0.015%) y la spirulina (1 gramo).

Teniendo como componentes para la formulación el jugo de tumbo y de sábila, es preciso evaluar sus características físicas y químicas del jugo, ya que de ellas depende también la aceptación y las propiedades que se ajustan a la Norma Técnica Peruana sobre bebidas funcionales, estas se aprecian en la tabla 28.

**Tabla 28.**

*Resultados de la formulación sobre características organolépticas y físicas.*

Variable Independiente			Variable dependiente			
Variable	X1	X2	Características Físico Químicas			
Prueba	Tumbo (%)	Sábila (%)	Tratamiento	°Brix	pH	Acidez
1	75	25	1	13.5	3.3	0.253
2	65	35	2	13.3	3.3	0.247
3	55	45	3	13.1	3.4	0.241
4	45	55	4	12.8	3.5	0.238
5	35	65	5	12.5	3.6	0.234
6	25	75	6	12.0	3.7	0.230

Nota: Elaboración en base a resultados

De la tabla 28 puede observarse que la concentración de sólidos en la bebida funcional se comporta como un jugo de frutas semiconcentrado, la presencia de sólidos por encima de los 12°Brix hasta 13.5°Brix, indican que se tiene jugos con la presencia de sólidos solubles propios de las frutas en el jugo. Según la (NTP, 2009) Norma Técnica Peruana NTP 203.110.2009 de la Comisión de Normalización y de Fiscalización INDECOPI, en analogía a la Resolución Directoral N°042-2018-INACAL/DN del año 2018 (INACAL, 2018) , que aprueba la NTP 103.001.2018, que a la vez están en concordancia a las normas internacionales ISO 2173.2003 (Fruit juice Determination of soluble solids content Refractometric method) Indican que el contenido regular de sólidos solubles en el jugo de frutas debe ser mayor al 10%, con lo cual se tiene un resultado favorable en cuanto a los °Brix.

### 3.2. RESULTADOS DE DISEÑO ESTADÍSTICO PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS.

#### 3.2.1. RESULTADO PARA SÓLIDOS SOLUBLES

**Tabla 29.**

*Matriz del diseño estadística de sólidos solubles.*

CARACTERÍSTICAS FORMULACION % (T-S)	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
	75-25	65-35	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	572	112	695	615	941	361
I	13.4	13.4	13.2	12.9	12.6	12.1
II	13.6	13.1	13.0	12.7	12.5	12.0
III	13.5	13.3	13.2	12.8	12.5	12.0

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 30.**

*Análisis de varianza para sólidos solubles por formulación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	4.32444	5	0.864889	101.09	0.0000
B:BLOQUE	0.0411111	2	0.0205556	2.40	0.1406
RESIDUOS	0.0855556	10	0.00855556		
TOTAL (CORREGIDO)	4.45111	17			

Fuente: Resultados Stafgraphics

Del análisis del cuadro de cuadro de ANVA se observa, que el valor-P (0.0000) es inferior al nivel de significancia 0.05 esto indica que entre las Formulaciones en estudio existe una diferencia estadística significativa en la composición de los sólidos solubles en la bebida, con una seguridad de 95.0% de nivel de confianza.

**Tabla 31.***Pruebas de múltiple de rangos para solidos solubles por formulación.*

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F6	3	12.0333	0.0534027	X
F5	3	12.5333	0.0534027	X
F4	3	12.8	0.0534027	X
F3	3	13.1333	0.0534027	X
F2	3	13.2667	0.0534027	XX
F1	3	13.5	0.0534027	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F2		0.233333	0.261875
F1 - F3	*	0.366667	0.261875
F1 - F4	*	0.7	0.261875
F1 - F5	*	0.966667	0.261875
F1 - F6	*	1.46667	0.261875
F2 - F3		0.133333	0.261875
F2 - F4	*	0.466667	0.261875
F2 - F5	*	0.733333	0.261875
F2 - F6	*	1.23333	0.261875
F3 - F4	*	0.333333	0.261875
F3 - F5	*	0.6	0.261875
F3 - F6	*	1.1	0.261875
F4 - F5	*	0.266667	0.261875
F4 - F6	*	0.766667	0.261875
F5 - F6	*	0.5	0.261875

\* indica una diferencia significativa.

**PROMEDIOS ORDENADOS.**

F1 = 13.50

F2 = 13.27

F3 = 13.13

F4 = 12.80

F5 = 12.53

F6 = 12.03

**CONTRASTE NIVEL I.**

F1 - F6 13.50 - 12.03 = 1.47 &gt; 0.2818 \*

F1 - F5 13.50 - 12.53 = 0.97 &gt; 0.2818 \*

F1 - F4 13.50 - 12.80 = 0.70 &gt; 0.2818 \*

F1 - F3 13.50 - 13.13 = 0.37 &gt; 0.2818 \*

F1 - F2 13.50 - 13.27 = 0.23 < 0.2818 **NS**

**CONTRASTE NIVEL II.**

F2 - F6 13.27 - 12.03 = 1.23 &gt; 0.2818 \*

F2 - F5	13.27 - 12.53	= 0.73	> 0.2818	*
F2 - F4	13.27 - 12.80	= 0.47	> 0.2818	*
F2 - F3	13.27 - 13.13	= 0.13	< 0.2818	NS

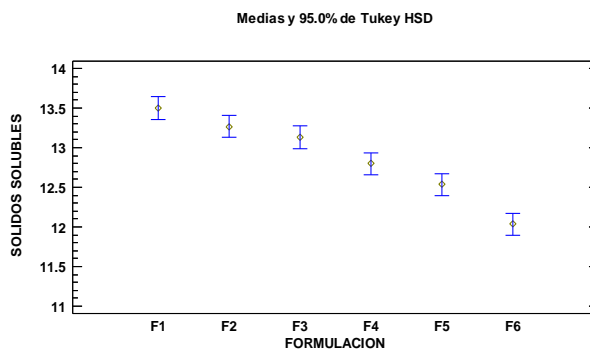
### CONTRASTE NIVEL III.

F3 - F6	13.13 - 12.03	= 1.10	> 0.2818	*
F3 - F5	13.13 - 12.53	= 0.60	> 0.2818	*
F3 - F4	13.13 - 12.80	= 0.33	> 0.2818	*

Por consiguiente, del contraste I, II, III, concluimos que las formulaciones F1, F2, F3, F4 y F5 presentan mayor contenido de sólidos solubles que la formulación F6, asimismo tienen similar contenido de sólidos solubles en las formulaciones (F1-F2), (F2-F3) y (F4-F5).

### Figura 8.

Medias y 95.0% de Tukey HSD para sólidos solubles por Formulación.



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Indicando que la formulación F1 presenta mayor contenido en sólidos solubles frente a las formulaciones F2, F3, F4, F5 y F6, debido a que presenta mayor cantidad de zumo en la bebida.

### 3.2.2. RESULTADO PARA pH DEL PRODUCTO

**Tabla 32.**

*Matriz del diseño estadístico de pH del producto.*

CARACTERISTICAS FORMULACION % (T-S)	MUESTRAS					
	F1 75-25	F2 65-35	F3 55-45	F4 45-55	F5 35-65	F6 25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	3.3	3.2	3.4	3.5	3.7	3.7
II	3.3	3.4	3.4	3.6	3.6	3.7
III	3.3	3.3	3.5	3.5	3.5	3.7

Fuente elaboración propia.

**Tabla 33.**

*Análisis de varianza para pH por formulación*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	0.397778	5	0.0795556	16.27	0.0002
B:BLOQUE	0.00444444	2	0.00222222	0.45	0.6472
RESIDUOS	0.0488889	10	0.00488889		
TOTAL (CORREGIDO)	0.451111	17			

Fuente: Resultados Stafgrafics

Del análisis del cuadro de cuadro de ANVA se observa, que el valor-P (0.0002) es inferior al nivel de significancia 0.05 esto indica que entre las Formulaciones en estudio existe una diferencia estadística significativa en el comportamiento del pH en la bebida, con una seguridad de 95.0% de nivel de confianza.

**Tabla 34.**

*Pruebas de múltiple de rangos para pH por formulaciones.*

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F2	3	3.3	0.0403687	X
F1	3	3.3	0.0403687	X
F3	3	3.43333	0.0403687	XX
F4	3	3.53333	0.0403687	XX
F5	3	3.6	0.0403687	XX
F6	3	3.7	0.0403687	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD



Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F2		0	0.197959
F1 - F3		-0.133333	0.197959
F1 - F4	*	<b>-0.233333</b>	0.197959
F1 - F5	*	<b>-0.3</b>	0.197959
F1 - F6	*	<b>-0.4</b>	0.197959
F2 - F3		-0.133333	0.197959
F2 - F4	*	<b>-0.233333</b>	0.197959
F2 - F5	*	<b>-0.3</b>	0.197959
F2 - F6	*	<b>-0.4</b>	0.197959
F3 - F4		-0.1	0.197959
F3 - F5		-0.166667	0.197959
F3 - F6	*	<b>-0.266667</b>	0.197959
F4 - F5		-0.066667	0.197959
F4 - F6		-0.166667	0.197959
F5 - F6		-0.1	0.197959

\* indica una diferencia significativa.

### PROMEDIOS ORDENADOS.

F6 = 3.70  
 F5 = 3.60  
 F4 = 3.53  
 F3 = 3.43  
 F2 = 3.30  
 F1 = 3.30

### Contraste Nivel I.

F6 - F1 3.70 - 3.30 = 0.40 > 0.1829 \*

F6 - F2 3.70 - 3.30 = 0.40 > 0.1829 \*

F6 - F3 3.70 - 3.43 = 0.27 > 0.1829 \*

F6 - F4 3.70 - 3.53 = 0.17 < 0.1829 **NS**

F6 - F5 3.70 - 3.60 = 0.10 < 0.1829 **NS**

### Contraste Nivel II.

F5 - F1 3.60 - 3.30 = 0.30 > 0.1829 \*

F5 - F2 3.60 - 3.30 = 0.30 > 0.1829 \*

F5 - F3 3.60 - 3.43 = 0.17 < 0.1829 **NS**

F5 - F4 3.60 - 3.53 = 0.07 < 0.1829 **NS**

### Contraste Nivel III.

F4 - F1 3.53 - 3.30 = 0.23 > 0.1829 \*

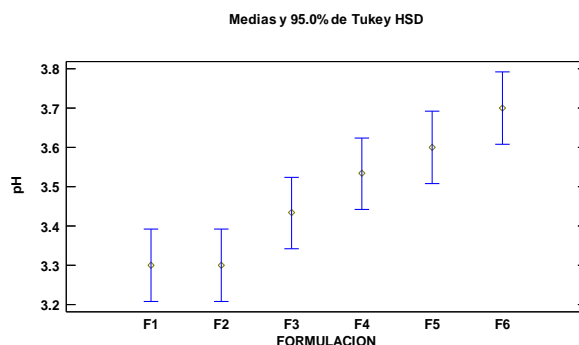
F4 - F2 3.53 - 3.30 = 0.23 > 0.1829 \*

F4 - F3 3.53 - 3.43 = 0.10 < 0.1829 **NS**

Por consiguiente, del contraste I, II y III concluimos que las formulaciones F6, F5 y F4 presenta mayor contenido de pH que las formulaciones F1, F2 y F3.

**Figura 9.**

*Medias y 95.0% de tukey HSD para pH por Formulación.*



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Indicando que la formulación F6 presenta un alto pH que las formulaciones F1, F2 y F3. Esto se debe por que la formulación F6 presenta menor cantidad de zumo en la composición de la bebida.

### 3.2.3. RESULTADO PARA LA ACIDEZ DEL PRODUCTO.

**Tabla 35.**

*Matriz del diseño Estadística para la acidez del producto.*

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	75-25	65-35	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	572	112	695	615	941	361
I	0.253	0.246	0.241	0.238	0.234	0.230
II	0.252	0.248	0.241	0.239	0.235	0.240
III	0.254	0.247	0.241	0.237	0.233	0.220

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 36.***Análisis de varianza para acidez por formulación.*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACIONES	0.0010725	5	0.0002145	13.11	<b>0.0004</b>
B:BLOQUE	0.0000443333	2	0.0000221667	1.35	0.3016
RESIDUOS	0.000163667	10	0.0000163667		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0012805	17			

Fuente: Resultados Stafgraphics

Del análisis del cuadro de cuadro de ANVA se observa, que el valor-P (0.0004) es inferior al nivel de significancia 0.05 esto indica que entre las Formulaciones en estudio existe una diferencia estadística significativa en el comportamiento de la acidez, con una seguridad de 95.0% de nivel de confianza.

**Tabla 37.***Pruebas de múltiple de rangos para Acidez por formulaciones.*

<b>FORMULACIONES</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
F6	3	0.23	0.00233571	X
F5	3	0.234	0.00233571	X
F4	3	0.238	0.00233571	XX
F3	3	0.241	0.00233571	XX
F2	3	0.247	0.00233571	XX
F1	3	0.253	0.00233571	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
F1 - F2		0.006	0.0114538
F1 - F3	*	<b>0.012</b>	0.0114538
F1 - F4	*	<b>0.015</b>	0.0114538
F1 - F5	*	<b>0.019</b>	0.0114538
F1 - F6	*	<b>0.023</b>	0.0114538
F2 - F3		0.006	0.0114538
F2 - F4		0.009	0.0114538
F2 - F5	*	<b>0.013</b>	0.0114538
F2 - F6	*	<b>0.017</b>	0.0114538
F3 - F4		0.003	0.0114538
F3 - F5		0.007	0.0114538
F3 - F6		0.011	0.0114538
F4 - F5		0.004	0.0114538
F4 - F6		0.008	0.0114538
F5 - F6		0.004	0.0114538

\* indica una diferencia significativa.

**PROMEDIOS ORDENADOS.**

F1 = 0.253  
 F2 = 0.247  
 F3 = 0.241  
 F4 = 0.238  
 F5 = 0.234  
 F6 = 0.230

**Contraste Nivel I.**

F1 - F6 0.253 - 0.230 = 0.023 > 0.0114 \*  
 F1 - F5 0.253 - 0.234 = 0.019 > 0.0114 \*  
 F1 - F4 0.253 - 0.238 = 0.015 > 0.0114 \*  
 F1 - F3 0.253 - 0.241 = 0.012 > 0.0114 \*  
 F1 - F2 0.253 - 0.247 = 0.006 < 0.0114 **NS**

**Contraste Nivel II.**

F2 - F6 0.247 - 0.230 = 0.017 > 0.0114 \*  
 F2 - F5 0.247 - 0.234 = 0.013 > 0.0114 \*  
 F2 - F4 0.247 - 0.238 = 0.009 < 0.0114 **NS**  
 F2 - F3 0.247 - 0.241 = 0.006 < 0.0114 **NS**

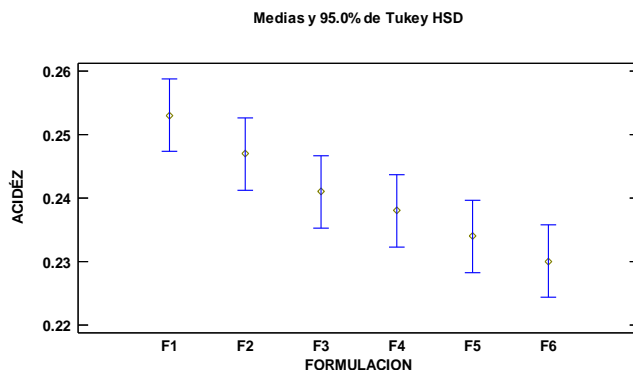
**Contraste Nivel III.**

F3 - F6 0.241 - 0.230 = 0.011 < 0.0114 **NS**  
 F3 - F5 0.241 - 0.234 = 0.007 < 0.0114 **NS**  
 F3 - F4 0.241 - 0.238 = 0.003 < 0.0114 **NS**

Por consiguiente, del contraste I y II concluimos que la formulación F1 presenta mayor contenido de acidez que las formulaciones F3, F4, F5 y F6, asimismo la formulación F1 tiene similar Acidez que la formulación F2.

### Figura 10.

*Medias y 95.0% de Tukey HSD para acidez por Formulación.*



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Indicando que la formulación F1 presenta mayor acidez que las formulaciones F3, F4, F5 y F6. Esto se debe por que la formulación F1 presenta mayor cantidad de tumbo en la bebida.

### 3.2.4. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que se trata de una bebida con características funcionales, esta debe tener el contenido de sólidos solubles en el jugo unido al agua de las frutas, estos sólidos, se relacionan con los grados Brix, según reglamentación internacional queda establecido que las bebidas y jugos de frutas por ejemplo de naranja, manzana y toronja deben contener al menos el 10% de sólidos de la fruta correspondiente (o sea, 10 °Brix); para el jugo de uva el mínimo es de 16 °Brix, en el presente estudio se reportan contenidos de sólidos en grados °Brix de 13.5, 13.3, 13.1, 12.8, 12.5, 12.0 °Brix en correspondencia a 75, 65, 55, 45, 35 y 25% de Jugo de Tumbo serrano.

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.48.07 (RTCA, 2007), en lo referido a las especificaciones de bebidas de frutas, indica como criterio de calidad el contenido de hidrogeniones como medida fisicoquímica un pH menor a 4.5, (AOAC 42.981.12) lo cual es conseguido por los resultados del presente estudio, que están entre 3.3 y 3.7 como pH para las bebidas funcionales de Tumbo y Sábila.

Los resultados de la tabla 28, guardan relación con el reporte de otros investigadores como (De Florio, 2014), que en su estudio de néctar de tumbo reporta una concentración de sólidos solubles a 15°Brix, en el presente estudio se reportan valores menores, También De Florio indica que llegó a un pH de 3.94, lo que es un valor mayor al reportado en el presente estudio.

En el estudio de retención de compuestos funcionales bioactivos en el néctar de tumbo (Encina & Carpio, 2011) reportan que la bebida funcional alcanzó un pH de 2,88; así como la presencia de sólidos en 13 grados Brix en una dilución pulpa: agua de 1:1.

En cuanto a la dilución en el presente estudio se consideró una dilución de: 1:2.5, que es similar a la efectuada por (Rojas, Repo de Carrasco, & Encina, 2017) , pero que es distinta al estudio de (Neyra & Sosa, 2021), donde menciona que el ensayo de mayor aceptación fue la de relación: 1:5.en un néctar de tomate de árbol.

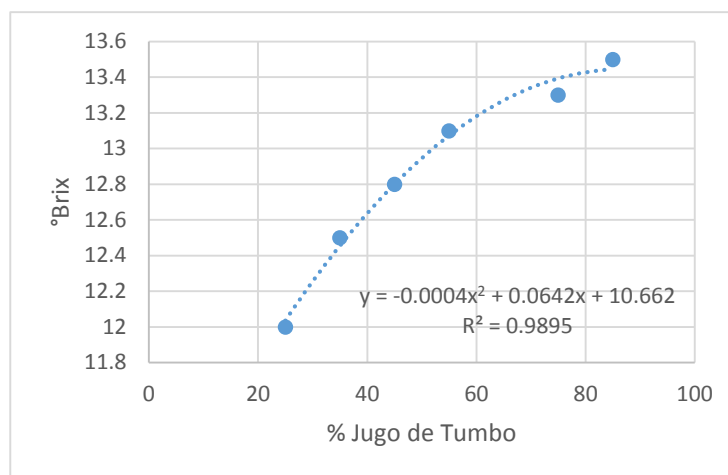
Conforme a los resultados de la tabla 28, se tiene algunas relaciones de proporcionalidad para el contenido de porcentaje de jugo de Tumbo y las características en sólidos solubles °Brix, pH y Acidez. se establecen relaciones que el jugo del tumbo tiene una relación directa con los resultados, quiere decir que los componentes del tumbo actúan directamente en las propiedades de °Brix, pH y Acidez de manera proporcional, vale decir que conforme disminuye la proporción de tumbo en la bebida funcional también descienden dichas propiedades.

Esta relación de proporcionalidad tiene interés ya que también es corroborada por otros autores al indicar que el tumbo tiene elementos que actúan sinérgicamente en su funcionalidad (Alarcon, Blas, Leon, Saavedra, & Zavala, 2020). (Carrillo & Llaiqui, 2020) y (De Florio, Nectar

de Tumbo (*Passiflora molisima* HBK), 2014), estas relaciones fueron llevadas a modelos matemáticos que se aprecian en las figuras 11, 12 y 13.

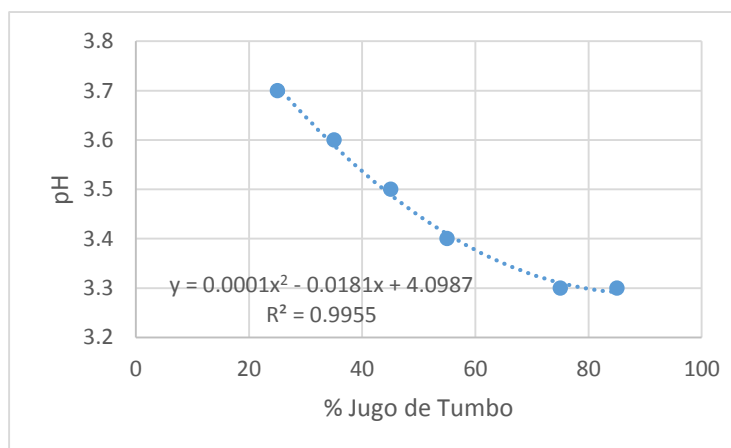
### Figura 11.

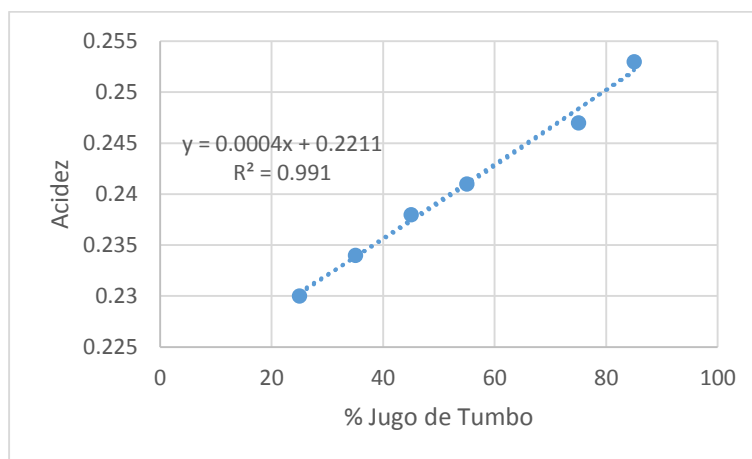
*Relación cuadrática entre Tumbo y °Brix.*



### Figura 12.

*Relación cuadrática entre Tumbo y pH*



**Figura 13.***Relación lineal de Tumbo y Acidez.*

De acuerdo a las figuras 11 y 12 se tienen las relaciones cuadráticas para el incremento de las variables, en el caso de los °Brix con el incremento de acuerdo a como el porcentaje de jugo de tumbo se incrementa a una tasa muy baja; caso contrario ocurre con el comportamiento del pH los compuestos del jugo de tumbo tienden a reducir el pH conformar se incrementa el porcentaje de tumbo, también a una tasa cuadrática mínima. Un modelo matemático lineal es el resultado para la relación entre el porcentaje de tumbo y la acidez total expresada en equivalencia al ácido cítrico esta relación de incremento proporcionado es lineal.

La acidez está en relación directa con la presencia del ácido ascórbico el cual es reportado como 66.7mg/100gr de pulpa comestible conforme a (Collazos, 1996) como compuestos bioactivos el fruto tumbo contiene nutrientes, compuestos bioactivos como el ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno (provitamina A) además de componentes tipo fenólicos que actúan como activadores de las vitaminas. Su efecto de ayuda fisiológica es beneficioso para algunas funciones de los órganos en los tejidos humanos especialmente en la capacidad antioxidante reduciendo el daño oxidativo e incluso la cardiopatía isquémica a entender de (Arroyo, 1998).



### 3.3. RESULTADOS PARA CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DEL PRODUCTO.

#### 3.3.1. RESULTADO PARA COLOR

**Tabla 38.**

*Matriz del diseño Estadístico del color del producto.*

CARACTERISTICAS FORMULACION % (T-S)	MUESTRAS					
	F1 75-25	F2 65-35	F3 55-45	F4 45-55	F5 35-65	F6 25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	4.46	4.53	5.13	5.09	4.58	4.34
II	4.53	4.61	5.28	5.13	4.66	4.38
III	4.57	4.57	5.17	5.20	4.62	4.42

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39.**

*Análisis de varianza para color por formulación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	1.76029	5	0.352059	283.41	0.0000
B:BLOQUE	0.0216444	2	0.0108222	8.71	0.0064
RESIDUOS	0.0124222	10	0.00124222		
TOTAL (CORREGIDO)	1.79436	17			

Fuente: Resultados Stafgrafics

Del análisis del cuadro de varianza se tiene que el valor P es inferior al nivel de significancia de 0.05 esto indica que existe una diferencia estadística significativa en el color entre las formulaciones en estudio, con una probabilidad de 95%. Según la opinión de los jueces, también existe una diferencia significativa entre los bloques con una seguridad de 95% de nivel de confianza.

**Tabla 40.***Pruebas de Múltiple Rangos para color por formulación.*

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F6	3	4.38	0.0203488	X
F1	3	4.52	0.0203488	X
F2	3	4.57	0.0203488	XX
F5	3	4.62	0.0203488	X
F4	3	5.14	0.0203488	X
F3	3	5.19333	0.0203488	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F2		-0.05	0.0997861
F1 - F3	*	-0.673333	0.0997861
F1 - F4	*	-0.62	0.0997861
F1 - F5	*	-0.1	0.0997861
F1 - F6	*	0.14	0.0997861
F2 - F3	*	-0.623333	0.0997861
F2 - F4	*	-0.57	0.0997861
F2 - F5		-0.05	0.0997861
F2 - F6	*	0.19	0.0997861
F3 - F4		0.0533333	0.0997861
F3 - F5	*	0.573333	0.0997861
F3 - F6	*	0.813333	0.0997861
F4 - F5	*	0.52	0.0997861
F4 - F6	*	0.76	0.0997861
F5 - F6	*	0.24	0.0997861

\* indica una diferencia significativa.

**PROMEDIOS ORDENADOS.**

F3 = 5.19

F4 = 5.14

F5 = 4.62

F2 = 4.57

F1 = 4.52

F6 = 4.38

**Contraste Nivel I.**

$$\begin{array}{l}
 \text{F3 - F6 } 5.19 - 4.38 = 0.81 > 0.1461 \quad * \\
 \text{F3 - F1 } 5.19 - 4.52 = 0.67 > 0.1461 \quad * \\
 \text{F3 - F2 } 5.19 - 4.57 = 0.62 > 0.1461 \quad * \\
 \text{F3 - F5 } 5.19 - 4.62 = 0.57 > 0.1461 \quad * \\
 \text{F3 - F4 } 5.19 - 5.14 = 0.05 < 0.1461 \quad \text{NS}
 \end{array}$$

**Contraste Nivel II.**

F4 - F6	5.14 - 4.38	= 0.76	>	0.1461	*
F4 - F1	5.14 - 4.52	= 0.62	>	0.1461	*
F4 - F2	5.14 - 4.57	= 0.57	>	0.1461	*
F4 - F5	5.14 - 4.62	= 0.52	>	0.1461	*

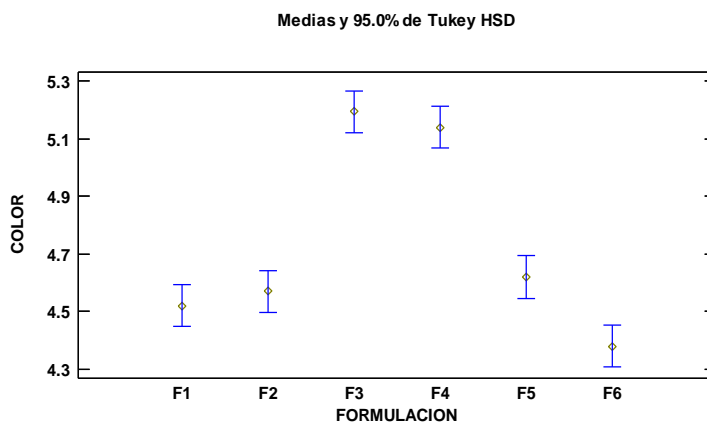
**Contraste Nivel III.**

F5 - F6	4.62 - 4.38	= 0.24	>	0.1461	*
F5 - F1	4.62 - 4.52	= 0.10	<	0.1461	NS
F5 - F2	4.62 - 4.57	= 0.05	<	0.1461	NS

Por consiguiente, del contraste I, II y III concluimos que las formulaciones F3 y F4 son mejor aceptadas que las formulaciones F1, F2, F5 y F6. Así mismo la formulación F5 tiene mejor aceptación frente a la formulación F6.

**Figura 14.**

*Medias y 95.0% de Tukey HSD para aceptación de color.*



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Indicando que la formulación F3 y F4 presentan mejor aceptación en color que las formulaciones F1, F2, F5 y F6, de acuerdo a la evaluación de los jueces.

### 3.3.2. DISEÑO ESTADÍSTICO PARA EL SABOR

**Tabla 41.**

*Matriz del diseño Estadística para el sabor.*

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	75-25	65-35	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
<b>I</b>	4.46	4.82	4.77	5.57	5.37	5.10
<b>II</b>	4.53	4.90	4.75	5.61	5.39	5.12
<b>III</b>	4.57	4.86	4.76	5.71	5.38	5.09

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42.**

*Análisis de varianza para sabor por formulación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	2.54664	5	0.509329	374.81	0.0000
B:BLOQUE	0.00707778	2	0.00353889	2.60	0.1229
RESIDUOS	0.0135889	10	0.00135889		
TOTAL (CORREGIDO)	2.56731	17			

Fuente: Resultados Stafgraphics

Del análisis del cuadro de varianza se tiene que el valor P (0.0000) es inferior al nivel de significancia de 0.05 esto indica que existe una diferencia estadística significativa en el sabor entre las formulaciones en estudio, con una probabilidad de 95%, según la opinión de los jueces.

**Tabla 43.**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por formulación.*

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F1	3	4.52	0.0212829	X
F3	3	4.76	0.0212829	X
F2	3	4.86	0.0212829	X
F6	3	5.10333	0.0212829	X
F5	3	5.38	0.0212829	X
F4	3	5.63	0.0212829	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F2	*	-0.34	0.104367
F1 - F3	*	-0.24	0.104367
F1 - F4	*	-1.11	0.104367
F1 - F5	*	-0.86	0.104367
F1 - F6	*	-0.583333	0.104367
F2 - F3		0.1	0.104367
F2 - F4	*	-0.77	0.104367
F2 - F5	*	-0.52	0.104367
F2 - F6	*	-0.243333	0.104367
F3 - F4	*	-0.87	0.104367
F3 - F5	*	-0.62	0.104367
F3 - F6	*	-0.343333	0.104367
F4 - F5	*	0.25	0.104367
F4 - F6	*	0.526667	0.104367
F5 - F6	*	0.276667	0.104367

\* indica una diferencia significativa.

### PROMEDIOS ORDENADOS.

$$F4 = 5.63$$

$$F5 = 5.38$$

$$F6 = 5.10$$

$$F2 = 4.86$$

$$F3 = 4.76$$

$$F1 = 4.52$$

### Contraste Nivel I.

$$F4 - F1 \quad 5.63 - 4.52 = 1.11 > 0.1138 \quad *$$

$$F4 - F3 \quad 5.63 - 4.76 = 0.87 > 0.1138 \quad *$$

$$F4 - F2 \quad 5.63 - 4.86 = 0.77 > 0.1138 \quad *$$

$$F4 - F6 \quad 5.63 - 5.10 = 0.53 > 0.1138 \quad *$$

$$F4 - F5 \quad 5.63 - 5.38 = 0.25 > 0.1138 \quad *$$

### Contraste Nivel II.

$$F5 - F1 \quad 5.38 - 4.52 = 0.86 > 0.1138 \quad *$$

$$F5 - F3 \quad 5.38 - 4.76 = 0.62 > 0.1138 \quad *$$

$$F5 - F2 \quad 5.38 - 4.86 = 0.52 > 0.1138 \quad *$$

$$F5 - F6 \quad 5.38 - 5.10 = 0.28 > 0.1138 \quad *$$

### Contraste Nivel III.

$$F6 - F1 \quad 5.10 - 4.52 = 0.58 > 0.1138 \quad *$$

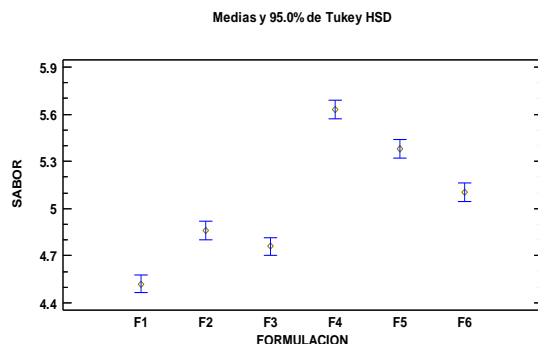
$$F6 - F3 \quad 5.10 - 4.76 = 0.34 > 0.1138 \quad *$$

$$F6 - F2 \quad 5.10 - 4.86 = 0.24 > 0.1138 \quad *$$

Por consiguiente, del contraste I y II concluimos que las formulaciones F4 y F5 son mejor aceptadas que las formulaciones F1, F2, F3 y F6.

### Figura 15.

*Medias y 95.0% de Tukey HSD para aceptación de sabor*



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Indicando que la formulación F4 es mejor aceptada que las formulaciones F1, F2, F3, F5 y F6, de acuerdo a la evaluación de los jueces.

### 3.3.3. DISEÑO ESTADISTICO PARA EL OLOR

#### Tabla 44.

*Matriz del diseño estadística para el olor*

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	75-25	65-35	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	5.19	4.90	4.86	4.87	5.00	5.10
II	5.21	5.10	4.88	4.86	5.00	5.05
III	5.18	5.00	4.85	4.85	5.15	5.00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45.**

*Análisis de varianza para olor por formulación.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACIONES	0.241828	5	0.0483656	12.60	<b>0.0005</b>
B:BLOQUE	0.00274444	2	0.00137222	0.36	0.7080
RESIDUOS	0.0383889	10	0.00383889		
TOTAL (CORREGIDO)	0.282961	17			

Fuente: Resultados Stafgrafics

Del análisis del cuadro de varianza se tiene que el valor P (0.0005) es inferior al nivel de significancia de 0.05 esto indica que existe una diferencia estadística significativa en el olor entre las formulaciones en estudio, con una probabilidad de 95%, según la opinión de los jueces.

**Tabla 46.**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Olor por formulación*

<b>FORMULACIONES</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
F4	3	4.86	0.0357719	X
F3	3	4.86333	0.0357719	X
F2	3	5.0	0.0357719	XX
F6	3	5.05	0.0357719	XX
F5	3	5.05	0.0357719	XX
F1	3	5.19333	0.0357719	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
F1 - F2	*	<b>0.193333</b>	0.175418
F1 - F3	*	<b>0.33</b>	0.175418
F1 - F4	*	<b>0.333333</b>	0.175418
F1 - F5		0.143333	0.175418
F1 - F6		0.143333	0.175418
F2 - F3		0.136667	0.175418
F2 - F4		0.14	0.175418
F2 - F5		-0.05	0.175418
F2 - F6		-0.05	0.175418
F3 - F4		0.00333333	0.175418
F3 - F5	*	<b>-0.186667</b>	0.175418
F3 - F6	*	<b>-0.186667</b>	0.175418
F4 - F5	*	<b>-0.19</b>	0.175418
F4 - F6	*	<b>-0.19</b>	0.175418
F5 - F6		0	0.175418

\* indica una diferencia significativa.

**PROMEDIOS ORDENADOS.**

F1 = 5.19  
 F6 = 5.05  
 F5 = 5.05  
 F2 = 5.00  
 F3 = 4.86  
 F4 = 4.86

**Contraste Nivel I.**

F1 - F4	5.19 - 4.86	=	0.33	>	0.1606	*
F1 - F3	5.19 - 4.86	=	0.33	>	0.1606	*
F1 - F2	5.19 - 5.00	=	0.19	>	0.1606	*
F1 - F5	5.19 - 5.05	=	0.14	<	0.1606	NS
F1 - F6	5.19 - 5.05	=	0.14	<	0.1606	NS

**Contraste Nivel II.**

F6 - F4	5.05 - 4.86	=	0.19	>	0.1606	*
F6 - F3	5.05 - 4.86	=	0.19	>	0.1606	*
F6 - F2	5.05 - 5.00	=	0.05	<	0.1606	NS
F6 - F5	5.05 - 5.05	=	0.00	<	0.1606	NS

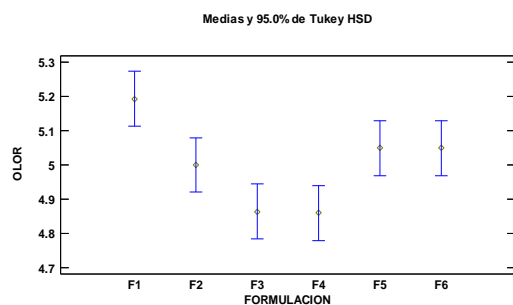
**Contraste Nivel III.**

F5 - F4	5.05 - 4.86	=	0.19	>	0.1606	*
F5 - F3	5.05 - 4.86	=	0.19	>	0.1606	*
F5 - F2	5.05 - 5.00	=	0.05	<	0.1606	NS

Por consiguiente, del contraste I, II y III concluimos que las formulaciones F1, F5 y F6 son mejor aceptadas que las formulaciones F2, F3 y F4.

**Figura 16.**

*Medias y 95% de Tukey tratamientos por sabor.*





La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Se determinó una buena aceptabilidad con referencia al olor en la formulación F1 frente a las demás formulaciones, de acuerdo a la evaluación de los jueces.

### 3.3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO PARA APARIENCIA GENERAL.

**Tabla 47.**

*Matriz del diseño estadística para apariencia general*

CARACTERISTICAS FORMULACION % (T-S)	MUESTRAS					
	F1 75-25	F2 65-35	F3 55-45	F4 45-55	F5 35-65	F6 25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	4.50	4.44	4.91	5.29	5.00	4.86
II	4.54	4.42	4.89	5.31	4.49	4.87
III	4.52	4.42	4.90	5.28	5.51	4.86

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48.**

*Análisis de varianza para apariencia general por formulación.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:FORMULACIONES	1.52483	5	0.304966	6.87	0.0050
B:BLOQUE	0.0784111	2	0.0392056	0.88	0.4432
RESIDUOS	0.443589	10	0.0443589		
TOTAL (CORREGIDO)	2.04683	17			

Fuente: Resultados Stafgrafics

Del análisis del cuadro de varianza se tiene que el valor P (0.0050) es inferior al nivel de significancia de 0.05 esto indica que existe una diferencia estadística significativa en la apariencia general entre las formulaciones en estudio, con una probabilidad de 95% de nivel de confianza, según la opinión de los jueces.

**Tabla 49.***Pruebas de Múltiple Rangos para Apariencia General por formulación*

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F2	3	4.42667	0.121599	X
F1	3	4.52	0.121599	X
F6	3	4.86333	0.121599	XX
F3	3	4.9	0.121599	XX
F5	3	5.0	0.121599	XX
F4	3	5.29333	0.121599	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F2		0.0933333	0.596294
F1 - F3		-0.38	0.596294
F1 - F4	*	<b>-0.773333</b>	0.596294
F1 - F5		-0.48	0.596294
F1 - F6		-0.343333	0.596294
F2 - F3		-0.473333	0.596294
F2 - F4	*	<b>-0.866667</b>	0.596294
F2 - F5		-0.573333	0.596294
F2 - F6		-0.436667	0.596294
F3 - F4		-0.393333	0.596294
F3 - F5		-0.1	0.596294
F3 - F6		0.0366667	0.596294
F4 - F5		0.293333	0.596294
F4 - F6		0.43	0.596294
F5 - F6		0.136667	0.596294

\* indica una diferencia significativa.

**PROMEDIOS ORDENADOS.**

F4 = 5.29

F5 = 5.00

F3 = 4.90

F6 = 4.86

F1 = 4.52

F2 = 4.43

**Contraste Nivel I.**

F4 - F2 5.29 - 4.43 = 0.87 &gt; 0.5721 \*

F4 - F1 5.29 - 4.52 = 0.77 &gt; 0.5721 \*

F4 - F6 5.29 - 4.86 = 0.43 < 0.5721 **NS**F4 - F3 5.29 - 4.90 = 0.39 < 0.5721 **NS**F4 - F5 5.29 - 5.00 = 0.29 < 0.5721 **NS**

**Contraste Nivel II.**

F5	-	F2	5.00	-	4.43	=	0.57	>	0.5721	*
F5	-	F1	5.00	-	4.52	=	0.48	<	0.5721	NS
F5	-	F6	5.00	-	4.86	=	0.14	<	0.5721	NS
F5	-	F3	5.00	-	4.90	=	0.10	<	0.5721	NS

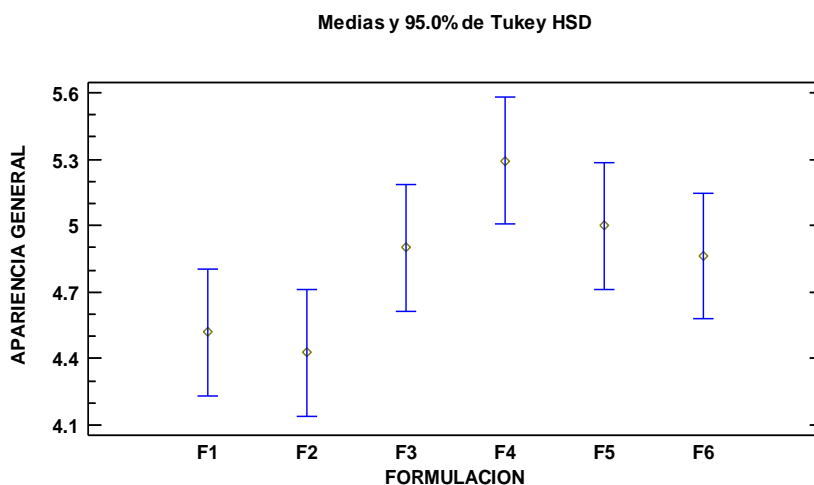
**Contraste Nivel III.**

F3	-	F2	4.90	-	4.43	=	0.47	<	0.5721	NS
F3	-	F1	4.90	-	4.52	=	0.38	<	0.5721	NS
F3	-	F6	4.90	-	4.86	=	0.04	<	0.5721	NS

Por consiguiente, del contraste I y II concluimos que las formulaciones F4 y F5 son mejor aceptadas que las formulaciones F1 y F2.

**Figura 17.**

*Gráfica, medias y 95% Tukey HSD Tratamientos por apariencia general.*



La gráfica correspondiente corrobora los resultados presentados en el cuadro de ANVA y prueba múltiple de rangos de Tukey. Se determinó una buena aceptabilidad con referencia a la apariencia general en la formulación F4, de acuerdo a la evaluación de los jueces.

### 3.3.5. DISCUSIONES

El estudio tiene concordancia con (Llocle & Florez, 2019) sobre el néctar de tumbo, sábila y miel de abeja que reportan la bebida de mayor aceptación con jueces potenciales consumidores el tratamiento de 50% tumbo y 50% sábila y la decisión sobre la apariencia general que concuerda plenamente con el presente estudio. En el estudio de néctar de tumbo y tuna (Rojas F. , 2015), también se usó una evaluación sensorial para determinar el ensayo de mayor aceptación general coincidiendo con el presente estudio.

En la evaluación de la formulación óptima de las seis pruebas con los atributos sensoriales (color, sabor, olor y apariencia general), la prueba de mejor performance con un promedio general por cada atributo sensorial resulto la formulación F4, que contiene 45% de jugo de Tumbo y 55% de jugo de Sábila. El resultado fue a partir del juzgamiento de 21 jueces semientrenados, a lo señalado por (Larmond, 1977).

Los resultados reflejan las intenciones de los jueces, los errores que podrían deberse a causas desde los jueces son mínimos ya que se brindó una charla previa para evitar vicios y tener la seriedad y responsabilidad para el juicio, además de ser conocedores de la enorme responsabilidad científica que sus actos dependen, en argumento análogo a lo señalado por (Grandez, 2008), (Ureña, D'arrigo, & Giron, 1999). La aplicación de esta evaluación sensorial sobre jugos de frutas esta difundido y aceptado como un método para evaluar preferencias y tomar decisiones en la producción de productos innovadores y otros como refiere (Huezo, 2008), (Nicod, 2000).

La evaluación para el jugo de frutas funcional de tumbo y sábila que corresponde a una combinación ligeramente superior para el jugo de sábila en un 10% frente al jugo de tumbo,

corresponde al gusto de sabor de la sábila en sinergia con el del tumbo. Se debe tener en cuenta que la evaluación óptima del ensayo N° 04 corresponde a la naturaleza de bebida funcional y que las percepciones sensoriales justifican el agrado de los jueces y son aceptados por los investigadores (Grandez, 2008). El presente estudio tiene analogía con la metodología de (Chiroque, Dioses, & Masias, 2017), para los atributos sensoriales y fisicoquímicos. Cada investigación con jugos funcionales tiene sus propias características en el caso del presente estudio se tiene analogía con la preferencia de jugo no esperado como en el trabajo que reporta (Rodríguez, 2021), en su estudio de bebida funcional con agua de arroz saborizada con maracuyá y stevia, existen también otros trabajos que consideran a la apariencia general como atributo sensorial que engloba todos los demás atributos y por tanto son fuentes para tomar decisiones, como también refiere (Bazalar & Nazareno, 2020), (Climaco, y otros, 2019).

Los resultados que tienden por el análisis sensorial a una valoración de “gusto moderado”, es análogo al reportado por (Neyra & Sosa, 2021), que en su estudio de un néctar de tumbo con miel de abeja indica que en base a parámetros de la NTP 203.110 (2009); el jugo con relación de pulpa-agua de 1:5, miel de abeja de 15% y estabilizante de 0,10%, fue la de mayor aceptación en cuarenta potenciales consumidores que evaluaron (color, sabor, olor y consistencia) encontrándose en el nivel sensorial “me gusta moderadamente”.

La proporción de tumbo en la bebida funcional garantiza la presencia de los elementos funcionales en analogía al trabajo reportado por (Inocente, 2015) en su trabajo de la bebida funcional de tumbo y sus propiedades antioxidantes. Una proporción análoga al resultado de la prueba sensorial para la bebida funcional es la reportada por (Chiroque, Dioses, & Masias, 2017), que menciona la de mejor resultado en su estudio determinándose la de mejor tratamiento el jugo

con (600 ml de zumo y 600 ml de agua, al 0.01gr de estevia), siendo calificado como bueno y análogo a la formulación en el presente estudio.

De acuerdo a la tabla N° 27 puede distinguirse claramente el ensayo de mayor puntuación corresponde al tratamiento N° 04, que en promedio global tiene mayor puntaje sobre los demás ensayos, así como también se debe mencionar que la de menor puntuación y por ende de agrado es el tratamiento N° 01, que podría ser por presentar mayor acidez.

El resultado de este estudio guarda relación con el estudio sobre una bebida a partir de tumbo andino con linaza para dar funcionalidad a la bebida reportada por (Cordova, 2016), en la cual también se asocia el contenido aproximado a la mitad del jugo de tumbo serrano para la bebida funcional. Otro puntaje que resulta muy favorable por el ensayo N°04 resulta el sabor, característica esta que tiene vital importancia en la aceptación general coincidiendo con los estudios de (Alarcon, Blas, Leon, Saavedra, & Zavala, 2020), que resaltan el sabor propio del tumbo serrano.

En general los atributos sensoriales con el reflejo de las buenas prácticas de manufactura empleados para tener en el producto final los elementos que confieren sus características sensoriales originales y que a la vez aseguran la presencia de compuestos funcionales el presente estudio tiene correspondencia con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.48.07 en lo referido a las especificaciones de bebidas de frutas, donde las características sensoriales de color, olor y sabor son propias de las frutas de que proceden en este caso de Tumbo y la Sábila, esto se logró al ser elaborados en condiciones higiénicas – sanitarias, de acuerdo con el RTCA 67.01.33:06, en lo referente a la industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de

manufactura. Principios generales del reglamento centroamericano de buenas prácticas de manufactura

### 3.4. CONTENIDO DE HIERRO Y VITAMINA C DEL ENSAYO GANADOR EN LA ACEPTABILIDAD

El uso de las pruebas aceleradas de temperatura para evaluar reacciones de degradación o daño son útiles para estimar proyección de vida útil en condiciones más adecuadas, como se pretende en este estudio en analogía al reportado por (García, Chacón, & Molina, 2011) en su estudio sobre vida útil en paste de tomate.

Para la formulación F4, se determinó el contenido de Hierro y vitamina C, teniendo los resultados en la tabla 50.

**Tabla 50.**

*Contenido de Hierro y vitamina C del ensayo ganador en la aceptabilidad.*

<b>Componente</b>	<b>e1</b>	<b>e2</b>	<b>e3</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación</b>
Vitamina C (mg/100ml)	22.0	22.2	22.4	22.2	±0.2
Hierro (ppm)	1.06	1.00	1.08	1.046	±0.0416

Nota: Elaboración en base a resultados (e1, e2, e3: ensayos).

Los resultados de la tabla 50 tiene concordancias y diferencias con otros estudios por ejemplo el reporte de la presente investigación es superior al resultado de (Neyra & Sosa, 2021) que reportan el aporte en vitamina C de 9.90 mg/100ml de néctar de Tumbo enriquecido con miel, este resultado puede ser explicado ya que en el presente estudio, no solo se trata de una proporción de jugo de tumbo sino también de sábila, de tal modo que pudieron alcanzar el resultado de 22.2 mg/100ml de bebida funcional.

Los resultados del estudio son menores a los reportado por (Reaño & Rimarachin, 2015), que en su trabajo con una bebida funcional a base de Noni y Guayaba indican un resultado de

vitamina C como 36.7mg de ácido ascórbico/100ml. También son menores frente al estudio de (Fernandez & Dos Santos, 2011), que obtuvieron cifras de 49 y 120 mg de ácido ascórbico/100ml en néctar de Guayaba.

Los resultados reportados en el presente estudio tienen las diferencias con otros trabajos, estos se dan por las condiciones propias del proceso de elaboración, así como por la innovación del producto al complementar el tumbo con la sábila y mucho más por la adición de miel haciéndola un producto innovador.

### 3.5. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL POR DEGRADACION DE VITAMINA-C.

**Tabla 51.**

*Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 17°C.*

<b>Tiempo (días)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Promedio Vitamina C (mg /100ml)</b>
0	22.2	22.4	22.0	22.2
1	17.3	18.0	17	17.43
2	16.5	17.1	16.2	16.6
3	15.3	14.9	15	15.06
4	14.7	14.7	14.2	14.53
5	14.1	14.3	13.8	14.06
6	13.8	13.0	13.6	13.46
7	13.2	12.7	13.3	13.06

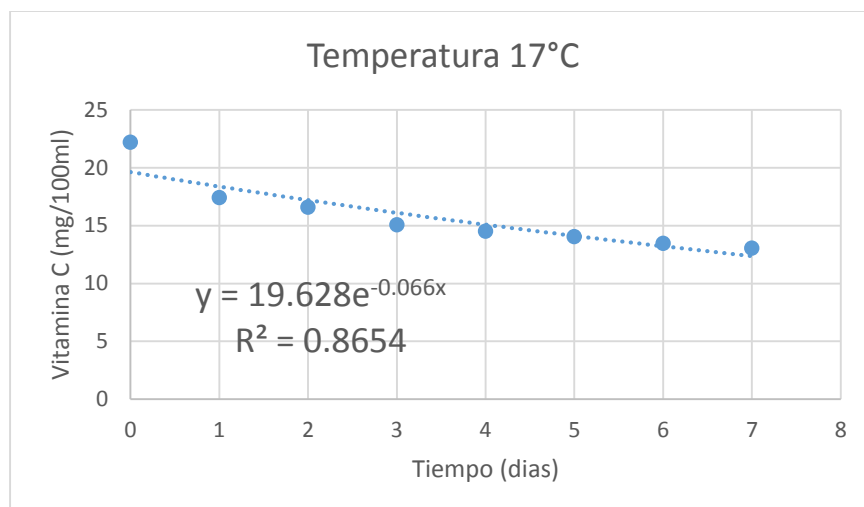
Nota: p1, p2 y p3 repeticiones.

En la tabla 51 se muestran el promedio del contenido de vitamina C en la prueba de análisis de contenido cada día desde el día cero hasta el día siete del estudio. Puede notarse claramente una degradación del componente vitamina C, esta degradación se muestra en las figuras 18, 19 y 20 con modelos exponencial de orden 1, lineal de orden 0 y logaritmo natural de orden 2, respectivamente.

**Figura 18.**

*Representación del modelo exponencial de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio.*

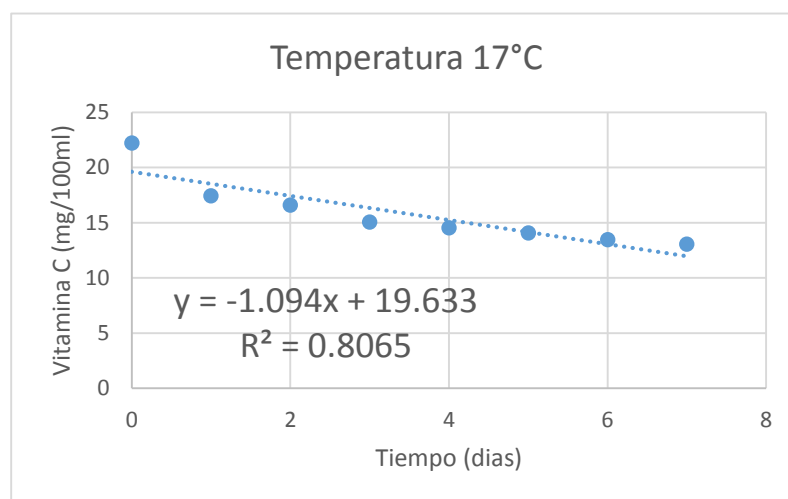




Nota: En base a resultados de la tabla 51.

**Figura 19.**

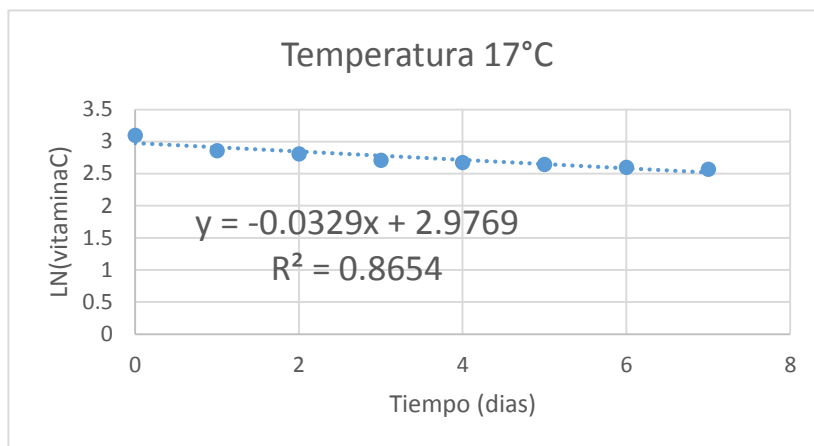
*Representación del modelo lineal de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C.*



Nota: elaborado en base a resultados de la tabla 51.

**Figura 20.**

*Representación del modelo logaritmo natural de orden 2 de la degradación de vitamina C a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio.*



Nota: elaboración en base a la tabla 51.

**Tabla 52.**

*Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 27°C.*

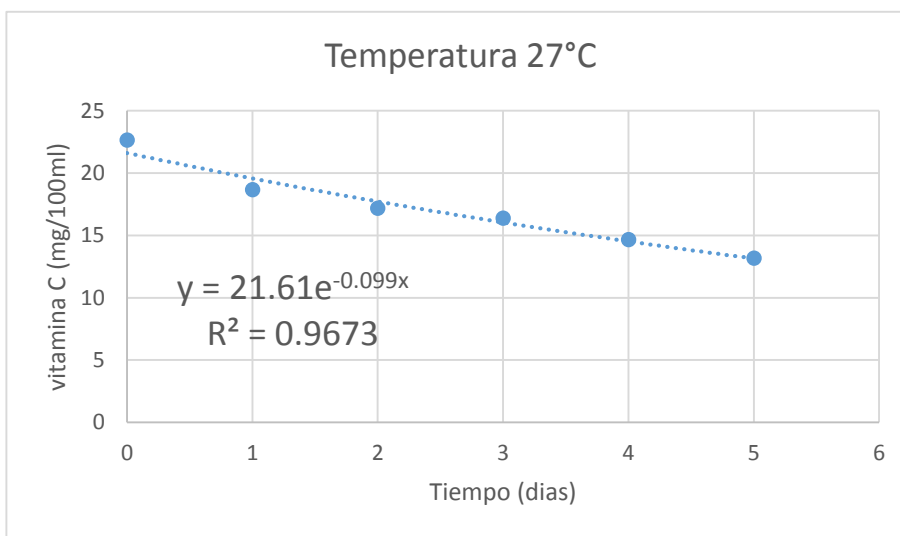
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Vitamina C (mg /100ml)
0	22	22.8	23.1	22.63
1	19	18.0	19.0	18.66
2	17	17.5	17	17.16
3	16	16.2	16.9	16.36
4	15	14	15.0	14.66
5	13	14	12.5	13.16

Nota: elaborado en base a resultados de laboratorio (p1, p2, p3 repeticiones)

En la anterior tabla 52 se distingue una degradación para la temperatura de almacenamiento de 27°C para la bebida funcional en un periodo temporal desde el día cero a cinco días. Dicha degradación es presentada en sus modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente en las figuras 21, 22 y 23.

**Figura 21.**

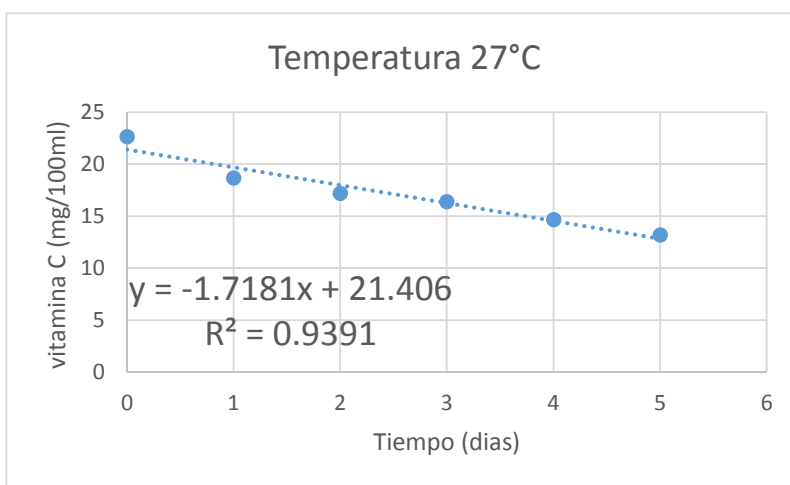
*Modelo exponencial de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días.*



Nota: elaboración propia en base a la tabla 52

**Figura 22.**

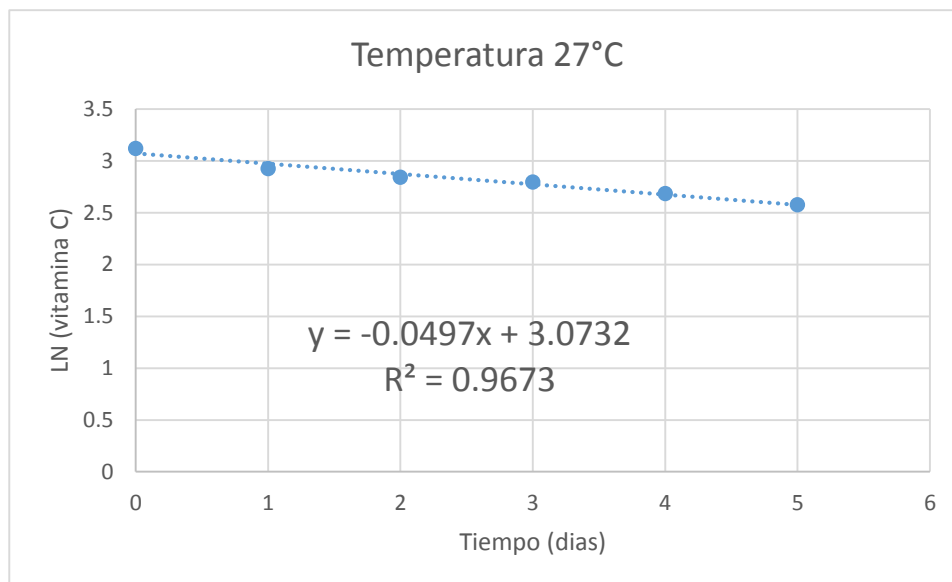
*Modelo lineal de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C.*



Nota: elaboración propia en base a resultados de la tabla 52.

**Figura 23.**

*Modelo logaritmo natural para la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 27°C.*



Nota: elaboración en base a resultados.

**Tabla 53.**

*Concentración de Vitamina-C conforme al tiempo a la temperatura de 37°C.*

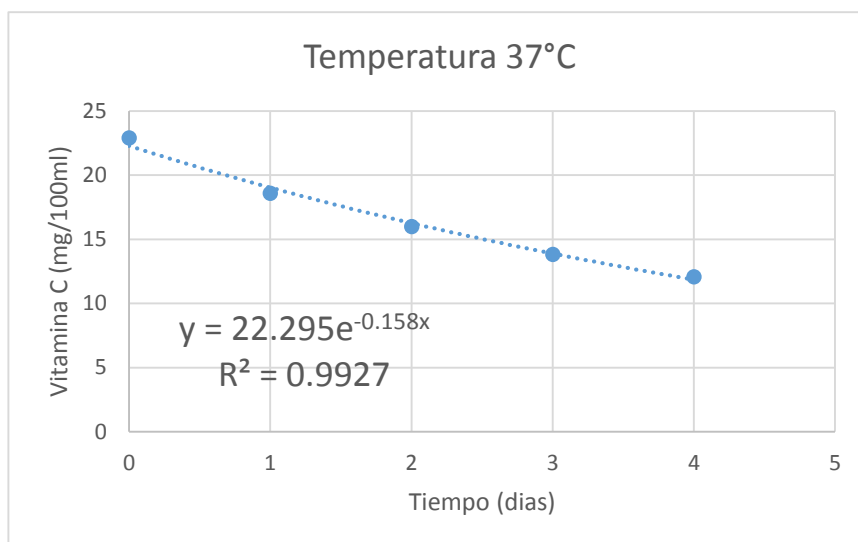
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Vitamina C (mg /100ml)
0	23.0	23.5	22.2	22.9
1	18.8	20	17	18.6
2	16	15	17	16
3	14	14.5	13	13.83
4	12.2	12.0	12	12.06

Nota: elaborado en base a resultados (p1, p2, p3, repeticiones).

De la tabla 53 puede apreciarse que la degradación de la vitamina C es inevitable conforme transcurre el tiempo en este caso fueron a estudio desde el día cero hasta el día cuatro, la degradación se puede apreciar en las figuras 24, 25 y 26 con los modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente.

**Figura 24.**

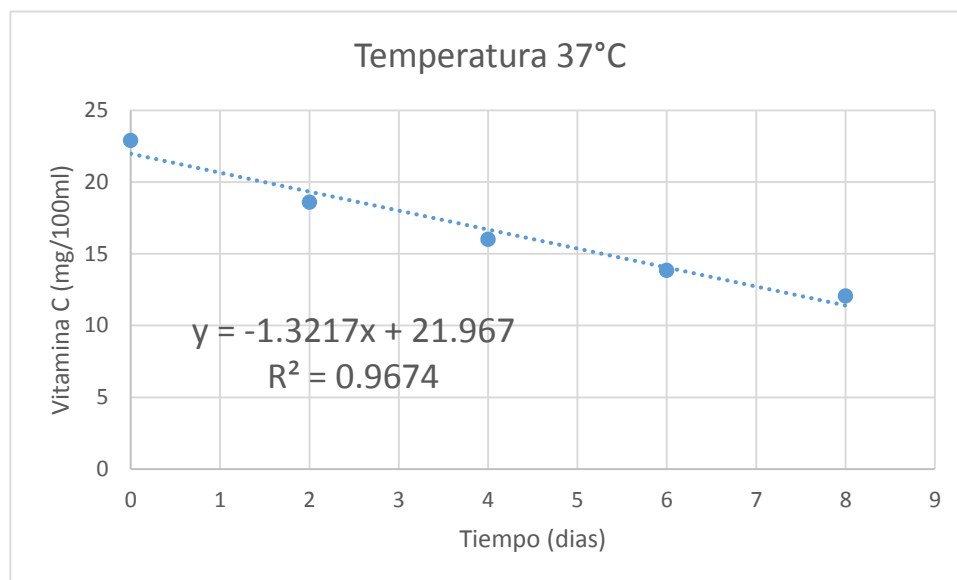
*Modelo exponencial de la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 37°C*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 53.

**Figura 25.**

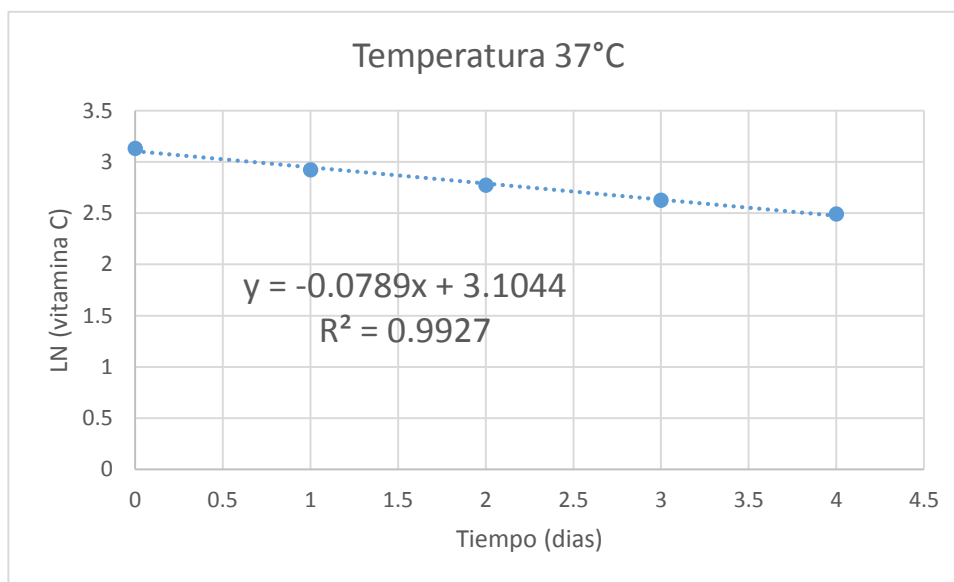
*Modelo lineal de la degradación de la vitamina C en la bebida funcional a 37°C*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 53.

**Figura 26.**

*Modelos logaritmo natural para la bebida funcional a una temperatura de 37°C y la degradación de la vitamina C.*



Nota: elaborado en base a resultados de la tabla 53.

Los resultados muestran los modelos matemáticos de acuerdo a la cinética de reacción lineal de orden 0, exponencial de orden 1 y logaritmo natural de orden 2, esta información es útil para determinar cuál es la cinética de reacción en base a resultados experimentales.

**Tabla 54.**

*Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 51, 52 y 53, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado.*

Temperatura	17°C	27°C	37°C
Reacción Cinética	Coeficiente R <sup>2</sup>	Coeficiente R <sup>2</sup>	Coeficiente R <sup>2</sup>
Lineal (Orden 0)	0.8065	0.9391	0.9674
Exponencial (Orden 1)	0.8654	0.9673	0.9927
LN (Orden 2)	0.8654	0.9673	0.9927

Nota: elaboración en base al resultado de las figuras.

Con referencia a la tabla 54, el estudio muestra que el orden 1 y el orden 2, del modelo exponencial y logaritmo natural tienen similar coeficiente de determinación  $R^2$ , por lo tanto, son semejantes para su decisión. Teniendo en cuenta que dicho coeficiente permite tener confianza en el modelo, se evidencia que ambos son exponenciales y logaritmo natural son mayores que el modelo lineal. El estudio de la degradación de la vitamina C es un aspecto muy difundido para las bebidas tipo néctar y bebidas funcionales y basados en los antecedentes como (Reaño & Rimarachin, 2015), se tomará la cinética de reacción exponencial de orden 1, para el estudio por tener bondades comparativas para el cálculo. Queda determinado que la cinética de reacciones para la degradación de la vitamina C en la bebida funcional de tumbo y sábila es explicada a un grado de confianza de 86.54; 96.73, y 99.27% de confianza por la cinética de primer orden para las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C, respectivamente.

Observando las ecuaciones linealizadas con el logaritmo natural para las temperaturas de 17, 27 y 37°C, se tienen las pendientes de 0.0329 en la figura 20; 0.0497 en la figura 23 y 0.0789 en la figura 26, que respectivamente se asocian a las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C. Estas pendientes de los modelos linealizados corresponden a las constantes de velocidad de degradación de la Vitamina C.

**Tabla 55.**

*Constantes de velocidades de degradación de vitamina C en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento.*

T °C	K (d-1)
17	<b>0.0329</b>
27	<b>0.0497</b>
37	<b>0.0789</b>

Nota: K (constante de velocidad)

Se consideró los siguientes aspectos para realizar la gráfica de Arrhenius, inicialmente considerar la temperatura en escala Kelvin, utilizar la función recíproca de la temperatura y aplicar el logaritmo natural a la constante de velocidad (K).

**Tabla 56.**

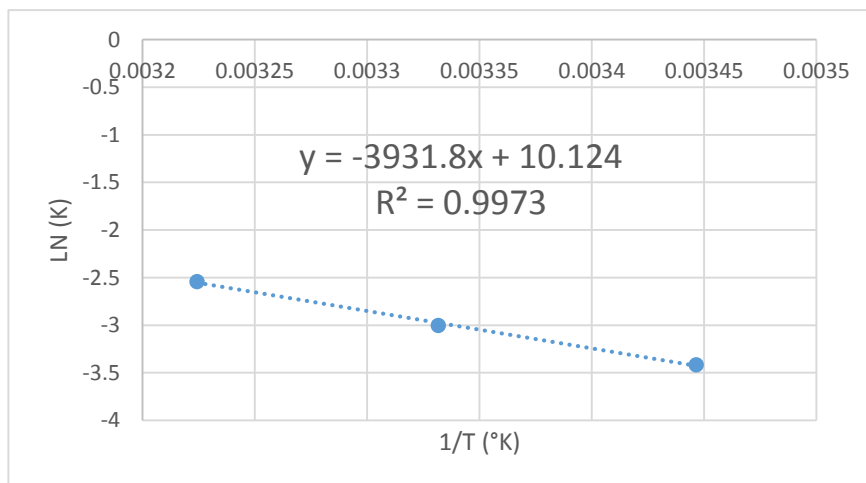
*Inversa de la temperatura (°K) versus el LN de la constante de velocidad (K).*

1/T (°K)	LN (K)
0.003446	-3.4142
0.003331	-3.0017
0.003224	-2.5395

Nota: (°K) grados kelvin

**Figura 27.**

*Linealización para degradación de vitamina C en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius.*



Nota: elaboración en base a resultados.



De acuerdo a la figura 27, la recta brinda elementos para el modelo cinético de reacción, conforme a la ecuación de Arrhenius. La pendiente permite valorar la energía de activación ( $E_a$ ) y el intercepto es válido para el factor pre-exponencial ( $K_0$ ), con lo que tendríamos:

$$E_a = 3931.8 \times R = 3931.8 \times 1.987 = 7812.48 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$K_0 = e^{10.124} = 24934.308$$

Teniendo los valores de Energía de activación ( $E_a$ ) y del factor pre exponencial ( $K_0$ ), se puede determinar las constantes de velocidad ( $K$ ), para cualquier valor de temperatura de almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, con referencia a la degradación de la vitamina C, se calcula las constantes de velocidad ( $K$ ) para las temperaturas de almacenamiento de 10 y 5°C.

$$\ln(k_{10^\circ\text{C}}) = -3931.8 \left( \frac{1}{10 + 273.15} \right) + 10.124 = -3.9385$$

$$(k_{10^\circ\text{C}}) = 0.01947 \text{ d}^{-1}$$

$$\ln(k_{5^\circ\text{C}}) = -3931.8 \left( \frac{1}{5 + 273.15} \right) + 10.124 = -4.0115$$

$$(k_{5^\circ\text{C}}) = 0.18106 \text{ d}^{-1}$$

Determinadas las constantes de velocidad para la temperatura deseada en el almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, puede calcularse el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento, en el presente estudio a 10 y 5°C. Para calcular la vida útil ( $t$ ), se usó la ecuación de la reacción cinética de orden 1, como se muestra en las ecuaciones siguientes:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k [A]^1$$

$$\ln[A] = \ln[A_0] - kt$$

Para proseguir con el cálculo de vida útil, se debe considerar un límite de tolerancia en la degradación de la vitamina C, en los casos de los antecedentes se proponen varios porcentajes de disminución como límite de aceptabilidad tolerable, para el presente estudio se establece que dicho límite de tolerancia para la degradación de la vitamina C, por tratarse de una bebida funcional será de una pérdida del 30% del contenido en vitamina C, en base a las referencias de (Reaño & Rimarachin, 2015), (Altamirano, 2013), (Calsina O, 2016) y otros.

Tenemos el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 10°C.

$$(t_{10^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(22.2) - \ln(6.66)}{0.01947} \right) = 61.34 \text{ dias}$$

Tenemos el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 5°C.

$$(t_{5^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(22.2) - \ln(6.66)}{0.0118106} \right) = 65.99 \text{ dias}$$

### 3.5.1. DISCUSION

Los parámetros en la reacción cinética experimental a partir de los datos de ensayo, muestra para la vitamina C, una energía de activación de 7.8 Kcal/mol, para el rango de 17 a 37°C, este resultado es inferior al reportado por (Reaño & Rimarachin, 2015), que considera una  $E_a = 15.29$  Kcal/mol en néctar de moni y guayaba.

El aporte del estudio con los parámetros de la degradación de vitamina C en un producto mixto de tumbo y sábila es análogo al reportado por (Baldeon, Alcañiz, Masot, & Fuentes, 2015), que menciona las propiedades en los productos mixtos son difíciles de comparar con productos puros y por ello tienen sus propias características que las hacen únicas.

El trabajo tiene analogía con los resultados de (Ordoñez & Yoshioka, 2012), que reportan una energía de activación para la vitamina C de  $E_a=8.13$  Kcal/mol en un rango de 60 a 80°C, considerando de igual modo analogía en el modelo cinético aplicado que fue el de primer orden, se debe considerar que los resultados del estudio no solo pueden brindar información por la vida útil de la bebida funcional de tumbo y sábila por su contenido en vitamina C, sino también como conocimiento para mejorar la estabilidad de dicho componente en bebidas funcionales. Un valor elevado también reporta (Karhan, Aksu, & Tetik, 2004), en pulpa de Rosa canina con un modelo de primer orden y  $E_a$  de 47,50 kcal/mol, en rangos de temperaturas de 70 a 95°C. Necesitando de una comparación por el contenido de ácido en analogía al producto de un jugo de naranja el reporte de (Dhuique, Tbatou, & Carail, 2007), con  $E_a=8,60$  Kcal/mol muy similar al resultado del estudio en un intervalo de 50 a 100°C, así como en otros jugos de frutas como (Torrales & Vendruscolo, 2008), en un jugo de melocotón a 12°Brix con  $E_a=10.86$  Kcal/mol y a 32°Brix  $E_a=11.08$  Kcal/mol en el rango de 70 a 90°C.

Para la evaluación cinética propiamente en el presente estudio se usó la cinética de primer orden ya que tiene el mejor coeficiente de determinación  $R^2$ , con niveles altos de confianza que superan el 92% de confianza en el modelo, este resultado es diferente al de (Quillimamani, 2019), que reporta una cinética de segundo orden con una  $E_a=22.84$  Kcal/mol en un rango de 60 a 80°C. Las constantes de velocidades en la degradación en pulpa de tumbo fueron:  $k_{60} = 0,014$  min<sup>-1</sup>,  $k_{70} = 0,019$  min<sup>-1</sup> y  $k_{80} = 0,023$  min<sup>-1</sup>, frente a  $k_{17} = 0.0329$  día<sup>-1</sup>,  $k_{27} = 0.0497$  día<sup>-1</sup>,

$k_{37}=0.0789$  día<sup>-1</sup>, las diferencias pueden ser asumidas por el tipo de producto ya que uno es bebida funcional en combinación con sábila y la otra pulpa de tumbo.

El producto análogo al del tumbo sería la naranja, en su cinética de degradación se tiene similitud para el primer orden con el trabajo de (Aucayauri, 2011), quien reporta en el zumo de naranja valenciana una energía de activación de 62.97 Kcal/mol a una temperatura de 60 a 90°C estas diferencias son asumidas por la propia composición del producto como bebida funcional al agrupar el tumbo y la sábila, hacen que esta energía de activación para la degradación de la vitamina C sea menor, lo cual es una característica muy propia del producto por que se requiere de una mínima energía de activación para proceder con la degradación, es por eso que el producto es especial y de una corta vida útil por sus elementos funcionales (Vikram, Ramesh, & Prapulla, 2005), (Urraca, 2011), (Toledo, 2011), (Salas, 2019).

El tiempo de vida útil reportado para almacenamiento a 10°C que conserve la vitamina C en un 30% es a 61 días y a 5°C es 65 días, este tiempo tiene analogías y discrepancias con varios estudios, por ejemplo con (Reaño & Rimarachin, 2015), que indican un tiempo de vida útil de 72 días a 4°C y de 21 días a 10°C para su bebida de noni y guayaba al considerar una degradación del 50% de vitamina C. El resultado general de la degradación de vitamina C con el tiempo y la temperatura es también reportado por (Aucayauri, 2011) y (Kuno, 2021), indicando que los modelos cinéticos de primer orden se ajustan a la degradación de vitamina C y que los días de vida útil están en función a muchos factores, destacando la funcionalidad y el público al cual se dirige el producto.

El estudio de (Cubas, 2021) sobre la bebida funcional de yacon y fresa menciona una vida útil de 17 días para producto a temperatura de refrigeración cumpliendo con la normatividad de la

NTS N°071MINSA/DIGESA, como bebida funcional. El estudio de (Contreras & Purisaca, 2018) reporta una vida útil de 15 días para su bebida funcional de yacon y piña en una dilución similar al del estudio 1:2, también menciona que cada producto mixto tiene sus propias características sensoriales y físicas propias. En la bebida funcional de mashua y aguaymanto (Aguirre, 2017), también indica la dificultad de tener antecedentes propios a productos innovadores.

La evaluación de la vida útil en alimentos y bebidas es una práctica común en el lanzamiento de productos el uso de condiciones extremas aceleradas para luego aplicarlas en condiciones óptimas de almacenamiento se usan en distintos productos (Alarcon, Blas, Leon, Saavedra, & Zavala, 2020), (Cordova, 2016), (Badui, 2006), (Cullanco, 2014), en el presente estudio se usó las temperaturas aceleradas de 17, 27 y 37°C para generar degradación en la vitamina C y el Hierro. (Baldizon, Chacon, & Molina, 2011). Reporta una cinética de la reacción de orden cero, con la ecuación de Arrhenius se obtuvo además un valor de la energía de activación de 95.680 Kj/ mol y el modelo de Vida útil=  $10 \exp(4,259-0,053 \cdot T)$ , informando de tiempos de vida útil de 150, 62 y 44 días a 40, 45 y 50°C, respectivamente.

El estudio con temperaturas de aceleración fue usado por (Ancajima, 2020), con la ecuación de Arrhenius determino ( $E_a = 15.6$  kcal/mol y una vida útil de 2,77 años respecto al atributo de textura a 30 °C.

El tiempo de vida útil del presente estudio es muy superior al reportado por (Matute & Echevarria, 2020), que en su estudio sobre una bebida funcional de tomate y cúrcuma indica una vida útil de 13.72 y 5,92 días para 28°C en botella de vidrio y hojalata respectivamente, mientras que 8.37 y 3.02 días para 32°C en vidrio y hojalata respectivamente. En el trabajo de (Porcar, 2016) sobre el estudio de vida útil para zumos de frutas envasadas reporta que el-ascórbico en el

zum de naranja y de piña se oxida por lo que disminuye su concentración en el transcurso del tiempo.

En el estudio de néctar de tumbo y tuna (Rojas F. , 2015) y (Fernandez & Dos Santos, 2011), (Fernandez, 2018), mencionan sobre la degradación de la vitamina C que siguen una cinética de primer orden y la disminución de ácido ascórbico, que concuerda con el presente estudio. Los tiempos de vida útil en referencia a la degradación de vida útil de vitamina C en la bebida funcional a 5°C que es de 65 días es muy superior al reportado por (Contreras & Purisaca, 2018) que en su bebida funcional de yacon y piña basan su calidad en la funcionalidad de a vitamina C tiene un resultado de vida útil de 15 días a 10°C.

En el mejoramiento de la vida útil del emoliente peruano (De Florio, Lanchipa, & Matos, 2018) reportan la calidad en numeración de microorganismos heterotróficos la decisión de inocuidad en analogía al presente estudio, reportando una vida útil de la bebida en 114 días a una temperatura de 22°C, se utilizó el análisis sensorial para determinar este tiempo de vida útil.

La degradación de vitamina C en la bebida funciona de jugo de remolacha y miel de abeja es reportada por (Sanchez & Cortez, 2015), reporta una cinética de primer orden con una  $E_a=24.023$  Kcal/mol, determinándose un tiempo de vida útil de 197 y 178 días con el modelo de primer orden de Arrhenius con pruebas físicas y sensoriales a 4°C.

### **3.6. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL POR DEGRADACION DE HIERRO.**

#### **Tabla 57.**

*Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 17°C.*

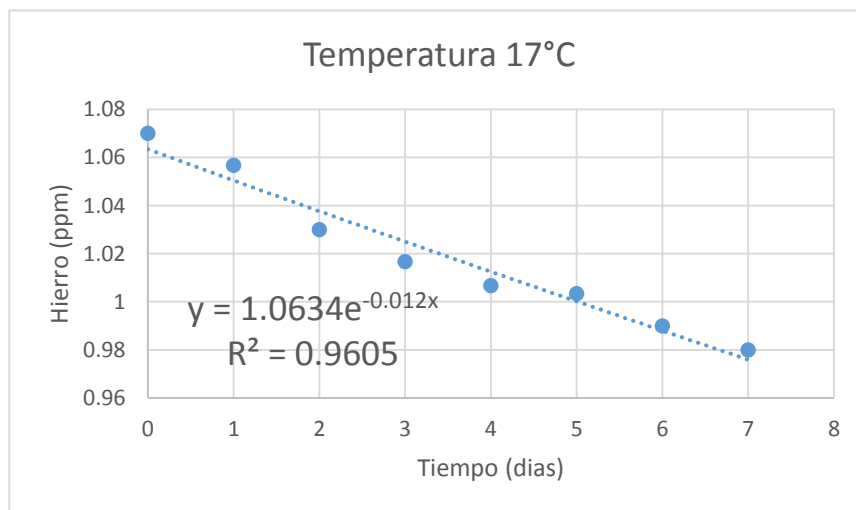
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Hierro (ppm)
0	1.08	1.04	1.09	1.07
1	1.06	1.03	1.08	1.05
2	1.04	1.02	1.03	1.03
3	1.02	1.02	1.01	1.01
4	1.02	1.00	1.00	1.006
5	1.01	1.00	1.00	1.003
6	1.01	0.97	0.99	0.99
7	1.00	0.96	0.98	0.98

Nota: p1, p2 y p3 repeticiones.

En la tabla 57 se muestran el promedio del contenido de Hierro (ppm) en la prueba de análisis de contenido cada día desde el día cero hasta el día siete del estudio. Puede notarse claramente una degradación del componente Hierro, esta degradación se muestra en las figuras 28, 29 y 30 con modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente.

### Figura 28.

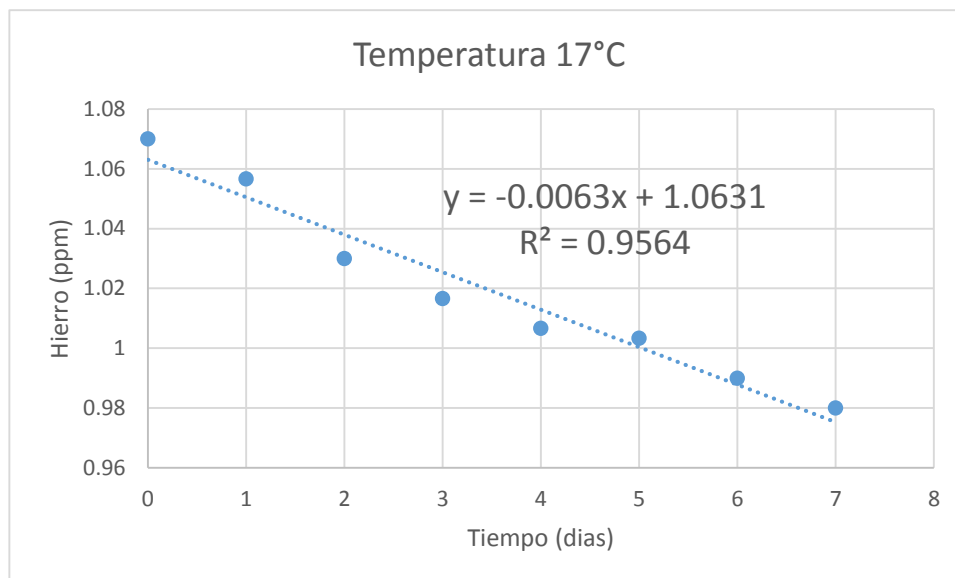
*Representación del modelo exponencial de la degradación de Hierro a la temperatura de 17°C, durante los siete días de estudio.*



Nota: En base a resultados de la tabla 57.

**Figura 29.**

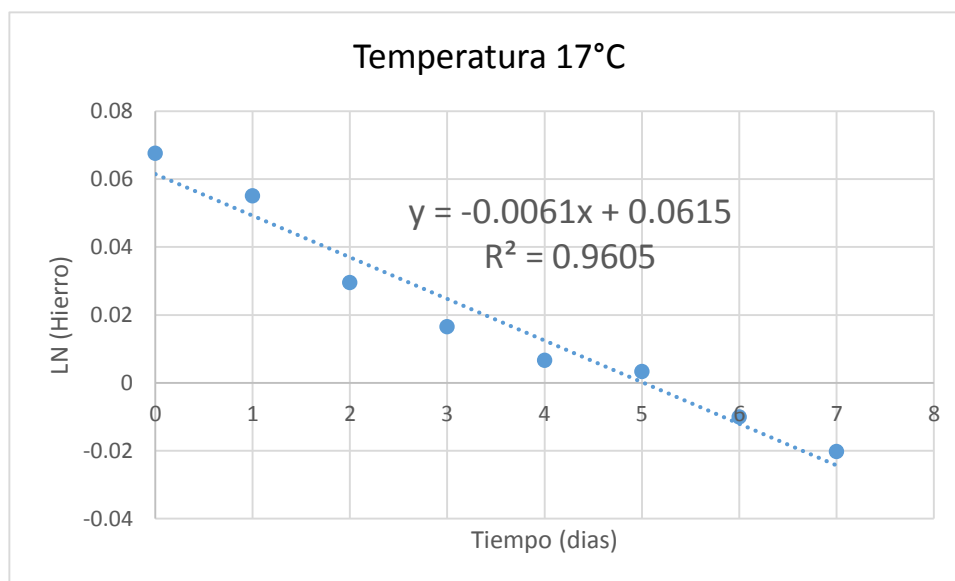
*Representación del modelo lineal de la degradación de Hierro a la temperatura de 17°C*



Nota: elaborado en base a resultados de la tabla 57.

**Figura 30.**

*Degradación del Hierro a 17°C con el modelo logaritmo natural.*



Nota: elaboración en base a resultados.



**Tabla 58.**

*Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 27°C.*

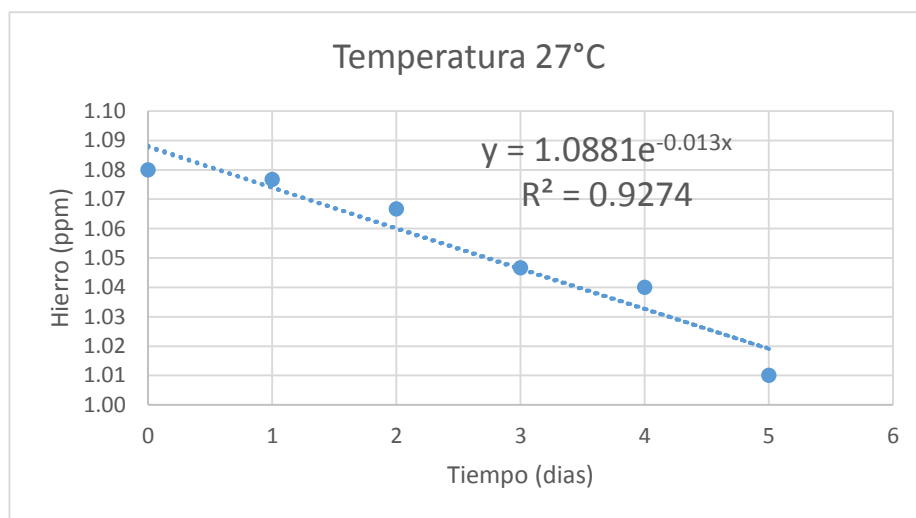
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Hierro (ppm)
0	1.08	1.09	1.07	1.08
1	1.08	1.08	1.07	1.08
2	1.08	1.06	1.06	1.07
3	1.05	1.03	1.06	1.05
4	1.04	1.02	1.06	1.04
5	1.02	1.00	1.01	1.01

Nota: elaborado en base a resultados de laboratorio (p1, p2, p3 repeticiones)

En la anterior tabla 58 se distingue una degradación para la temperatura de almacenamiento de 27°C para la bebida funcional en un periodo temporal de cero a cinco días. Dicha degradación es presentada en sus modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente en las figuras 31, 32 y 33.

**Figura 31.**

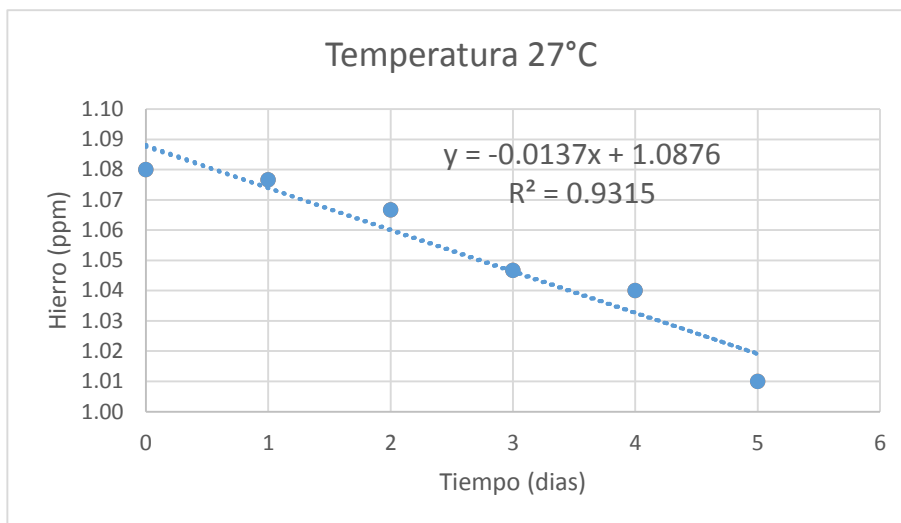
*Modelo exponencial de la degradación de vitamina C en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días.*



Nota: elaboración propia en base a la tabla 58.

**Figura 32.**

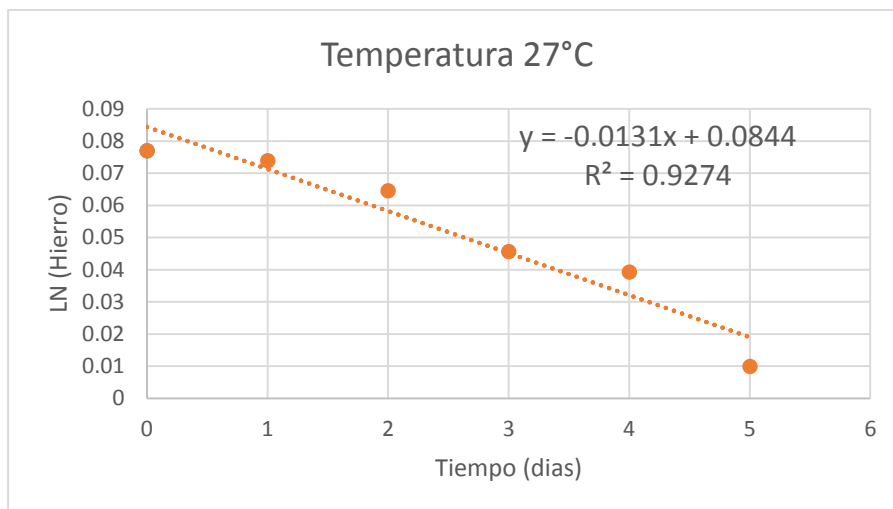
*Modelo lineal de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 27°C.*



Nota: elaboración propia en base a resultados de la tabla 58.

**Figura 33.**

*Modelo logaritmo natural de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, durante cinco días.*



Nota: elaboración en base a resultados

**Tabla 59.**

*Concentración de Hierro conforme al tiempo a la temperatura de 37°C.*

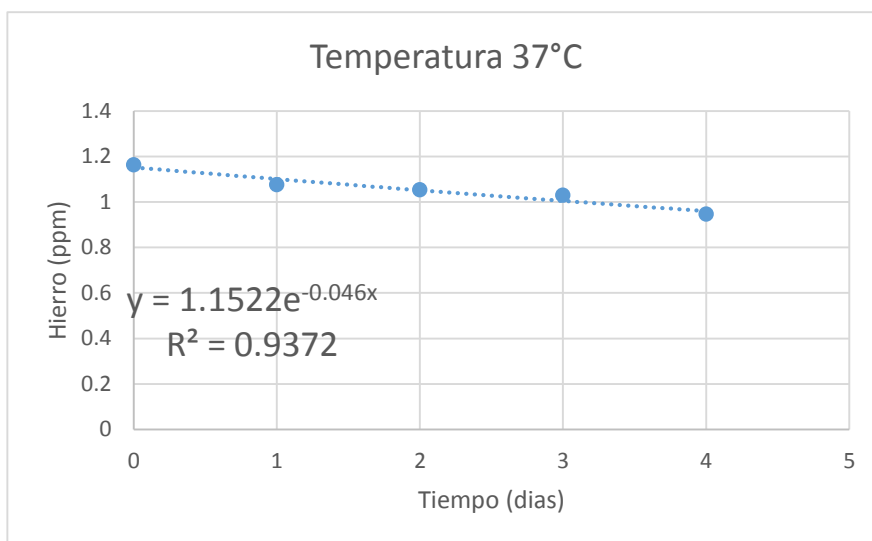
<b>Tiempo (días)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Promedio Hierro (ppm)</b>
0	1.2	1.20	1.09	1.16
1	1.07	1.10	1.06	1.07
2	1.06	1.08	1.02	1.05
3	1.01	1.08	1.00	1.03
4	0.99	0.89	0.96	0.94

Nota: elaborado en base a resultados (p1, p2, p3, repeticiones).

De la tabla 59 puede apreciarse que la degradación del Hierro es inevitable conforme transcurre el tiempo en este caso fueron a estudio desde el día cero hasta el día cuatro del estudio, la degradación se puede apreciar en las figuras 34, 35 y 36 con los modelos exponencial y lineal respectivamente.

**Figura 34.**

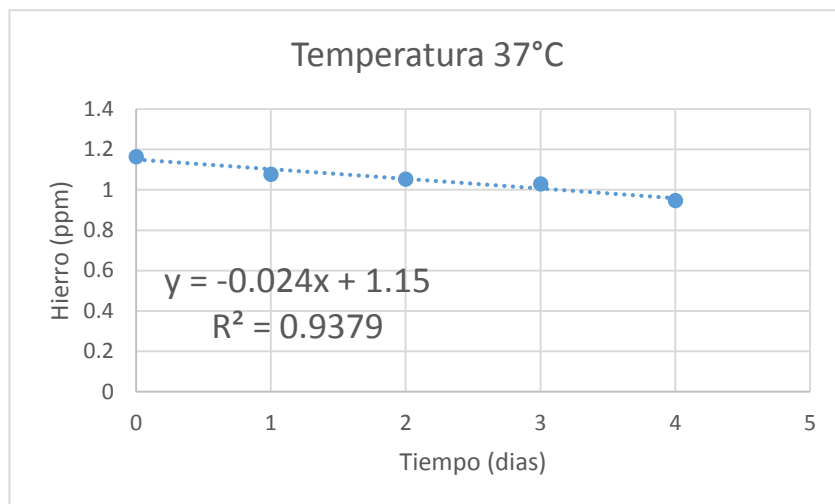
*Modelo exponencial de la degradación del Hierro en la bebida funcional a 37°C.*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 59.

**Figura 35.**

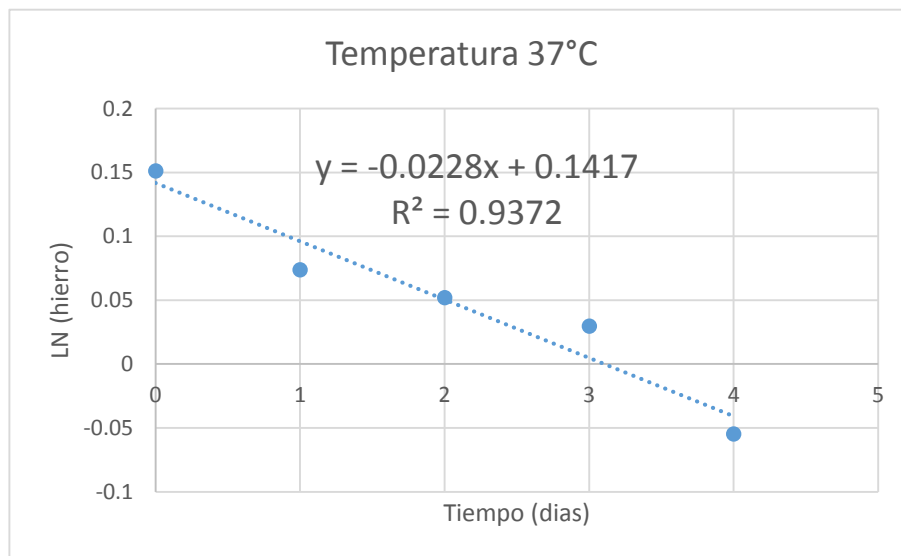
*Modelo lineal de la degradación del Hierro en la bebida funcional a 37°C.*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 59.

**Figura 36.**

*Modelo logaritmo natural de la degradación de Hierro en la bebida funcional a la temperatura de 37°C, durante cuatro días.*



Nota: elaborado en base a resultados.

**Tabla 60.**

*Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 57, 58 y 59, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado.*

<b>Temperatura</b>	<b>17°C</b>	<b>27°C</b>	<b>37°C</b>
<b>Reacción Cinética</b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>
Lineal (Orden 0)	0.9564	0.9315	0.9379
Exponencial (Orden 1)	0.9605	0.9274	0.9372
LN (Orden 2)	0.9605	0.9274	0.9372

Nota: elaboración en base al resultado de las figuras.

Con la observación y análisis de la tabla 60, el estudio muestra que el primer orden y segundo orden, del modelo exponencial y logaritmo natural tienen igual coeficiente de determinación R<sup>2</sup>, por lo tanto, son semejantes para su decisión. Teniendo en cuenta que dicho coeficiente permite tener confianza en el modelo, se evidencia que ambos exponencial y logaritmo natural son mayores que el modelo lineal. El estudio de la degradación de Hierro tiene antecedentes en bebidas y otros alimentos en base a ellos se tomó para el estudio por tener bondades comparativas para el cálculo. Queda determinado que la cinética de reacciones para la degradación del Hierro en la bebida funcional de tumbo y sábila es explicada a un grado de confianza de 96.05; 92.74; y 93.72% de confianza por la cinética de primer orden para las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C, respectivamente.

Para proceder con los cálculos se debe observar las ecuaciones linealizadas con el modelo de LN, para las temperaturas aceleradas de conservación de 17, 27 y 37°C, en las que se registran las pendientes de -0.0061 en la figura 30; -0.0131 en la figura 33 y finalmente -0.0228 de la figura 36.

**Tabla 61.**

*Constantes de velocidades de degradación de Hierro en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento.*

<b>T °C</b>	<b>K (d<sup>-1</sup>)</b>
17	0.0061
27	0.0131
37	0.0228

Nota: K (constante de velocidad)

Se consideró los siguientes aspectos para realizar la gráfica de Arrhenius, inicialmente considerar la temperatura en escala Kelvin, utilizar la función recíproca de la temperatura y aplicar el logaritmo natural a la constante de velocidad (K).

**Tabla 62.**

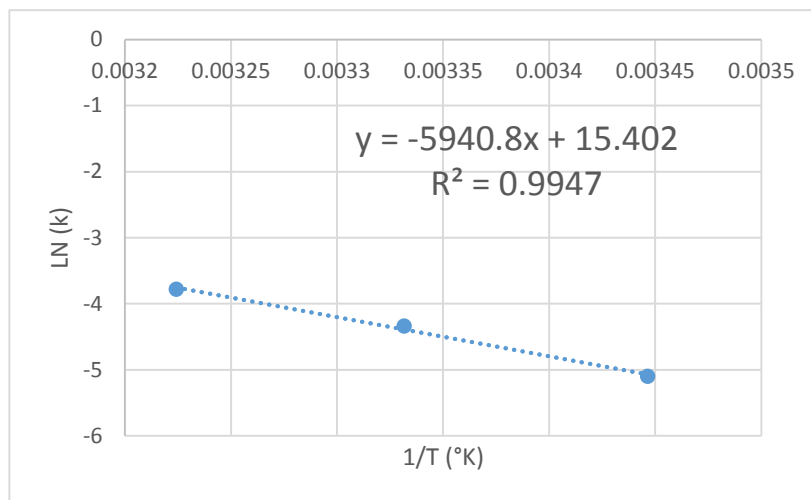
*Inversa de la temperatura (°K) versus el LN de la constante de velocidad (K).*

<b>1/T (°K)</b>	<b>LN (K)</b>
0.003446	-5.099466
0.003331	- 4.335143
0.003224	-3.780994

Nota: (°K) grados kelvin

**Figura 37.**

*Linealización para degradación de Hierro en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius.*



Nota: elaboración en base a resultados.

De acuerdo a la figura 37, la recta brinda elementos para el modelo cinético de reacción, conforme a la ecuación de Arrhenius. La pendiente permite valorar la energía de activación ( $E_a$ ) y el intercepto es válido para el factor pre-exponencial ( $K_0$ ), con lo que tendríamos:

$$E_a = 5940.8 \times R = 5940.8 \times 1.987 = 11804.37 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$K_0 = e^{15.402} = 4886564.2$$

Teniendo los valores de Energía de activación ( $E_a$ ) y del factor pre exponencial ( $K_0$ ), se puede determinar las constantes de velocidad ( $K$ ), para cualquier valor de temperatura de almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, con referencia a la degradación del Hierro se calcula las constantes de velocidad ( $K$ ) para las temperaturas de almacenamiento de 10 y 5°C.

$$\ln(k_{10^\circ\text{C}}) = -5940.8 \left( \frac{1}{10+273.15} \right) + 15.402 = -5.5791$$

$$(k_{10^{\circ}C}) = 0.00377 d^{-1}$$

$$\ln(k_{5^{\circ}C}) = -5940.8 \left( \frac{1}{5 + 273.15} \right) + 15.402 = -5.9562$$

$$(k_{5^{\circ}C}) = 0.002589 d^{-1}$$

Determinadas las constantes de velocidad para la temperatura deseada en el almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, puede calcularse el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento, en el presente estudio a 10 y 5°C. Para calcular la vida útil (t), se usa la ecuación de la reacción cinética de orden 1, como se muestra en las ecuaciones siguientes:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k [A]^1$$

$$\ln[A] = \ln[A_0] - kt$$

Para proseguir con el cálculo de vida útil, se debe considerar un límite de tolerancia en la degradación del Hierro, en los casos de los antecedentes se proponen varios porcentajes de disminución como límite de aceptabilidad tolerable, para el presente estudio se establece que dicho límite de tolerancia para la degradación del Hierro, por tratarse de una bebida funcional será de una pérdida del 30% del contenido en Hierro en base a las referencias de (Reaño & Rimarachin, 2015), (Altamirano, 2013), (Calsina O, 2016) y otros.

Tenemos el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 10°C.

$$(t_{10^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(1.046) - \ln(0.3138)}{0.00377} \right) = 318 \text{ dias}$$



Tenemos el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 5°C.

$$(t_{5^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(1.046) - \ln(0.3138)}{0.002589} \right) = 464 \text{ dias}$$

## DISCUSION

En el estudio se reporta una vida útil para la degradación del Hierro al 30%, de 318 para 10°C y de 464 para 5°C, en base a las constantes de velocidad de las temperaturas aceleradas de 17, 27 y 37 °C, realizándose el cálculo de la energía de activación como  $E_a=11.804$  Kcal/mol y las constantes de 0.0061, 0.0131 y 0.0228 para 17, 27 y 37°C respectivamente, en todos los casos por una cinética de primer orden. En analogía al presente estudio (Matute & Echevarria, 2020), reporta en bebida funcional de tomate y cúrcuma la degradación del contenido de ion  $Fe^{2+}$ , la capacidad antioxidante fue de 1187,0 y 1765,3  $\mu M Fe^{2+}$ , para el envase en vidrio, mientras que para el enlatado una capacidad antioxidante de 1169.5 y 1485.8 3  $\mu M Fe^{2+}$ .

El comportamiento del Hierro en el estudio es su descenso leve, mientras que (Matute & Echevarria, 2020) reporta un incremento leve conforme transcurre el tiempo y se eleva la temperatura. La importancia del análisis del Hierro en la bebida funcional, justamente para verificar su contenido y posterior bioactividad es análogo al estudio de (Toxqui, De Piero, Coutois, & Bastida, 2010), que resalta la capacidad que tiene el hierro en ceder y dar electrones, pudiendo catalizar reacciones, mediante los radicales libres e incrementar el estrés oxidativo.

No existe muchos estudios sobre la degradación del hierro en bebidas funcionales, pero la literatura especializada refiere la importancia funcional de este elemento a la vez que indican que el hierro presente en bebidas tiene una acción sinérgica junto a otros ácidos y en forma líquida según (Pizarro, Olivares, & Kain, 2005). De acuerdo a la naturaleza de la bebida funcional son

particulares sus propiedades como en la bebida funcional de borrojo (*Borojoa pationa Cuateec*) de (Salamanca, Osorio, & Montoya, 2010) que coinciden con el estudio en el enfoque suigeneris de la funcionalidad.

los resultados de vida útil a 10 y 5°C de 318 y 464 días, basados en la actividad degradativa del Hierro, son muy superiores a el reporte de vida útil en la bebida de noni y guayaba que a 4°C indican 72 días de vida útil basados en la degradación del 50% de la vitamina C. (Reaño & Rimarachin, 2015).

### 3.7. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL POR NUMERACION DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS UFC/ml

**Tabla 63.**

*Numero de microorganismos aerobios mesofilos conforme al tiempo a la temperatura de 17°C.*

Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Microorganismos (UFC/ml)
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	1	0	0.33
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	3	2	1	2

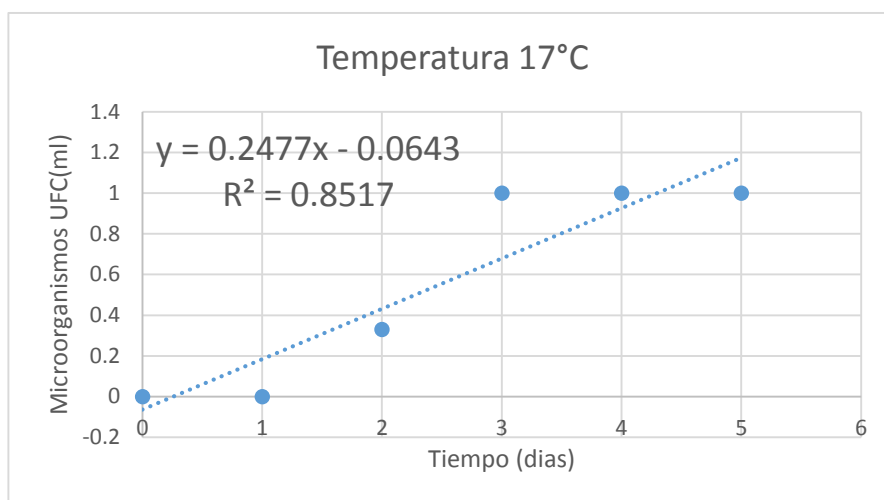
Nota: p1, p2 y p3 repeticiones.

En la tabla 63 se muestran el promedio del incremento de numero de microorganismos aerobios mesofilos UFC/ml en la prueba de análisis de contenido diariamente desde el día cero hasta el día cinco del estudio. Puede notarse claramente un incremento de aerobios mesofilos, este incremento se muestra en las figuras 38 con el modelo lineal de orden cero. Los modelos

exponenciales de orden 1 y logaritmo natural de orden 2, No pueden ser representados por la calidad de los datos y los resultados no definidos para dichas condiciones.

**Figura 38.**

*Representación del modelo lineal del incremento de microorganismos a la temperatura de 17°C*



Nota: elaborado en base a resultados de la tabla 63.

**Tabla 64.**

*Incremento de microorganismos conforme al tiempo a la temperatura de 27°C.*

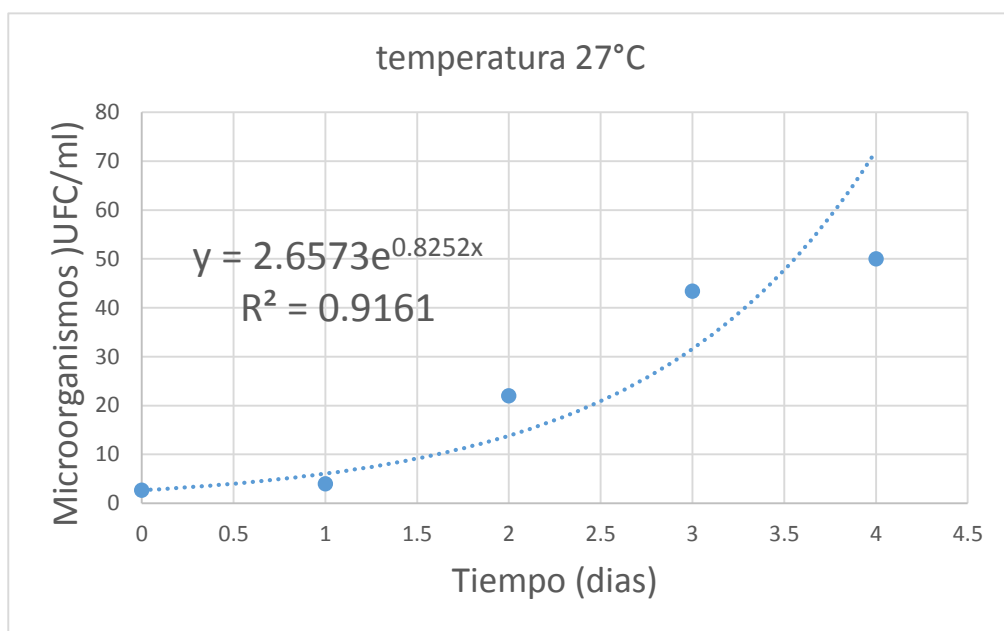
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio Microorganismos (UFC/ml)
0	3	2	3	2.66
1	4	5	3	4
2	22	19	25	22
3	43	42	45	43.44
4	50	52	48	50

Nota: elaborado en base a resultados de laboratorio (p1, p2, p3 repeticiones)

En la anterior tabla 64 se distingue un incremento de los microorganismos aerobios mesofilos para la temperatura de almacenamiento de 27°C para la bebida funcional en un periodo temporal de cero a cuatro días. Dicha degradación es presentada en sus modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente en las figuras 39, 40 y 41.

**Figura 39.**

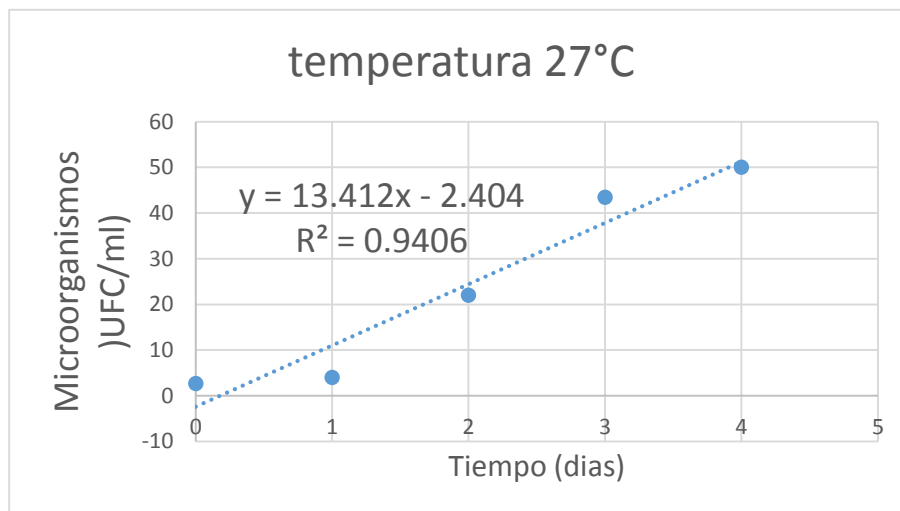
*Modelo exponencial del incremento de microorganismos en la bebida funcional a la temperatura de 27°C, desde el día cero hasta el día tres.*



Nota: elaboración propia en base a la tabla 64.

**Figura 40.**

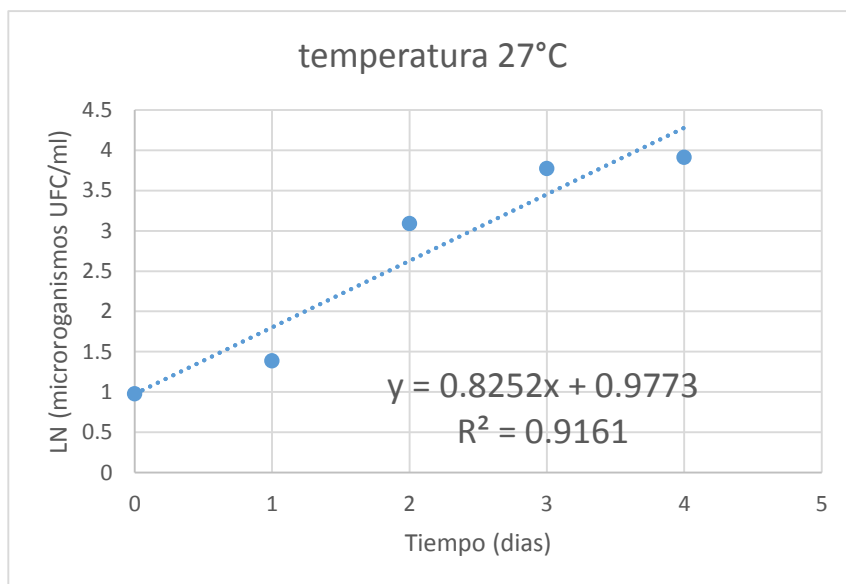
*Modelo lineal del incremento de microorganismos en la bebida funcional a la temperatura de 27°C.*



Nota: elaboración propia en base a resultados de la tabla 64.

**Figura 41.**

*Modelo logaritmo natural para el incremento de microorganismos en la bebida funcional a 27°C*



Nota: elaboración en base a resultados.

**Tabla 65.**

*Incremento de Microorganismos conforme al tiempo a la temperatura de 37°C.*

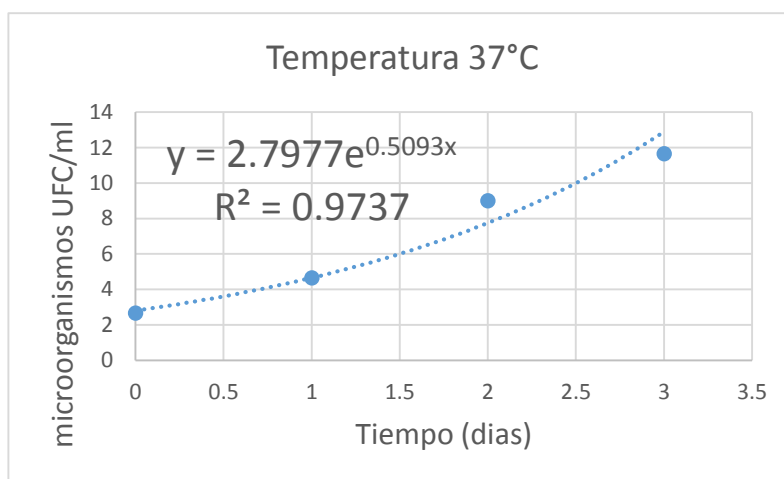
Tiempo (días)	P1	P2	P3	Promedio microorganismos (UFC/ml)
0	3	1	4	2.66
1	5	6	3	4.66
2	9	7	11	9
3	12	10	13	11.67

Nota: elaborado en base a resultados (p1, p2, p3, repeticiones).

De la tabla 65 se puede apreciar que el incremento de microorganismos aerobios mesofilos es inevitable conforme transcurre el tiempo en este caso fueron a estudio desde el día cero hasta el día tres la degradación se puede apreciar en las figuras 42, 43 y 44 con los modelos exponencial (orden 1), lineal (orden 0) y logaritmo natural (orden 2) respectivamente.

**Figura 42.**

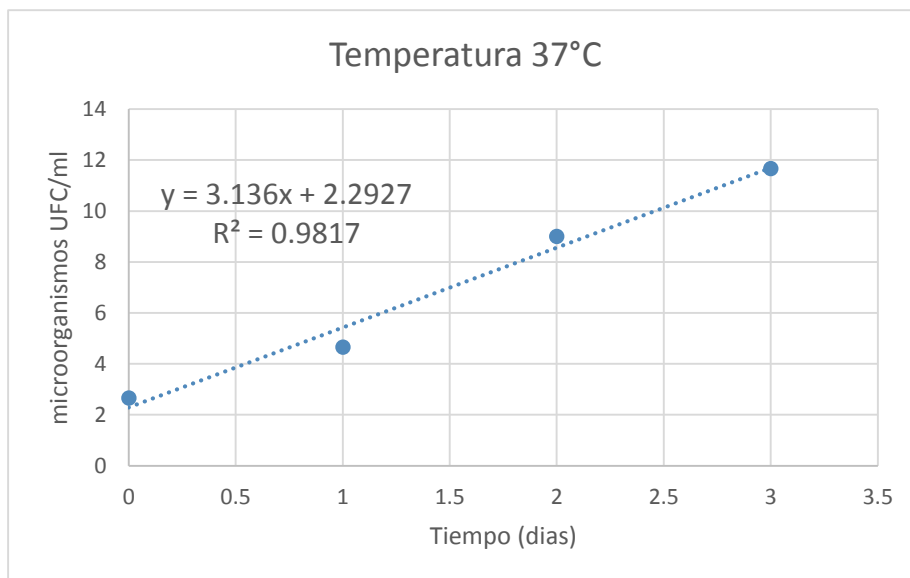
*Modelo exponencial de incremento de microorganismos en la bebida funcional a 37°C*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 65.

**Figura 43.**

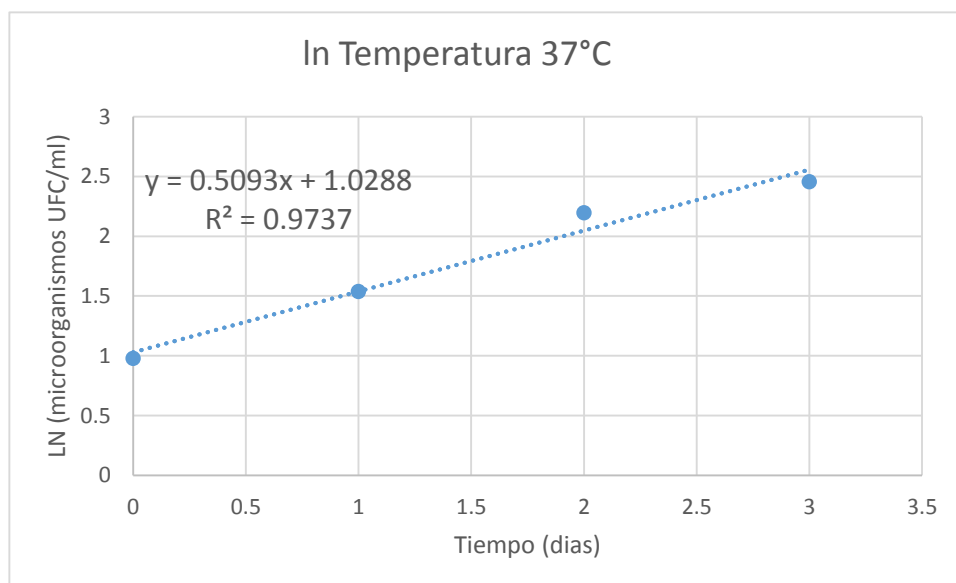
*Modelo lineal del incremento de microorganismos en la bebida funcional a 37°C*



Nota: elaboración en base a resultados de la tabla 65.

**Figura 44.**

*Modelos logaritmo natural para el incremento de microorganismos a una temperatura de 37°C.*



Nota: elaborado en base a resultados.

Los resultados muestran los modelos matemáticos de acuerdo a la cinética de reacción lineal de orden 0, exponencial de orden 1 y logaritmo natural de orden 2, esta información es útil para determinar cuál es la cinética de reacción en base a resultados experimentales, debe ser la que se utilice para los siguientes cálculos.

**Tabla 66.**

*Estadísticos de regresión para determinar la cinética de reacción en base a las tablas 63, 64 y 65, en referencia a las temperaturas de estudio acelerado.*

<b>Temperatura</b>	<b>17°C</b>	<b>27°C</b>	<b>37°C</b>
<b>Reacción Cinética</b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente R<sup>2</sup></b>
Lineal (Orden 0)	0.8517	0.9406	0.9817
Exponencial (Orden 1)	-----	0.9161	0.9737
LN (Orden 2)	-----	0.9161	0.9737

Nota: elaboración en base al resultado de las figuras.

Con referencia a la tabla 66, el estudio muestra que el orden 0 (primer orden tiene coeficiente de determinación para las tres temperaturas). En cambio, el orden 1 del modelo exponencial y logaritmo natural del orden 2, solo tienen valores completos para las temperaturas de 27 y 37°C. Para dar validez al modelo de la ecuación de Arrhenius se debe tener el juego de las tres temperaturas por eso se usó el modelo lineal (orden cero).

Entonces queda determinado que la cinética de reacciones para el incremento de microorganismos aerobios mesófilos en la bebida funcional de tumbo y sábila es explicada a un grado de confianza de 85.17; 94.06, y 98.17% de confianza por la cinética de orden cero para las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C, respectivamente.

Observando las ecuaciones linealizadas con el logaritmo natural para las temperaturas de 17, 27 y 37°C, se tienen las pendientes de 0.2477 en la figura 38; 13.412 en la figura 40 y 3.136



en la figura 43, que respectivamente se asocian a las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C. Estas pendientes de los modelos linealizados corresponden a las constantes de velocidad de incremento de microorganismos.

**Tabla 67.**

*Constantes de velocidades de incremento de microorganismos en la bebida funcional a temperaturas aceleradas de almacenamiento.*

<b>T °C</b>	<b>K (d<sup>-1</sup>)</b>
<b>17</b>	0.2477
<b>27</b>	13.412
<b>37</b>	3.136

Nota: K (constante de velocidad)

Se consideró los siguientes aspectos para realizar la gráfica de Arrhenius, inicialmente considerar la temperatura en escala Kelvin, utilizar la función recíproca de la temperatura y aplicar el logaritmo natural a la constante de velocidad (K).

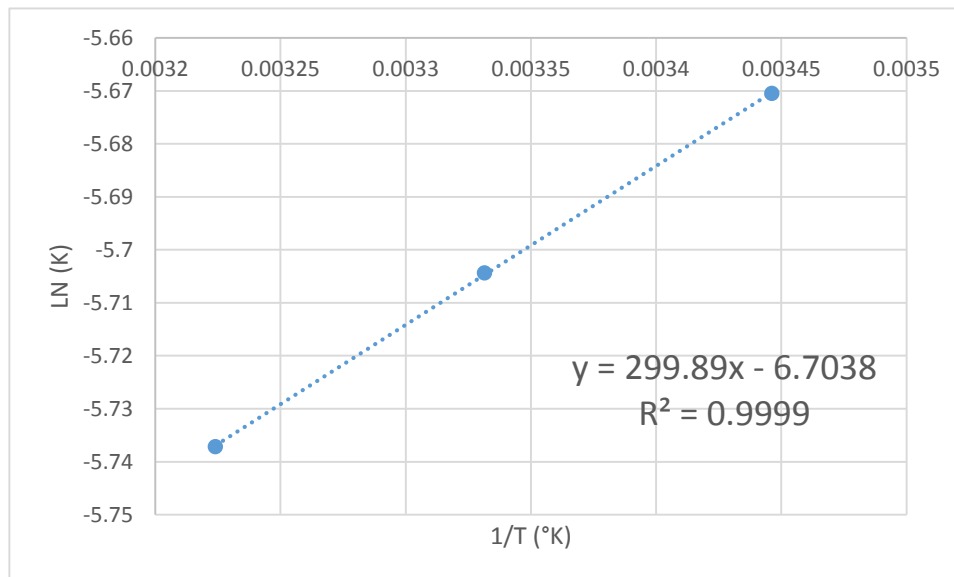
**Tabla 68.** *Inversa de la temperatura (°K) versus el LN de la constante de velocidad (K).*

<b>1/T (°K)</b>	<b>LN (K)</b>
<b>0.003446</b>	-5.6704
<b>0.003331</b>	-5.7043
<b>0.003224</b>	-5.7371

Nota: (°K) grados kelvin

**Figura 45.**

*Linealización para el incremento de microorganismos aerobios mesofilos en la bebida funcional con el modelo de Arrhenius.*



Nota: elaboración en base a resultados.

De acuerdo a la figura 45, la recta brinda elementos para el modelo cinético de reacción, conforme a la ecuación de Arrhenius. La pendiente permite valorar la energía de activación ( $E_a$ ) y el intercepto es válido para el factor pre-exponencial ( $K_0$ ), con lo que tendríamos:

$$E_a = 299.89xR = 299.89x1.987 = 595.88 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$K_0 = e^{(-6.7038)} = 812.404$$

Teniendo los valores de Energía de activación ( $E_a$ ) y el factor pre exponencial ( $K_0$ ), se puede determinar las constantes de velocidad ( $K$ ), para cualquier valor de temperatura de almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, con referencia al incremento de microorganismos aerobios mesofilos se calculó las constantes de velocidad ( $K$ ) para las temperaturas de almacenamiento de 10 y 5°C.

$$\ln(k_{10^{\circ}\text{C}}) = -299.89 \left( \frac{1}{10 + 273.15} \right) + (-6.7038) = -7.7629$$

$$(k_{10^{\circ}\text{C}}) = 0.00043 \text{ d}^{-1}$$

$$\ln(k_{5^{\circ}\text{C}}) = -299.89 \left( \frac{1}{5 + 273.15} \right) + (-6.7038) = -7.7819$$

$$(k_{5^{\circ}\text{C}}) = 0.00042 \text{ d}^{-1}$$

Determinadas las constantes de velocidad para la temperatura deseada en el almacenamiento de la bebida funcional de tumbo y sábila, puede calcularse el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento, en el presente estudio a 10 y 5°C. Para calcular la vida útil (t), se usó la ecuación de la reacción cinética de orden 1, como se muestra en las ecuaciones siguientes:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k [A]^1$$

$$\ln[A] = \ln[A_0] - kt$$

Para proseguir con el cálculo de vida útil, se debe considerar un límite de tolerancia en el crecimiento de los microorganismos, en los casos de los antecedentes se proponen varios porcentajes de disminución como límite de aceptabilidad tolerable. Para este punto es necesario considerar la normatividad microbiológica y de sanidad de alimentos se considera solo tolerable la cantidad microorganismos que pueden alcanzarse a contar con la metodología del número Más Probable, que en el presente caso es en UFC/ml, las cuales se presentan en el Anexo 14 (Resultados microbiológicos), se usó los promedios expresados en las tablas 64 y 65, que corresponden a las temperatura de 27 y 37°C, ya que los números no definidos para la temperatura de 17°C no reportarían resultados.

Tiempo de vida útil a la temperatura de almacenamiento de 10°C, con referencia a resultados de almacenamiento a 27°C.

$$(t_{10^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(2.66) - \ln(11.67)}{0.00043} \right) = -3438.83 \text{ dias}$$

El resultado es incongruente, debido a que el modelo no es ajustable para los datos y no se tiene la tolerancia de aceptabilidad límite.

Tiempo de vida útil a la temperatura de almacenamiento de 5°C, con resultados de almacenamiento a 27°C

$$(t_{10^{\circ}C}) = \left( \frac{\ln(2.66) - \ln(11.67)}{0.00042} \right) = -3520.71 \text{ dias}$$

El resultado es incongruente, debido a que el modelo no es ajustable para los datos y no se tiene la tolerancia de aceptabilidad límite.

## DISCUSIONES

Los resultados para la evaluación microbiológica considerando las normas de sanidad vigentes, todas tienen resultados favorables de apto para el consumo humano conforme a los días que se reporta ausencia de microorganismos y otros de acuerdo al Anexo 10 (resultados microbiológicos). En los cuales se reporta el NMP de coliformes (100ml, teniendo recuentos para Coliformes totales UFC/cm<sup>3</sup>, Coliformes termotolerantes UFC/cm<sup>3</sup>, E. coli UFC/cm<sup>3</sup>, Mohos UFC/cm<sup>3</sup>, Levaduras UFC/cm<sup>3</sup>. El indicador usado para la evaluación de vida útil según evaluación microbiológica fue la numeración de microorganismos aerobios mesofilos UFC/ml el cual fue factible ejecutarlo hasta el quinto día como favorable para 17°C, hasta el cuarto día a 27°C y hasta el tercero día a 37°C. No fue factible establecer el tiempo de vida útil con la información

desde la concentración de microorganismos aerobios mesofilos por la naturalidad de su información y porque no existe ajuste a tener mayor tiempo con menores temperaturas.

Muchos estudios reportan resultados favorables desde la calidad microbiológica (Calsina O, 2016), reporta su néctar de higo con kiwicha como inocuo en analogía a la bebida funcional del presente estudio. En el estudio de (Llocle & Florez, 2019) sobre el néctar de tumbo, sábila y miel de abeja reporta un resultado favorable para consumo humano con la calidad microbiológica similar al presente estudio.

En el estudio de néctar de tumbo y tuna de (Rojas F. , 2015), se reporta que según procedimientos de buenas prácticas de manufactura al elaborar el néctar, los rangos de aeróbiosmesófilos, hongos, levaduras y coliformes están en lo permitido por el Ministerio de Salud para el caso de néctares, de igual modo que en el presente estudio los tres ensayos tienen asegurado inocuidad de por lo menos hasta el quinto día libre de riesgos sanitarios conforme a los resultados de laboratorio. En el estudio de (Contreras & Purisaca, 2018) en su bebida funcional de yacon y piña basan su calidad microbiología en el recuento de NMP Coliformes/100ml, al igual que le presente estudio, reportando una vida útil de 15 días.

En el mejoramiento de la vida útil del emoliente peruano (De Florio, Lanchipa, & Matos, 2018) reportan la calidad en numeración de microorganismos aerobios mesofilos la decisión de inocuidad en analogía al presente estudio, reportando una vida útil de la bebida en 114 días a una temperatura de 22°C.

La degradación de compuestos funcionales en la bebida funcional de jugo de remolacha y miel de abeja es reportada por (Sanchez & Cortez, 2015), reporta una cinética de primer orden

determinándose un tiempo de vida útil de 197 y 178 días con el modelo de primer orden de Arrhenius con pruebas físicas y sensoriales a 4°C

Los resultados del presente estudio, al no tener la cuantificación específica de un microorganismo en estudio, no tiene el reporte para vida útil.

### **3.8. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS.**

#### **3.8.1. SOLIDOS SOLUBLES EN LA BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO Y SABILA.**

Se tienen los resultados del análisis de fisicoquímicos en la bebida funcional durante el almacenamiento en condiciones de aceleración a las temperaturas de 17, 27 y 37°C, las que se encuentran en el Anexo 11 (Resultados Fisicoquímicos).

#### **Tabla 69.**

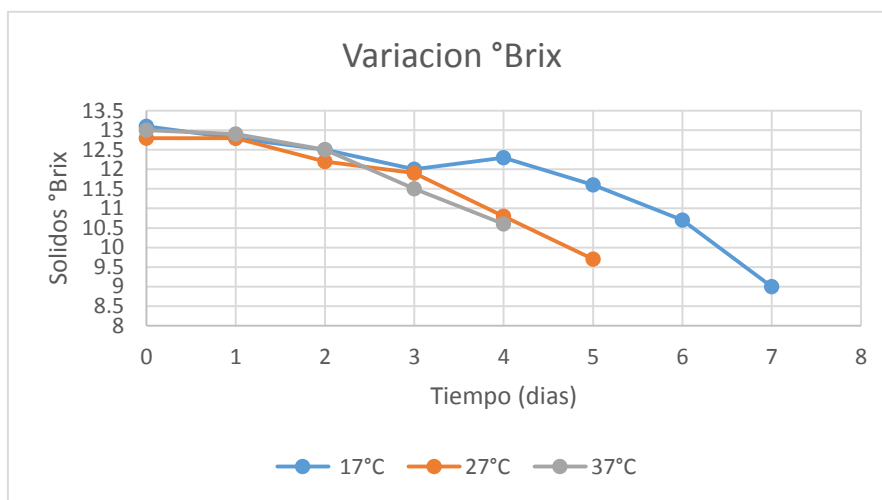
*Determinación de solidos solubles °Brix en la bebida funcional.*

Tiempo (días)	17°C	27°C	37°C
0	<b>13.1</b>	<b>12.8</b>	<b>13</b>
1	<b>12.8</b>	<b>12.8</b>	<b>12.9</b>
2	<b>12.5</b>	<b>12.2</b>	<b>12.5</b>
3	<b>12</b>	<b>11.9</b>	<b>11.5</b>
4	<b>12.3</b>	<b>10.8</b>	<b>10.6</b>
5	<b>11.6</b>	<b>9.7</b>	
6	<b>10.7</b>		
7	<b>9</b>		

Nota: elaboración en base a resultados.

**Figura 46.**

Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de °Brix.



Nota: elaboración en base a la tabla 69.

De acuerdo a la figura 46, se tiene que la concentración de solidos expresado en grados °Brix, desciende desde un punto inicial común, conforme se incrementa el tiempo de almacenamiento en las temperaturas aceleradas, esta disminución esta analizada con la varianza en la tabla 70.

**Tabla 70.**

Análisis de resultados para °Brix, con la varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.51684211	2	0.25842105	0.17029394	0.84492556	3.63372347
Dentro de los grupos	24.28	16	1.5175			
Total	24.7968421	18				

Nota: elaborado con los resultados.

En la tabla 70 se tiene el resultado del Análisis de Varianza de un solo factor para los datos de sólidos °Brix, en este análisis ANOVA realizado para ver si existe o no existe diferencia significativa, siendo F no significativo ya que F calculado es menor al F crítico, con un nivel de 95% de significancia.

## **DISCUSION**

La concentración de sólidos tiende a disminuir con el transcurso del tiempo lo cual es validado por otros estudios como en bebidas refrescantes de frutas (Alarcon, Blas, Leon, Saavedra, & Zavala, 2020), (Altamirano, 2013) (Ancajima, 2020), los que indican esta disminución debido a reacciones internas en el producto fruto de condiciones nuevas. El estudio tiene analogía con (Quezada, 2014) que reporta la disminución de sólidos °Brix en la conservación de la bebida funcional de linaza con piña.

(Calderón, 2018), en el estudio de su bebida de amaranto, reporta que en el análisis de ANOVA se encontró que tanto el amaranto como la spirulina, así como la interacción de estos influyeron en las variables de pH y °Brix, lo que guarda relación con el presente estudio para los resultados de sólidos solubles en los ensayos a 17 y 27°C.

Los resultados de °Brix por encima de 10, son opuestos a los reportados por (Contreras & Purisaca, 2018) que en su bebida funcional de yacon y piña indican sólidos solubles en 5%. La reducción de los °Brix también es reportada en la bebida funcional de jugo de remolacha y miel de abeja de (Sanchez & Cortez, 2015).

La concentración de sólidos es muy importante para asegurar componentes funcionales en estructuras complejas y evitar que estas sedimenten y separen es una tarea de estudio como lo



indica (García, Chacon, & Molina, 2011) en su estudio sobre vida útil en paste de tomate, en el presente estudio se mantiene la presencia de solidos solubles en los tres ensayos.

### 3.8.2. ACIDEZ TOTAL EN LA BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO Y SABILA.

Se tienen los resultados del análisis de fisicoquímicos en la bebida funcional durante el almacenamiento en condiciones de aceleración a las temperaturas de 17, 27 y 37°C, las que se encuentran en el Anexo 11 (Resultados Fisicoquímicos).

**Tabla 71.**

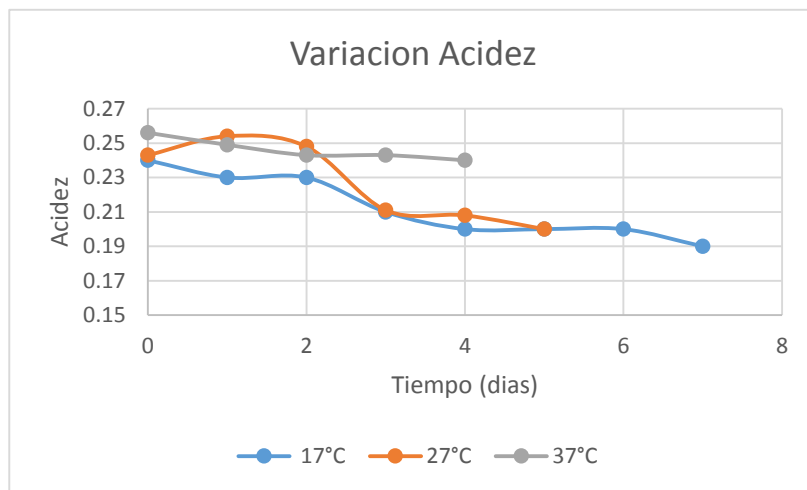
*Determinación de Acidez en la bebida funcional.*

<b>Tiempo (días)</b>	<b>17°C</b>	<b>27°C</b>	<b>37°C</b>
0	0.24	0.243	0.256
1	0.23	0.254	0.249
2	0.23	0.248	0.243
3	0.21	0.211	0.243
4	0.2	0.208	0.240
5	0.2	0.200	
6	0.2		
7	0.19		

Nota: elaboración en base a resultados.

**Figura 47.**

*Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de acidez.*



Nota: elaboración en base a la tabla 71.

De acuerdo a la figura 47, se tiene que la acidez total expresada como miliequivalentes de ácido cítrico, desciende desde un punto inicial común, conforme se incrementa el tiempo de almacenamiento en las temperaturas aceleradas, esta disminución esta analizada con la varianza en la tabla 72.

**Tabla 72.**

*Análisis de resultados para Acidez, con la varianza.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00350881	2	0.00175441	5.31222634	0.01701039	3.63372347
Dentro de los grupos	0.00528413	16	0.00033026			
Total	0.00879295	18				

Nota: elaborado con los resultados.

En la tabla 72, se tiene el resultado del Análisis de Varianza de un solo factor para los datos de Acidez total, en este análisis ANOVA realizado para ver si existe o no existe diferencia significativa, siendo F significativo ya que F calculado es mayor al F crítico, con un nivel de 95% de significancia.

## **DISCUSION**

La acidez se incrementa conforme el tiempo avanza, este resultado es análogo a los estudios reportados por (Bazalar & Nazareno, 2020), (Contreras & Purisaca, 2018), (De Florio, Nectar de Tumbo (*Passiflora molisima* HBK), 2014). Los valores de incremento están explicados por las reacciones que ocurren en el interior del producto en el transcurso del tiempo al interactuar con otros elementos especialmente los funcionales en la bebida, en el caso de (Calsina O, 2016), reporta el aumento de la acidez en su bebida funcional de higo y kiwicha desde 0.43% hasta 0.59% para el almacenamiento a 4 y 37°C, en analogía directa con el presente estudio.

(Calderón, 2018), en el estudio de su bebida de amaranto, reporta que en el análisis de ANOVA se encontró que tanto el amaranto como la spirulina, así como la interacción de estos influyeron en las variables de °Brix, lo que guarda relación con el presente estudio para los resultados de sólidos solubles en los ensayos a 17 y 27°C. En el estudio de (Llocle & Florez, 2019) sobre el néctar de tumbo, sábila y miel de abeja reporta un °Brix de 13.05 que es análogo a los del presente estudio.

En el estudio de (Llocle & Florez, 2019) sobre el néctar de tumbo, sábila y miel de abeja reporta una acidez total de 0.57 que es alto con respecto al presente estudio, podría deberse a que fue analizada al final de su elaboración y no en almacenamiento.

Los resultados son ligeramente menores al reportado por (Contreras & Purisaca, 2018) en su bebida funcional de yacon y piña menciona una acidez total de 0.36. También la disminución de la acidez es reportada en la bebida funcional de jugo de remolacha y miel de abeja de (Sanchez & Cortez, 2015). La variación de la acidez es mencionada por (Garcia, Chacon, & Molina, 2011) en su estudio sobre vida útil en paste de tomate.

### 3.8.3. pH EN LA BEBIDA FUNCIONAL DE TUMBO Y SABILA.

Se tienen los resultados del análisis de fisicoquímicos en la bebida funcional durante el almacenamiento en condiciones de aceleración a las temperaturas de 17, 27 y 37°C, las que se encuentran en el Anexo 11 (Resultados Fisicoquímicos).

**Tabla 73.**

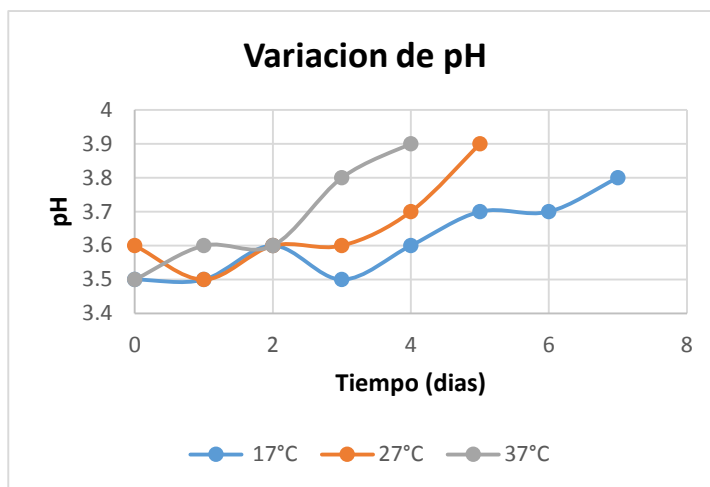
*Determinación de pH en la bebida funcional.*

<b>Tiempo (días)</b>	<b>17°C</b>	<b>27°C</b>	<b>37°C</b>
0	3.5	3.6	3.5
1	3.5	3.5	3.6
2	3.6	3.6	3.6
3	3.5	3.6	3.8
4	3.6	3.7	3.9
5	3.7	3.9	
6	3.7		
7	3.8		

Nota: elaboración en base a resultados.

**Figura 48.**

Representación gráfica del control para las tres muestras durante los días de estudio para el valor de pH.



Nota: elaboración en base a la tabla 73.

De acuerdo a la figura 48, se tiene que la variación de pH como índice de acidez y concentración de hidrogeniones asciende desde un punto inicial común, conforme se incrementa el tiempo de almacenamiento en las temperaturas aceleradas, este incremento esta analizada con la varianza en la tabla 74.

**Tabla 74.**

Análisis de resultados para pH, con la varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.01456579	2	0.00728289	0.39940468	0.67722323	3.63372347
Dentro de los grupos	0.29175	16	0.01823438			
Total	0.30631579	18				

Nota: elaborado con los resultados.

En la tabla 74, se tiene el resultado del Análisis de Varianza de un solo factor para el pH, en este análisis ANOVA realizado para ver si existe o no existe diferencia significativa, siendo F no significativo ya que F calculado es menor al F crítico no se tiene la influencia del factor entre grupos por lo cual se concluye que no existe diferencias significativas de pH con un nivel de 95% de significancia.

### **3.8.3.1. DISCUSION**

En el presente estudio se reporta el incremento del pH conforme al transcurrir del tiempo, este resultado es diferente al reportado por (Calsina O, 2016), que en su bebida funcional de higo y kiwicha menciona la disminución del pH desde 4.05 hasta 3.78 y 3.55 a 4 y 37°C respectivamente, esta diferencia puede ser explicada por la variación de composición entre ambas bebidas. El estudio de (Quezada, 2014) indica que los valores de pH en su bebida funcional de linaza con piña, se incrementaron muy levemente.

En el estudio de (Llocle & Florez, 2019) sobre el néctar de tumbo, sábila y miel de abeja reporta un pH de 3.45 que es análogo a los del presente estudio. Los resultados de pH son análogos al reportado por (Contreras & Purisaca, 2018) que en su bebida funcional de yacon y piña mencionan un pH de 3.58, coincidente con el pH para las temperaturas de almacenamiento acelerado de 17, 27 y 37°C.

La funcionalidad de los compuestos bioactivos se ve influenciada por el pH del medio exterior en algunos casos su variación es conveniente y en otros no, la naturaleza química de los compuestos determina si en la reducción

o disminución del pH se tiene mayor acción biológica de los componentes, por lo común una reducción del pH inhibe ciertas funciones biológicas (Malvais, 2017), como también lo sugiere (Garcia, Chacon, & Molina, 2011) en su estudio sobre vida útil en paste de tomate.

## CONCLUSIONES

- El porcentaje adecuado de tumbo y sábila con adición de spirulina se determinó mediante análisis sensorial, utilizando 21 jueces semientrenados donde la bebida con mayor aceptación es la formulación de 45% de tumbo y 55% de sábila, con las siguientes características organolépticas; olor 4.86 punto, sabor 5.63 puntos, color 5.14 puntos y apariencia general 5.29 puntos, con características fisicoquímicas de 12.8 °Brix, pH 3.5, acidez 0.238 y con contenido de hierro 1.046 ppm, vitamina C 22.2 mg/100 ml.
- La predicción de vida útil de acuerdo al modelo matemático de Arrhenius para la bebida funcional en base a la degradación de vitamina C, es de 61.3 días a 10°C y 65.9 días a 5°C, para un límite de degradación de 30% de vitamina C, con referencia a la predicción de vida útil en base a la degradación del hierro es de 318 días a 10°C y 464 días a 5°C, para un límite de degradación de 30% en el contenido de hierro. Para el cálculo de la predicción de vida útil se utilizó el modelo matemático Arrhenius. Con respecto a la concentración de solidos solubles a temperaturas de 17, 27 y 37 °C disminuye con el transcurso del tiempo, el pH a temperaturas de 17, 27 y 37 °C en el presente estudio incrementa al transcurrir del tiempo de almacenamiento y sobre la vida útil en base a resultados microbiológicos de numeración de microorganismo aerobios mesofilos, no se tiene resultados por la naturaleza de los datos al no considerar un microorganismo específico en estudio, quedando como valido la vida útil de la bebida funcional de tumbo y sábila a 17°C cinco días, 27°C cuatro días y 37°C tres días conforme a la NTP.



## **RECOMENDACIONES**

- Se sugiere continuar con el estudio de investigación de vida útil y degradación de componentes funcionales en bebidas funcionales a base de frutas nativas.
- Se recomienda implementar con equipos que determinen las propiedades funcionales de los frutos en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS, a. (2012). *Gengia agraria de noticias, a.a.n.*
- AJE GROUP. (2009). *Demanda de bebidas saludables en Perú*. Andina. Editora Perú.
- Alarcon, N., Blas, F., Leon, A., Saavedra, Y., & Zavala, E. (2020). *Frutimax SAC Nectar de tumbo "TUMBOMAX#*. Lima-Peru: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10158/1/2020\\_Alarc%C3%B3n%20Garc%C3%ADa.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10158/1/2020_Alarc%C3%B3n%20Garc%C3%ADa.pdf)
- Alcázar, J. (2002). *"Diccionario Técnicos De Industrias Alimentarias", segunda edición*. . Cusco-Perú.: Editorial CIBERCOPY, .
- Alemán N, E. (2015). *Determinación de parámetros adecuados en la elaboración de un néctar tropical mixto de mango (Mangifera indica L) con ciruela (Spondias purpurea L)*. Piura-Peru: Escuela profesional de ingeniería agroindustrial e industrias alimentarias de facultad de de ingeniería industrial de la universidad nacional de piura.
- ALIMENTARIUS, C. (2013). CODEX ALIMENTARIUS.
- Aloevaro. (2014). *Aloevaro*.
- Altamirano, S. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (Justicia spicigera)*. Tesis programa educativo en Ingeniería de Alimentos. Xalapa-Mexico: Tesis. Universidad Veracruzana.
- Ancajima, J. (2020). *Estimacion del tiempo de vida util de algarrobina en empaque de vidrio, empleando pruebas aceleradas*. Morropon-Peru: Universidad Catolica Sedes Sapientae. Obtenido de <http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/779/Ancajima%20Maza%20J%20c3%b3se%20Yoel%20-%20Algarrobina%20-%20Vidrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANZALDÚA, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. ESPAÑA: Acribia S.A.
- Anzaldúa, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza-España: Acribia SA.
- Arroyo, E. (1998). *Nectar de Tumbo*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
- ASTM, E. &. (1968). *A guidebook for sensory testing*. Continental Can Co. Chicago, Ill.

- Aucayauri, E. (2011). *Estudio de la cinética de la degradación térmica del ácido ascórbico durante la pasteurización de zumo de naranja valenciana (Citrus sinensis)*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Avila, R., & Gonzales, C. (2011). La evaluación sensorial de bebidas a base de frutas: Una aproximación difusa. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 171-182. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_isoref&pid=S1316-48212011000300007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1316-48212011000300007&lng=es&tlng=es)
- AYALA, B. (2000). *Programa de investigación y proyección social del fruto*. Lima - Perú: UNALM.
- Badui, S. (2006). *Química de Alimentos Cuarta Edición*. Editorial Pearson Educación. México.
- Baldeon, E., Alcañiz, M., Masot, R., & Fuentes, E. (2015). Voltammetry pulse array developed to determine the antioxidant activity of camucamu (*Myrciaria dubia* HBK) and tumbo (*Passiflora mellissima*) juices employing voltammetric electronic tongues. *Food Control*, 121-131. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.044>
- Baldizon, C., Chacon, G., & Molina, M. (2011). Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. *Ingeniería*, 31-38.
- Bazalar, S., & Nazareno, A. (2020). Formulación optimizada de un néctar de fruto de (*Physalis peruviana* L) caracterización físico-química, rasgos sensoriales y propiedades antioxidantes. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 108-123. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04358w>
- BRACK, A. (1999). *Diccionario enciclopédico de plantas útiles de Perú*.
- Brody, A. (2003). *Predicting Packaged Food Shelf Life*. Food Technology. 57 (4):.
- Bruce, p. (2014). *Untitled Document*. Obtenido de BRUCE PERU: [bruceperu.com/aloeperu/general1.html](http://bruceperu.com/aloeperu/general1.html).
- Calderón, S. (2018). *Elaboración de una bebida de amaranto (Amaranthus Tricolor) y espirulina (spirulina maxima)*. Quito: Tesis. USFQ.
- Calizaya, A. (2008). *Evaluación de la elaboración de un néctar nutracéutico a base de Mashua y Maracuyá*. Perú.
- Calsina O, C. (2016). *Elaboración de Néctar de Higo (Carica papaya) con Kiwicha (Amaranthus caudatus) y Evaluación de Vida de su Util en Función de las Características físico-químicas y Sensoriales*. Arequipa: Escuela profesional de ingeniería química de la facultad de ingeniería de procesos de la universidad nacional de san antonio abad del cusco.

- CALSINA, J., & CARPIO, D. (2016). “*ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE HIGO (Ficus carica) CON KIWICHA (Amaranthus caudatus) Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES*”. Arequipa - Perú: Tesis UNSA.
- Calvo, B. (2013). *Nutrición, Salud y Alimentos funcionales*. España:Arazandi.
- Campano, K., & Dávila, V. (2002). “*Evaluación de la Calidad Proteica de (Spirulina Platensis) en la recuperación nutricional de Ratas Albinas sometidas a desnutrición Experimental*”. Tesis para optar el Título Profesional de Lic. de Ciencias de la Nutrición. Arequipa – Perú.: Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Agustín.
- Carrillo, Y., & Llaiqui, R. (2020). *Películas bionanocompuestos activas a base de almidon de Tunta (Solanun tuberosum) y extracto de Tumbo serrano (Passiflora Mollisima) con nanocelulosa de tallos de Quinoa (Chenopodium quinoa)*. Lima: Universidad Peruana Union.
- CASP VANACLOCHA, A., & ABRIL REQUENA, J. (2003). *Proceso de Conservacionde Alimentos* . A. Madrid - Vicente: Ediciones Mundi-prensa.
- Cedeño, E., & Prendes, B. (2019). *Evaluación del uso al Aloe Vera (Barbadensis Miller), en bebidas naturales frías*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Charm, S. (2007). *Food engineering applied to accommodate food regulations,. quality and testing*. Alimentos Ciencia e Ingeniería. 16 (1):5-8.
- Chiroque, J., Dioses, E., & Masias, T. (2017). *Elaboracion y caracterizacion de un abebida funcional a partir de granada (Punica granatun L) edulcorado con estevia (Stevia revaudiana Bertoni) en la ciudad de Piura.Peru, 2019*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Ciancaglini, P., Santos, H., & Daghasanli, K. (2001). *Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body*. Biochemistry and Molecular Biology Education.
- Climaco, N., Kelly, V., G:, A., Lemos, T., Lucia, A., & Pereira, F. (2019). Nectar mixto de cupuassu (Theobroma grandiflorium) y te verde y el efecto de los conservantes y el almacenamiento sobre las características nutricionales y sensoriales. *Journal Food Nutricion Res.*, 361-369.
- Codex Alimentarius. (2005). *Norma General Del Codex Para Zumos (jugos) y Nectares de Fruta*. CODEX STAN 247.

- Coles, R., & Kirwan, J. (2004). *Analysis of volatile transformation products from additives in gamma-irradiated polyethylene packaging*. *Food Additives and Contaminants* 18, 739 (2001).
- Collazos, C. (1996). *Tabla Peruana de Composición de Alimentos*. Lima-Peru: Instituto Nacional de Salud INS/Cenan.
- Contreras, E., & Purisaca, J. (2018). “*Elaboración Y Evaluación De Bebida Funcional A Partir De Yacon (Smallanthus Sonchifolius) Y Piña (Ananas Comosus) Endulzado Con Stevia*”. Chimbote - Perú: Tesis. UNS.
- Cordova, C. (2016). La Industrialización de una bebida natural a partir de tumbo andino (*Passiflora mollissima*) con linaza (*Linum Usitatissimum*). *Ingeniería Industrial*, 195-219.
- Coronado, m. y. (2001). *Elaboración de néctar. Procesamiento de alimentos para pequeñas empresas y microempresas*. Lima: Centro de Investigación, Educación y Desarrollo.
- Cubas, C. (2021). *Formulación y determinación de la vida útil de una bebida funcional a base de yacon (Smallanthus Sonchifolius) con fresa (Fragaria vesca) edulcorada con stevia (Stevia rebaudiana)*. Pimentel, Peru: Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8078/Cubas%20Monje%20Celmira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cullanco, W. (2014). *Evaluación del efecto de la adición de sábila (Aloe vera) en las características organolépticas del yogurt funcional de Acobamba Huancavelica*. Acobamba: Universidad Nacional de Huancavelica.
- De Florio, E. (2014). Nectar de Tumbo (*Passiflora molissima* HBK). *Tecnología Ciencia y Desarrollo*, 95-102.
- De Florio, E., Lanchipa, C., & Matos, M. (2018). Mejoramiento de la vida útil shelf life de la bebida tradicional Peruana emoliente. *Ciencia y Desarrollo*, 23-34.
- Dhuique, C., Tbatou, W., & Carail, M. (2007). Thermal degradation of antioxidant micronutrients in citrus juice: Kinetics and newly formed compounds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 112-124.
- Diaz, L. (2014). *Investigación de mercados y propuesta de un plan de negocios para la industrialización y comercialización de una bebida a base de yacon*. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Dominguez, r., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J. S., Calderon, G., & Garibay, V.-. F. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 23-43.

- Duran, M., & Moreno, A. (2000). *Evaluación de algunas mezclas de solvente en la extracción de carotenoides de tamarillo (Cyphomandra* *Sendt*). Venezuela.
- Earthrise, F. (1998). *Five years testing of heavy metals in Spirulina*.
- Ellis, A. ((1968).). *Manual of sensory testing methods*. American Society for. Pa. ASTM STP 434.
- Encina, Z., & Carpio, R. (2011). *Maxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo*. Lima: UNALM ISSN: 1025-9929.
- ESPINOZA ALENCIA, E. (2003). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Tacna - Perú.
- Fernandez Herrera, F. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de beta vulgaris. L. y Equisetum Arvense L. Para su Evaluación de la Capacidad antioxidante de fenoles totales*.
- Fernandez, A., & Dos Santos, M. (2011). *Chemical and physicochemical characteristic changes during passion fruit juice processing*. Mexico: Ciencia y Tecnología.
- Forrellat Barrios, M., Gautier Du Défaix Gómez, H., & Fernández Delgado, N. (2000). *Metabolismo del hierro*. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, Pag. 149–160.
- García, C. G. (2011). Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. *Ingeniería*, 31-38.
- García, C., Chacón, G., & Molina, M. (2011). Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperaturas. *Ingeniería*, 31-38.
- Grandez, G. (2008). *Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. Piura: Universidad de Piura.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá.: UNAD.
- Holistik Health. (2010). *Spirulina*. Obtenido de Holistik Health: <https://www.holistikhealth.com/>
- HOYOS. (1989). *Sensory and microbiological shelf-life of a commercial ricotta cheese*. *J. Dairy Sci.* 82: 454- 459.
- Huezo, A. (2008). *Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de mafracuya con semillas de chia (Salvia hispanica L) y análisis químico de la semilla de chia*. Honduras: Universidad de Zamorano Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/164/1/AGI-2008-T020.pdf>
- INACAL. (2018). *Normas Técnicas peruanas referentes a jugos, néctares de frutas y refrescos, cacao y chocolate, sach aynchi, cereales y otros*. Lima-Peru: Diario Oficial El Peruano.

- Indecopi. (2009). *Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, NTP 203.110:2009, Norma Técnica Peruana Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta*. Lima - Peru.
- inecc. (2014). *Instituto Nacional de Ecología* . inecc.
- Inocente, M. (2015). Desarrollo de una bebida funcional elaborada con jugo de tumbo serrano (*Passiflora tripartita* var *mollissima* HKB) con propiedades antioxidantes. *XII Congreso Peruano de Nutrición* (págs. 102-121). Lima: Sociedad Peruana de Nutrición.
- J. Camavilca., M. G. (2019). *Efecto de la adición de pulpa de maracuya (Passiflora edulis) y tumbo (pasiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil*. Lima: Universidad Peruana Union.
- Karhan, M., Aksu, M., & Tetik, B. (2004). Kinetics modeling of anerobic thermal degradation of ascorvic acid in rose hip (*Rosa canina* L). *Food Quality*, 311-319.
- Kuno, N. (2021). *Efecto del secado convectivo sobre el valor nutricional , compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa y semilla de passiflora tripartita var. mollisima "tumbo serrano"*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Labuza, T. P. (2000). *The search for shelf life. Food Testing & Analysis*.
- Larmond, , E. ( (1977).). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Can Dept. Agr. Publ. 1637.
- LEIVA, A. (2012). *MUSEO DE HISTORIA NATURAL*.
- Llocle, J., & Florez, Y. (2019). “*Evaluación Físicoquímica Y Sensorial Del Néctar A Base De Tumbo (Passiflora Mollissima) Y Sábila (Aloe Vera) Edulcorado Con Miel De Abeja (Apis Mellifera)*” . . Sicuani - Cusco - Perú: Seminario UNSAAC.
- Malvais, R. (2017). *Estudio de vida en anaquel de bebidas saborizadas*. Toluca-Mexico: Universidad Autonoma de Toluca.
- Martinez, C. (2010). *Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción consumo perspectivas del siglo XXI* . Mexico.
- Matute, N., & Echevarria, A. (2020). Cinética de degradación del jugo funcional de tomate (*Lycopersia esculentum*, Mill) y cúrcuma (*Curcuma longa* L). *FACSalud UNEMI*, 23-36. Obtenido de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1165/1153>
- Mendoza, P. (2017). *Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con Spirulina (Arthrospira platensis)* . Arequipa - Perú: Tesis. UNSA.

- Mendoza-Corvis, F. M. (2016). Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (*Mangifera Indica*) durante el secado por aspersion. *Revista Chilena de Nutricion*, 50-58. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200008>
- Monje Peters, M. (2003). *Elaboración y conservación se pasta de Ajo Blandino ( Allium ampeloprasum L.)* . Chile: Tesis para optar el grado en Ingeniería de Alimentos. Universidad Austral de Chile.
- MORENO - ALVAREZ, M., MEDINA , A., ANTON , D., & GARCIA, D. (2003). *Uso de la pulpa de tuna En la elaboracion de bebidad cítricas pigmentadas.* . *Inercencias* 28 (9) 539 - 543.
- Narvaez, D., Woodbury, R., Cheng, Y., Wang, L., Kurth, A., Gleason, T., . . . Näpflin, M. (2019). *Evolved Developmental Niche Provision Report: Moral Socialization, Social Thriving.* *SAGE Open*, 9(2), 215824401984012.
- Neyra, I., & Sosa, J. (2021). Nectar de tumbo serrano (*Passiflora tripartita* Kunt, edulcorado con miel de abeja: Cuantificación de la Vitamina C y aceptabilidad oorganoleptica. *Agroindustrial Sience*, 105-112. doi:<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.02>
- Nicod, H. (2000). *La evaluacion sensorial,Objetivos y metodos de analisis sensorial.* Paris: Comision Francesa de Normalizacion de Analisis Sensorial.
- NTP. (2009). Norma Tecnica Peruana NTP 203.110. Lima-Peru: INDECOPI.
- NTP 203.110, P. (2009). *Jugos, Nectares y Bebidad de Frutas.* Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI.
- Ordoñez, L., & Yoshioka, L. (2012). Cinetica de degradacion termina de vitamina C en pulpa de mango (*Magnifera Indica L.*). *Vitae*, 81-88. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914019.pdf>
- Pita, G. (2007). Funciones de la vitamina E en la nutricion humana. *Revista cubana de alimentacion y nutricion*, 46-57.
- Pitchford, P. (2007). *Tradiciones Asiáticas y nutrición moderna* . North Atlantic Books.
- Pizarro, F., Olivares, M., & Kain, J. (2005). Hierro y Zinc en la dieta de la poblacion de Santiago. *Revista Chilena de Nutricion*, 106.116.
- Porcar, M. (2016). *Estudios de vida util de zumos de frutas envasadas.* Valencia-España: Universidad Politecnica d eValencia.



- Price, J. F. et. al. (1994). *"Ciencias de la carne y de los productos cárnicos"*, 2da. Ed., . Zaragoza-España.: Edit. ACRIBIA S.A.
- Quezada, K. (2014). *Elaboración De Una Bebida Funcional Tipo "Refrescante" A Base De Linaza Saborizada Con Piña: Estudio De Vida Util Y Aporte Nutricional De La Formulación*. Machala - El Oro - Ecuador: Tesis UTM.
- Quillimamani, S. (2019). *Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (Passiflora Mollissima B)*. Juliaca-Peru: Universidad Peruana Union. Obtenido de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1893/Sandra\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1893/Sandra_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramos, E. (2007). *¿Más que alimentos? En Barberá y Marcos (Eds.) Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación*. . Madrid-España.: Dirección General de Salud Pública y alimentación. .
- Reaño, E., & Rimarachin, S. (2015). *Determinación del tiempo de vida útil de una bebida a base de Noni (Morinda citrifolia) y Guayaba (Psisidium guajava L)*. 2015: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Robertsob, G. L. (1993). *Food Packing*. Marcel Dekker. . New York.
- Rodriguez, F. (2021). *Obtención y evaluación de un abebida funcional de agua de arroz (Oriza sativa L), saborizada con maracuya (Passiflora edulis) y edulcorada con stevia (stevia rebaudiana)*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Rojas, B., Repo de Carrasco, R., & Encina, Z. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 174-186.
- Rojas, F. (2015). *Formulación Y Evaluación De La Estabilidad De Betalainas Y Vitamina C En Almacenamiento De Bebida A Base De Tumbo (Passiflora Mollissima) Y Tuna (Opuntia Sp.) Edulcorada Con Stevia*. Huancayo - Perú: Tesis. UNCP.
- RTCA. (2007). *Reglamento Técnico Centroamericano*. Costa Rica: Ministerio de Salud.
- Salamanca, G., Osorio, M., & Montoya, L. (2010). Elaboración de un abebida funcional de alto valor biológico a base de Borojo (Borojoa patoni Cuatres). *Revista Chilena de Nutrición*, 192-201.
- Salas, J. (2019). *Encapsulado del ácido ascórbico y compuestos fenólicos del extracto de tumbo serrano (Passiflora mollissima H.B.K.) en alginato de sodio mediante gelificación iónica*. Lima: Universidad Union.

- SANCHEZ, C. (2003). *Crianza y producción de abejas - Apicultura. Ediciones Ripalme*. Lima - Peru Pag. 36.
- Sanchez, W., & Cortez, J. (2015). Determinacion de la vida util de la bebida a base de jugo d eremolacha (*Beta bulgaris*) y miel de abeja. *Scientia Agropecuaria*, 111-118.
- Sing, R. (2000). *Scientific Principtes of Shelf-Life Evaluation in MAN*,.
- Soto, N., & Chávez, V. (2005). *Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a Base de la mezcla de Harina de Cebada y de Espirulina*". Arequipa - Perú.: Tesis para optar el Título de Licenciada en Nutrición Humana. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSA.
- Toledo, R. (2011). *Fundamentals of Food process enginnering* . Los Angeles: Springer LA.
- Torrales, R., & Vendruscolo, J. (2008). Determination of reaction rate constans for ascorbic acid degradation in peach pure: Effect of temperature and concentration. *Science and technologyc of Food.*, 45-56.
- Toxqui, L., De Piero, A., Coutois, V., & Bastida, S. (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro, implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutricion Hospitalaria*, 360-365. doi:DOI:10.3305/nh.2010.25.3.4583
- Tung, M; et. Al. (2001). *Packaging considerations*. In Eskin, M; Robinson, D. eds. . Food shelf life stability. US. p. 3-36.
- Udlap. ((agosto -2014)). *Universidad de las Americas Puebla*. Huancayo-peru: Obtenido de Revisión bibliografica 3: catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lbi/...r\_1/capitulo3.pdf.
- Ureña, M., D'arrigo, M., & Giron, O. (1999). *Evaluacion Sensorial de los Alimentos*. Sevilla-España: Editorial Agraria.
- Urraca, E. (2011). *effect of water activity and pH on the shelf life of pulp of tumbo (Passiflora quadrangularis)*. Chiclayo-Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.
- VANEGAS, L. S. (2003). *Medición instrumental de algunos atributos de textura en embutidos de pasta fina y su relación con la evaluación sensorial por medio de consumidores habituales. Trabajo de grado Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Medellín p. 79.
- Vásquez, V. (2004). *Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de Moringa Oleífera. (Tesis inédita de la carrera de Nutrición)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Gt.: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

- Velasco, S. (2015). *Aprovechamiento de los productos agrícolas, Papaya (Carica papaya) y Maracuya (Passiflora edulis, flavicarpa) de la Parroquia San Antonio Cantón Santa Rosa de la Provincia de Oro para la Producción de Nestlé Natural*. Carrera de Ingeniería de Alimentos Unidad Académica Ciencia Química Y de Salud de la Universidad Técnica de Machala.
- Vicente, G., Villanueva, D., García, M., Fornari, T., & Reglero, G. (2011). *Extracción de hojas de romero (Rosmarinus officinalis) utilizando solventes líquidos presurizados*. *Flucomp* 4, 95-96.
- Vidaurre, J. (2014). *Principios Básicos para determinar la vida útil de los alimentos*. Peru: Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Vikram, V., Ramesh, M., & Prapulla, S. (2005). Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods. *Journal of Food Engineering*, 106-121. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.07.013>
- Vonshak, A., & Tomaselli, L. (1996). *“Arthrospira (Spirulina): Systematics and Ecophysiology. En The ecology of Cyanobacteria”*. Dordrecht, Holland.: Kluwer Academic Publishers. .

# ANEXOS

**ANEXO 01.**

**FOTOS DE PROCESOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**



LIEMPIEZA Y SELECCION



LIEMPIEZA Y SELECCION



PELADO-TROZADO



PELADO-TROZADO



MEZCLADO-PASTEURIZADO



ENVASADO



ANALISIS SENSORIAL



ANALISIS SENSORIAL



TRASLADO DE MUESTRAS



MUESTRAS EN LA INCUBADORA



MUESTRAS EN LA INCUBADORA



**ANEXO 02.**

**DATOS OBTENIDOS PARA EL COLOR**

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	3	4	5	7	4	2
2	5	4	5	3	5	6
3	3	3	5	5	3	3
4	4	4	4	4	5	6
5	5	4	5	2	2	2
6	5	4	6	3	4	4
7	4	4	4	5	3	3
8	6	6	6	7	7	6
9	6	6	6	5	4	5
10	1	4	5	6	3	2
11	1	3	5	7	3	1
12	2	3	3	6	3	2
13	6	5	5	5	6	7
14	7	5	7	5	6	5
15	7	6	5	5	7	5
16	3	4	5	6	3	3
17	5	5	7	6	5	5
18	6	5	5	6	6	6
19	4	5	3	2	6	7
20	6	6	7	6	6	7
21	6	6	6	7	6	5
<b>TOTAL</b>	95	96	109	108	97	92
<b>PROMEDIO</b>	4.52	4.57	5.19	5.14	4.62	4.38

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	4	3	6	7	5	6
2	5	4	6	5	3	2
3	6	4	3	5	3	7
4	6	6	4	5	6	3
5	4	4	5	6	6	6
6	6	4	6	5	7	5
7	3	6	5	3	6	6
8	5	4	5	7	5	7
9	3	3	5	5	6	5
10	5	4	5	6	3	4
11	4	5	7	7	4	7
12	5	6	3	2	5	5
13	6	5	5	6	4	5
14	6	5	5	6	2	4
15	2	4	6	5	6	2
16	7	5	7	7	5	3
17	1	6	4	6	4	2
18	7	4	5	3	3	3
19	6	5	5	5	5	2
20	2	4	5	1	3	2
21	4	6	5	6	5	4
<b>TOTAL</b>	97	97	107	108	96	90
<b>PROMEDIO</b>	4.62	4.62	5.10	5.14	4.57	4.29

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	3	4	5	4	5	6
2	3	4	5	5	3	3
3	5	3	6	5	7	2
4	5	4	5	6	6	5
5	4	4	7	5	5	7
6	5	5	5	3	3	5
7	4	6	7	5	3	5
8	7	4	6	5	7	6
9	3	6	5	6	6	2
10	7	3	5	5	6	6
11	2	5	6	6	5	5
12	1	4	5	7	3	2
13	1	6	7	6	4	5
14	6	5	5	6	5	4
15	6	5	6	5	5	4
16	4	4	5	5	4	5
17	6	6	3	2	4	6
18	5	3	5	6	5	4
19	6	4	6	7	4	4
20	4	5	4	2	5	7
21	6	5	3	7	3	1
<b>TOTAL</b>	93	95	111	108	98	94
<b>PROMEDIO</b>	4.43	4.52	5.29	5.14	4.67	4.48

**ANEXO 03.**

**DATOS OBTENIDOS PARA EL SABOR**

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	2	6	3	7	6	4
2	5	6	4	5	4	3
3	5	3	4	6	7	5
4	4	5	4	4	5	6
5	3	3	4	3	3	6
6	5	6	5	4	5	6
7	5	6	4	4	3	3
8	6	5	6	7	6	7
9	7	6	6	7	6	7
10	4	5	6	6	6	4
11	1	1	2	5	2	4
12	1	2	3	6	5	3
13	6	7	6	7	6	7
14	7	5	7	6	7	5
15	6	7	6	6	6	5
16	2	3	3	5	5	4
17	4	5	6	5	4	4
18	5	5	6	6	6	6
19	4	3	2	6	7	5
20	7	7	7	7	7	7
21	6	6	6	6	7	6
<b>TOTAL</b>	95	102	100	118	113	107
<b>PROMEDIO</b>	4.52	4.86	4.76	5.62	5.38	5.10

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	5	5	4	3	7	4
2	4	7	6	6	6	6
3	5	3	3	6	5	6
4	4	6	7	7	4	4
5	1	4	2	6	3	7
6	5	2	6	3	7	6
7	7	7	4	7	6	7
8	2	6	6	6	5	3
9	7	6	2	6	4	4
10	6	3	6	3	2	3
11	4	1	7	5	4	6
12	6	7	6	7	6	7
13	5	5	5	6	6	5
14	6	6	3	4	5	4
15	5	3	4	6	5	5
16	4	3	4	5	7	6
17	4	6	6	6	6	7
18	4	5	5	7	6	4
19	1	6	4	6	5	5
20	5	6	5	6	6	4
21	3	5	5	5	6	5
<b>TOTAL</b>	93	102	100	116	111	108
<b>PROMEDIO</b>	4.43	4.86	4.76	5.52	5.29	5.14

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	5	6	5	7	5	7
2	4	5	4	4	7	4
3	6	7	6	6	5	6
4	7	3	4	5	5	5
5	5	7	7	6	7	6
6	6	5	6	7	6	4
7	4	3	6	6	3	7
8	5	6	4	4	6	5
9	3	1	3	5	5	6
10	1	3	6	6	6	3
11	5	5	6	7	5	4
12	4	6	2	6	4	5
13	6	2	4	4	3	7
14	5	3	5	6	7	6
15	6	7	6	5	6	4
16	6	5	3	7	7	3
17	2	6	2	6	6	6
18	1	6	6	6	4	4
19	5	5	6	6	6	5
20	7	6	4	7	7	4
21	4	5	5	5	5	5
<b>TOTAL</b>	97	102	100	121	115	106
<b>PROMEDIO</b>	4.62	4.86	4.76	5.76	5.48	5.05



**ANEXO 04.**

**DATOS OBTENIDOS PARA EL OLOR**

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	4	6	5	6	5	6
2	6	5	4	2	3	3
3	4	4	5	5	6	4
4	5	5	4	4	5	6
5	5	5	5	5	5	6
6	4	6	5	4	5	4
7	5	5	4	4	4	3
8	7	6	6	6	7	7
9	6	4	5	5	6	6
10	3	5	4	5	4	3
11	7	5	3	5	4	6
12	4	4	4	5	3	4
13	7	6	5	6	5	6
14	6	4	7	5	6	6
15	7	6	6	5	6	5
16	5	4	5	4	4	4
17	4	4	5	4	4	4
18	6	5	5	5	6	6
19	3	4	2	5	6	7
20	6	7	7	6	7	6
21	5	5	6	6	5	4
<b>TOTAL</b>	109	105	102	102	106	106
<b>PROMEDIO</b>	5.19	5.00	4.86	4.86	5.05	5.05

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	6	5	6	5	6	6
2	7	6	5	6	5	4
3	5	7	6	5	5	6
4	6	5	4	2	7	7
5	4	4	7	5	4	5
6	5	6	4	4	6	6
7	7	4	5	6	4	6
8	4	5	5	5	5	5
9	6	6	3	5	5	5
10	3	5	6	5	6	6
11	5	4	4	6	4	4
12	7	5	4	5	5	7
13	4	4	5	5	7	3
14	6	6	5	5	5	4
15	6	4	5	6	5	6
16	5	5	7	4	4	3
17	6	5	4	5	6	4
18	5	5	4	4	5	6
19	5	5	5	5	4	5
20	6	4	5	6	3	4
21	3	4	4	4	5	6
<b>TOTAL</b>	111	104	103	103	106	108
<b>PROMEDIO</b>	5.29	4.95	4.90	4.90	5.05	5.14

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	5	5	7	6	7	7
2	4	4	5	5	6	6
3	7	5	6	2	5	4
4	6	6	4	4	4	5
5	5	5	5	6	5	7
6	6	5	5	5	6	4
7	4	4	2	4	6	4
8	7	6	6	5	5	6
9	4	4	4	4	7	5
10	4	7	5	6	5	4
11	5	5	4	4	4	6
12	6	4	4	5	4	3
13	3	6	6	5	6	4
14	3	4	5	4	4	6
15	7	5	7	6	5	6
16	5	6	4	5	6	5
17	4	5	5	4	3	6
18	6	5	4	5	4	5
19	6	6	5	6	5	4
20	4	4	5	5	3	3
21	6	5	3	5	6	4
<b>TOTAL</b>	107	106	101	101	106	104
<b>PROMEDIO</b>	5.10	5.05	4.81	4.81	5.05	4.95

**ANEXO 05.**

**DATOS OBTENIDOS PARA LA APARIENCIA GENERAL**

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	6	5	6	5	7	7
2	7	6	5	4	2	3
3	3	1	5	6	6	5
4	5	4	4	4	4	7
5	6	5	7	7	5	3
6	4	6	3	5	6	6
7	7	4	6	6	3	5
8	5	4	5	2	7	2
9	4	5	5	6	7	6
10	6	3	6	6	3	6
11	1	6	4	4	6	1
12	5	5	7	5	6	7
13	4	5	4	6	4	5
14	7	4	5	6	6	5
15	3	3	4	6	5	1
16	6	4	6	6	4	4
17	2	6	4	6	5	5
18	5	3	5	5	6	6
19	3	6	1	4	4	7
20	3	5	5	6	6	6
21	6	5	6	6	6	5
<b>TOTAL</b>	98	95	103	111	108	102
<b>PROMEDIO</b>	4.67	4.52	4.90	5.29	5.14	4.86

JUEZ	MUESTRAS					
	M: 572	M: 112	M: 695	M: 615	M: 941	M: 361
1	7	6	7	2	1	5
2	3	1	1	6	6	6
3	6	3	6	7	7	7
4	4	5	4	4	3	3
5	1	3	5	5	6	1
6	2	6	5	5	2	5
7	4	4	5	6	4	6
8	5	5	6	5	5	4
9	3	5	3	6	6	2
10	6	3	5	4	4	7
11	5	4	6	6	6	6
12	3	6	6	7	5	5
13	4	3	4	5	3	6
14	6	4	4	6	6	6
15	3	5	7	6	6	4
16	3	3	5	4	4	3
17	7	4	5	6	4	5
18	5	6	4	5	6	5
19	6	4	6	6	7	6
20	4	6	4	4	5	5
21	5	5	5	6	6	5
<b>TOTAL</b>	92	91	103	111	102	102
<b>PROMEDIO</b>	4.38	4.33	4.90	5.29	4.86	4.86

**ANEXO 06.**

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA BEBIDA EN LOS 06**

**ENSAYOS**



**MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICA DE SOLIDOS SOLUBLES.**

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	85-15	75-25	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	13.4	13.4	13.2	12.9	12.6	12.1
II	13.6	13.1	13.0	12.7	12.5	12.0
III	13.5	13.3	13.2	12.8	12.5	12.0

Fuente: elaboración propia.

**MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICO DE PH DEL PRODUCTO.**

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	85-15	75-25	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	3.3	3.2	3.4	3.5	3.7	3.7
II	3.3	3.4	3.4	3.6	3.6	3.7
III	3.3	3.3	3.5	3.5	3.5	3.7

Fuente elaboración propia.

**MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICA PARA LA ACIDEZ DEL PRODUCTO.**

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	85-15	75-25	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1 572	T2 112	T3 695	T4 615	T5 941	T6 361
I	0.253	0.246	0.241	0.238	0.234	0.230
II	0.252	0.248	0.241	0.239	0.235	0.240
III	0.254	0.247	0.241	0.237	0.233	0.220

Fuente: elaboración propia.

**ANEXO 07.**

**RESULTADOS DE ANÁLISIS ORGANOLEPTICO DE LA BEBIDA EN LOS 06  
ENSAYOS.**

**MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICO DEL COLOR DEL PRODUCTO.**

<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>MUESTRAS</b>					
<b>FORMULACION % (T-S)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	
	<b>85-15</b>	<b>75-25</b>	<b>55-45</b>	<b>45-55</b>	<b>35-65</b>	<b>25-75</b>	
<b>TRATAMIENTOS</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
	572	112	695	615	941	361	
<b>I</b>	4.46	4.53	5.13	5.09	4.58	4.34	
<b>II</b>	4.53	4.61	5.28	5.13	4.66	4.38	
<b>III</b>	4.57	4.57	5.17	5.20	4.62	4.42	

Fuente: Elaboración propia.

**MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICA PARA EL SABOR.**

<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>MUESTRAS</b>					
<b>FORMULACION % (T-S)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	
	<b>85-15</b>	<b>75-25</b>	<b>55-45</b>	<b>45-55</b>	<b>35-65</b>	<b>25-75</b>	
<b>TRATAMIENTOS</b>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
	572	112	695	615	941	361	
<b>I</b>	4.46	4.82	4.77	5.57	5.37	5.10	
<b>II</b>	4.53	4.90	4.75	5.61	5.39	5.12	
<b>III</b>	4.57	4.86	4.76	5.71	5.38	5.09	

Fuente: Elaboración propia.

### MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICA PARA EL OLOR

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	85-15	75-25	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	572	112	695	615	941	361
I	5.19	4.90	4.86	4.87	5.00	5.10
II	5.21	5.10	4.88	4.86	5.00	5.05
III	5.18	5.00	4.85	4.85	5.15	5.00

Fuente: Elaboración propia.

### MATRIZ DEL DISEÑO ESTADÍSTICA PARA APARIENCIA GENERAL

CARACTERISTICAS	MUESTRAS					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FORMULACION % (T-S)	85-15	75-25	55-45	45-55	35-65	25-75
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	572	112	695	615	941	361
I	4.50	4.44	4.91	5.29	5.00	4.86
II	4.54	4.42	4.89	5.31	4.49	4.87
III	4.52	4.42	4.90	5.28	5.51	4.86

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 08.**

**DISEÑO DE FORMULACION PARA LOS 06 ENSAYOS.**

**DISEÑO DE FORMULACIÓN PARA LOS ENSAYOS DE LA BEBIDA.**

<b>Variable Independiente</b>		
<b>Variable</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>
<b>Prueba</b>	<b>Tumbo (%)</b>	<b>Sábila (%)</b>
1	85	15
2	75	25
3	55	45
4	45	55
5	35	65
6	25	75

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 09.**

**FICHA DE EVALUCION SENSORIAL**

Tesis: ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

## FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Nombres y Apellidos: .....

Edad: ..... DNI: ..... Fecha: .....

Firma: .....

**Producto:** BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

Señores del panel de evaluación sensorial, por favor evaluar cada parámetro en el producto en forma individual. Colocar la calificación correspondiente según su opinión, considerando la escala de calificación presentada en el siguiente cuadro:

### ESCALA HEDÓNICA

Descripción	Puntaje de Calificación
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

### Características Organolépticas a Evaluar:

CARACTERÍSTICAS	MUESTRAS					
	572	112	695	615	941	361
COLOR						
SABOR						
OLOR						
APARIENCIA GENERAL						

Comentario: .....

.....



**ANEXO 10.**

**NORMA TECNICA PERUANA DE NÉCTARES Y BEBIDAS.**

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 203.110  
2009

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 31) Apuríaco 145 Lima, Perú

## JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos

FRUIT JUICES, NECTARS AND BEVERAGES. Specifications

**2009-06-24**  
**1ª Edición**

R.021-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2009-07-12

Precio basado en 25 páginas

I.C.S: 67.160.20

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Jugos, néctares, bebidas de frutas, requisitos

**ÍNDICE**

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. DEFINICIONES	5
4. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD	8
5. ADITIVOS	11
6. COADYUVANTES DE ELABORACIÓN	11
7. CONTAMINANTES	11
8. REQUISITOS	12
9. MUESTREO	14
10. ROTULADO	15
11. ANTECEDENTES	15
ANEXOS	
ANEXO A	16
ANEXO B	21
ANEXO C	24

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Jugos, néctares de fruta y refrescos, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de febrero de 2008 a febrero de 2009, utilizando como antecedente a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Jugos, néctares de fruta y refrescos presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias –CNB-, con fecha 2009-03-24, el PNTP 203.110:2009, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2009-04-24. **NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos, 1ª Edición**, el 12 de julio de 2009.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a las normas que se mencionan en el Anexo C. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurado de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	ADIL
Presidente	José Llamosas – Gloria S.A
Secretario	Rolando Piskulich
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
Agroindustrias AIB S.A	Roberto Falcone Axel Bohmer
AJEGROUP	Sonia Anticona de Cabrera Cristabel Curotto

ALICORP S.A.A	Dario Arrus
Cerper S.A	Lilian Fuertes Jessica Mendoza
Certilab Alas Peruanas SAC	Rosa Rosas
Coca Cola Servicios del Perú S.A	Ernesto Dávila
Corporación Lindley S.A	Juan Peña Walter Ramos
DIGESA – Dirección Higiene Alimentaria y Zoonosis	Omar Dueñas Marilyn Castillo
INASSA	Sara Gonzales
Intertek Testing Services Perú SAC	Ana María Vera
Laive S.A	Virginia Castillo
La Molina Calidad Total - Laboratorios	Pedro Cueva
Montana S.A	Antonieta Mann Rocio Córdova
Selva Industrial S.A	Lambert Pie Pau
Universidad Nacional Agraria La Molina	Américo Guevara
Kraft Foods Perú	Luciana Cabrera
Ministerio de Agricultura	Miguel Watts

—0000000—

## JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los jugos, néctares y bebidas de fruta envasada para consumo directo y es aplicada a los mismos.

### 2. REFERENCIA NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO 2172:1983	Fruit Juice - Determination of soluble solids content - Pycnometric method
2.1.2	ISO 2173:2003	Fruit Juice - Determination of soluble solids content - Refractometric method
2.1.3	ISO 1842:1991	Fruit and vegetables products. Determination of pH
2.1.4	ISO 6557-1:1986	Fruits, vegetables and derived products - Determination of ascorbic acid - Part 1: Reference method

2.1.5	ISO 6557-2:1984	Fruits, vegetables and derived products - Determination of ascorbic acid content - Part 2: Routine methods
2.1.6	ISO 5518:2007	Fruits, vegetables and derived products - Determination of benzoic acid content - Spectrophotometric method
2.1.7	ISO 5519:2008	Fruits, vegetables and derived products - Determination of sorbic acid content
2.1.8	ISO 6560:1983	Fruit and vegetable products - Determination of benzoic acid content (benzoic acid contents greater than 200 mg per litre or per kilogram) - Molecular absorption spectrometric method
2.1.9	ISO 2173:2003	Fruit and vegetable products - Determination of soluble solids - Refractometric method
<b>2.2</b>	<b>Normas Técnicas Regionales</b>	
2.2.1	UNE EN 1137:1995	Zumos de frutas y hortalizas. Determinación enzimática del contenido en ácido cítrico (citrato). Método espectrofotométrico NADH.
2.2.2	UNE EN 12630:2000	Zumos de frutas y hortalizas. Determinación de los contenidos de glucosa, fructosa, sorbitol y sacarosa. Método por cromatografía líquida de alta resolución.
2.2.3	UNE EN 1140:1995	Zumos de frutas y hortalizas. Determinación enzimática del contenido en D-glucosa y D-fructosa. Método espectrométrico NADPH.
2.2.4	UNE EN 12138:2000	Zumos de frutas y hortalizas. Determinación enzimática del contenido de ácido D-málico. Método espectrométrico NAD.

- |       |                   |                                                                                                                                     |
|-------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2.5 | UNE EN 1138:1995  | Zumos de frutas y bortalizas. Determinación enzimática del contenido en ácido L-málico (L-malato). Método espectrofotométrico NADH. |
| 2.2.6 | UNE EN 12143:1997 | Zumos de frutas y bortalizas. Estimación del contenido en sólidos solubles. Método refractométrico.                                 |
| 2.2.7 | UNE EN 12146:1997 | Zumos de frutas y bortalizas. Determinación enzimática del contenido en sacarosa. Método espectrofotométrico NADP                   |

### 2.3 Normas Técnicas de Asociación

- |       |             |                                                                             |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 2.3.1 | AOAC 967.21 | Ascorbic acid in vitamin preparations and juices                            |
| 2.3.2 | AOAC 986.13 | Quinic, malic, and citric acids in cranberry juice cocktail and apple juice |
| 2.3.3 | AOAC 993.05 | Malic/Total malic acid ratio in apple juice                                 |
| 2.3.4 | AOAC 995.06 | D-Malic acid in apple juice                                                 |
| 2.3.5 | AOAC 983.17 | Solids (soluble) in citrus fruit juices                                     |
| 2.3.6 | AOAC 990.28 | Sulfites in foods                                                           |

### 2.4 Otras referencias normativas

- |       |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.4.1 | FDA BAM 1995. Rev 2002 | Bacteriological analytical manual on line. Hipertext Source, c- 4 th Ed. Item A, B, C y D Revision september 2002. 1995. Enumeration of <i>Escherichia Coli</i> and the coliform bacteria, conventional method for coliforms, fecal coliforms and <i>E. Coli</i> . |
|-------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



2.4.2	ICMSF. Vol 1:1983	Microorganismos de los alimentos. Su significado y métodos de enumeración, Vol 1; pp 117-124 2da. Ed. Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Enumeración de Microorganismos aerobios mesófilos. Métodos de recuento en placa. Método 1 (recuento estándar).
2.4.3	ICMSF. Vol 1:1983	Microorganismos de los alimentos. Su significado y método de enumeración, Vol 1; pp. 165-167; 2da. Ed. Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983 Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de levadura y mohos por siembra en placa en todo medio.
2.4.4	ICMSF. Vol 1:1983	Microorganismos de los alimentos. Su significado y métodos de enumeración, Vol 1; pp 132-134 2da. Ed. Reimpresión 2000. Editorial Acribia 1983. Recuento de coliformes técnica del número mas probable (NMP). Método 1.
2.4.5	Método IFU N° 17A:1995 Rev. 2005	Determination of ascorbic acid by HPLC
2.4.6	Método IFU N° 63:1995 Rev. 2005	Preservatives (HPLC)
2.4.7	Método IFU 42:1976	Determination of carbone dioxide
2.4.8	Método IFU N° 22:1985 Rev. 2005	Determination of citric acid, (enzymatic)
2.4.9	Método IFU N° 67:1996 Rev. 2005	Determination of sugars and sorbitol (HPLC)
2.4.10	Método IFU N° 55:1985 Rev. 2005	Determination of glucose and fructose, enzymatic
2.4.11	Método IFU N° 64:1995 Rev. 2005	D-Malic acid (Enzymatic)

2.4.12	Método IFU N° 21:1985 Rev. 2005	Determination of L-Malic Acid, enzymatic
2.4.13	Método IFU N° 26:1995 Rev. 2005	Determination of pectin
2.4.14	Método IFU N° 8:2000 Rev. 2005	Determination of soluble solids (indirect method by refractometry)
2.4.15	Método IFU N° 56:1998 Rev. 2005	Determination of sucrose, enzymatic
2.4.16	Método IFU N° 7A:2000 Rev. 2005	Determination of total sulphurous acid
2.4.17	NMKL 122:1997	Saccharin liquid chromatographic determination in beverages and sweets
2.4.18	NMKL 124:1997	Benzoic acid, sorbic acid and phydroxybenzoic acid esters. Liquid chromatographic determination in foods
2.4.19	NMKL 132:1989	Sulphite. Enzymatic determination in foods
2.4.20	NMKL 135:1990	Sulphite. Enzymatic determination in foods
2.4.21	NMKL 148:1993	Fructose glucose and saccharose. Liquid chromatographic determination in fruit and vegetable products

### 3. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 **jugo de fruta:** Líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras.

Algunos jugos podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles, que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Los jugos podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos<sup>1</sup> de sustancias aromáticas, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células<sup>2</sup> obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Un jugo de un sólo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un jugo mixto es el que se obtiene mezclando dos o más jugos y purés de diferentes tipos de frutas.

El jugo de fruta se obtiene como sigue:

**3.1.1 Jugo de fruta exprimido:** Jugo obtenido directamente por procedimiento de extracción mecánica.

**3.1.2 Jugo de fruta a partir de concentrados:** Obtenido mediante la reconstitución con agua potable, del jugo concentrado de fruta, definido en el apartado 3.2.

**3.2 Jugo concentrado de fruta:** Producto que se ajusta a la definición del apartado 3.1, salvo que se ha eliminado físicamente el agua en cantidad suficiente para elevar los grados brix establecido para el jugo reconstituido de la misma fruta en al menos 50% (véase el Anexo A). Los jugos concentrados de fruta podrán contener sustancias aromáticas reincorporadas, obtenidas del mismo tipo de fruta por procedimientos físicos adecuados. Podrán añadirse pulpa y células<sup>2</sup> del mismo tipo de fruta obtenidos por procedimientos físicos adecuados.”

<sup>1</sup> Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

<sup>2</sup> Pulpa de fruta es la parte sólida comestible de las frutas (sólidos insolubles), que ha sido separada del jugo, por la acción de moler, exprimir, desmenuzar y tamizar. En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del jugo obtenido del endocarpio.

**3.3 Jugo de fruta extraído con agua:** Es el producto que se obtiene por difusión con agua de:

- fruta pulposa entera cuyo jugo no puede extraerse por procedimientos físicos, o
- fruta deshidratada entera.

Estos productos podrán ser concentrados y reconstituídos.

El contenido de sólidos del producto acabado deberá satisfacer el valor mínimo de grados Brix para el jugo reconstituído que se especifica en el Anexo A.

**3.4 puré de fruta utilizado en la elaboración de jugos y néctares de frutas:** Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el jugo. La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura. El puré de fruta podrá contener componentes restablecidos<sup>3</sup>, de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células<sup>4</sup> obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

**3.5 puré concentrado de fruta utilizado en la elaboración de jugos y néctares de frutas:** Se obtiene mediante la eliminación física de agua del puré de fruta en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix en un 50 % más que el valor Brix establecido para el jugo reconstituído de la misma fruta, según se indica en el Anexo A. El puré concentrado de fruta podrá contener componentes restablecidos<sup>3</sup>, de sustancias aromáticas, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta.

<sup>3</sup> Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

<sup>4</sup> Pulpa de fruta es la parte sólida comestible de las frutas (sólidos insolubles), que ha sido separada del jugo, por la acción de moler, exprimir, desmenuzar y tamizar. En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del jugo obtenido del endocarpio.

<sup>5</sup> Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

3.6 **néctar de fruta:** Es el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua, con o sin adición de azúcares, de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes, a productos definidos en los apartados 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 o una mezcla de éstos. Podrán añadirse sustancias aromáticas<sup>3</sup> (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius. También puede añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta. Deberá satisfacer además los requisitos para los néctares de fruta que se definen en el Anexo A. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta.

3.7 **bebidas de fruta:** Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante la dilución con agua del jugo (concentrados o sin concentrar o la mezcla de estos, provenientes de una o más frutas), y la adición de ingredientes y otros aditivos permitidos. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Podrán añadirse sustancias aromáticas<sup>3</sup> (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, también pueden añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta.

Las bebidas de fruta, son similares a los néctares de fruta, con la diferencia que, en lugar de contener un mínimo de 20 % de sólidos solubles del jugo o puré que lo origina, contienen un mínimo de 10 % de sólidos solubles. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta.

#### 4. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

##### 4.1 Composición

##### 4.1.1 Ingredientes básicos

- a) Para los jugos de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del jugo exprimido de la fruta, y el contenido de sólidos

solubles del jugo de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de jugo. En ambos casos, deberán cumplir con el nivel mínimo de grados Brix establecido en el Anexo A.

b) La preparación de jugos de frutas que requieran la reconstitución de jugos concentrados, deberá ajustarse al nivel mínimo de grados Brix establecido en el Anexo A, con exclusión de los sólidos de cualesquiera de los ingredientes y aditivos facultativos añadidos. Si en el Anexo A no se ha especificado el nivel de grados Brix, este se calculará sobre la base del contenido de sólidos solubles del jugo de concentración natural utilizado para producir tal jugo concentrado.

#### 4.1.2 Otros ingredientes autorizados

a) Podrán añadirse azúcares con menos del 2 % de humedad: sacarosa, dextrosa anhidra, glucosa y fructosa a todos los productos definidos en el capítulo 3.

b) Podrán añadirse jarabes: sacarosa líquida, solución de azúcar invertido, jarabe de azúcar invertido, jarabe de fructosa, azúcar de caña líquido, isoglucosa y jarabe con alto contenido de fructosa, sólo a jugos de fruta a partir de concentrados, a jugos concentrados de frutas, a purés concentrados de fruta, a néctares de frutas y a las bebidas de fruta.

Adicionalmente sólo a los néctares de fruta y a las bebidas de fruta podrán añadirse miel y/o azúcares derivados de frutas.

NOTA: La adición de los ingredientes que se indican en los apartados 4.1.2 a) y 4.1.2 b) se aplicará sólo a los productos destinados a la venta al consumidor.

c) Podrá añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos y purés que no han sido adicionados de azúcares.

d) Podrá añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares y bebidas de fruta.

e) En el caso de los jugos de fruta, se prohíbe la adición de azúcares o jarabes y acidulantes a la vez.

- f) Podrá añadirse jugo obtenido de mandarina al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10 % de sólidos solubles de mandarina respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- g) Podrán añadirse al jugo de tomate sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).
- h) Podrán añadirse a los productos definidos en esta NTP, nutrientes esenciales (por ejemplo, vitaminas, minerales).

#### 4.2 Criterios de calidad

Los jugos, néctares y bebidas de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del jugo del mismo tipo de fruta de la cual proceden.

**4.2.1 Autenticidad:** Se entiende por autenticidad al mantenimiento en el producto de las características físicas, químicas, sensoriales y nutricionales naturales de la fruta o frutas de las que proceden.

#### 4.2.2 Verificación de la composición, calidad y autenticidad

Los jugos, néctares y bebidas de frutas deberán someterse a pruebas para determinar su autenticidad, composición y calidad cuando sea pertinente y necesario. Los métodos de análisis utilizados son los establecidos en el Anexo B o métodos alternativos reconocidos internacionalmente.

La verificación de la autenticidad/calidad de una muestra puede ser evaluada por comparación de datos para la muestra, generados usando métodos apropiados incluidos en esta NTP, con aquellos producidos para la fruta del mismo tipo y de la misma región, permitiendo variaciones naturales, cambios estacionales y por variaciones ocurridas debido a la elaboración /procesamiento.

Cuando exista sospecha de adulteración, se sugiere que la verificación de composición, calidad y autenticidad se realice verificando en la planta de procesamiento los registros de insumos utilizados, para comprobar que se cumplan las proporcionalidades que la NTP señale, como complemento a los análisis químicos del producto.

## 5. ADITIVOS

En los alimentos regulados en la presente Norma Técnica Peruana podrán emplearse los aditivos alimentarios permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por la Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios.

## 6. COADYUVANTES DE ELABORACIÓN

En los alimentos regulados en la presente Norma Técnica Peruana podrán emplearse los coadyuvantes de elaboración permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por las normas del Codex Alimentarius establecidas para este fin.

## 7. CONTAMINANTES

### 7.1 Residuos de plaguicidas

Los productos regulados por las disposiciones de esta NTP deberán cumplir con los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la autoridad nacional competente o la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.

### 7.2 Otros contaminantes

Los productos regulados por las disposiciones de esta NTP deberán cumplir con los niveles máximos para contaminantes establecidos por la autoridad nacional competente o por la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.



## 8. REQUISITOS

### 8.1. Requisitos específicos

#### 8.1.1 Requisitos específicos para jugos y purés de frutas:

- a) El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El puré debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- c) El jugo y el puré deben estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

#### 8.1.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas:

- a) El néctar puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.
- c) El néctar de fruta debe tener un pH menor de 4.5 (determinado según la Norma ISO 1842)
- d) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en el néctar deberá ser mayor o igual al 20 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para los néctares de estas frutas de alta acidez, el contenido de jugo o puré deberá ser el suficiente para alcanzar una acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico.

### 8.1.3 Requisitos específicos para los jugos y purés concentrados

- a) El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El puré concentrado debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- d) El jugo y el puré concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños a su naturaleza.
- e) El contenido de sólidos solubles (grados brix) del jugo concentrado será por lo menos, un 50 % más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original. (Véase el Anexo A)

### 8.1.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas:

- a) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en las bebidas deberán ser mayor o igual al 10 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta.
- b) El pH será inferior a 4,5
- c) El contenido mínimo de sólidos solubles (\* Brix) presentes en la bebida debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o puré, referido en el Anexo A de la presente NTP.

## 8.2 Requisitos físico químicos

Los jugos, néctares y las bebidas de la presente NTP, deben cumplir con las especificaciones (grados brix) establecidas en el Anexo A con la metodología establecida en la Norma ISO 2172 o la Norma ISO 2173.

**8.3 Requisitos microbiológicos****TABLA1 - Requisitos microbiológicos para Jugos, Néctares y Bebidas de Frutas**

	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de Ensayo</b>
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	5	<3	--	0	FDA BAM On Line ICMSF
Recuento estándar en placa REP UFC/ cm <sup>3</sup>	5	10	100	2	ICMSF
Recuento de mohos UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF
Recuento de levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	5	1	10	2	ICMSF

En donde:

- n** = número de muestras por examinar.
- m** = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.
- M** = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
- c** = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.
- <** = léase menor a .

**9. MUESTREO**

9.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la norma ISO 3951-1.

9.2 Criterios de Aceptación o rechazo.

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta NTP, se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

**10. ROTULADO**

El rotulado deberá cumplir con lo especificado en la NTP 209.038 y en las disposiciones legales vigentes sobre rotulado tales como la Normas Técnicas Peruanas: NTP 209.651 Etiquetado, Uso de Declaraciones de Propiedades Nutricionales y Saludables, y la NTP 209.652 Alimentos Envasados. Etiquetado Nutricional (CAC/GL 23-1997). Los néctares que utilicen en su formulación sustancias aromáticas idénticas a las naturales, artificiales o una mezcla de ellas deberán declararlo en el rótulo, de acuerdo a lo especificado en el apartado 6.2.2.4 de la NTP 209.038.

**11. ANTECEDENTES**

11.1	Codex Stan 247:2005	Norma General del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas
11.2	Decreto Supremo N° 977/96- Chile	Reglamento Sanitario de los Alimentos
11.3	PNA 22004:2007	JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos

ANEXO A  
(NORMATIVO)CONTENIDO MÍNIMO DE SÓLIDOS SOLUBLES  
(GRADOS BRUX) PARA JUGOS, PURÉS Y BEBIDAS DE  
FRUTA

Nombre Botánico	Nombre común de la fruta	Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)	Néctares mínimo 20 % de puré y/o jugo en el néctar <sup>6</sup>	Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Manzana de acajú	10	2,0	1,0
<i>Ananas comosus (L.) Merrill</i> <i>Ananas sativus L. Schult F.</i>	Piña	10	2,0	1,0
<i>Annona muricata L.</i>	Guanábana, Cachimón espinoso	14,5	2,9	1,45
<i>Annona squamosa L.</i>	Anona blanca	14,5	2,9	1,45
<i>Averrhoa carambola L.</i>	Carambola	7,5	1,5	0,75
<i>Carica papaya L.</i>	Papaya	7	1,4	0,7
<i>Citrullus lanatus (Thumb.) Matsum &amp; Naki var. Lanatus</i>	Sandía	8,0	1,6	0,8

<sup>6</sup> Se toma como criterio el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile, que establece el contenido mínimo de 20 % de la participación de la pulpa.

<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) (swingle)	Limón sutil	8,0 <sup>7</sup>	1,6	0,8
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f. <i>Citrus limonum</i> Rissa	Limón	6	1,2	0,6
<i>Citrus paradisi</i> Macfad	Pomelo o toronja	10,0 <sup>7</sup>	2,0	1,0
<i>Citrus paradisi</i> , <i>Citrus grandis</i>	Pomelo dulce (Oroblanco)	10,0	2,0	1,0
<i>Citrus reticulata</i> Blanca	Mandarina/Tangerina	9	1,8	0,9
<i>Citrus sinensis</i> (L.)	Naranja	10	2,0	1,0
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Membrillo	11,2	2,24	1,12
<i>Cocos nucifera</i> L. <sup>8</sup>	Coco	5,0	1,0	0,5
<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	7,5	1,5	0,75
<i>Empetrum nigrum</i> L.	"Crowberry"	6,0	1,2	0,6
<i>Eugenia uniflora</i> Rich	Pitanga, Cereza de Suriname	6,0	1,2	0,6
<i>Ficus carica</i> L.	Higo	18,0	3,6	1,8

<sup>7</sup> Acidez corregida determinado según el método para el total de ácidos titulables que figura en el Anexo B

<sup>8</sup> Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

<i>Fragaria x. Ananassa Duchesne (Fragaria chiloensis Duchesne x Fragaria virginiana Duchesne)</i>	Fresa (frutilla)	7,5	1,5	0,75
<i>Lycopersicon esculentum L.</i>	Tomate	5,0	1,0	0,5
<i>Malus domestica Borkh.</i>	Manzana	10	2,0	1,0
<i>Malus prunifolia (Willd.) Borkh. Malus sylvestris Mill.</i>	Manzana silvestre	15,4	3,08	1,54
<i>Mannea americana</i>	Mamey	13	2,6	1,3
<i>Mangifera indica L.</i>	Mango	10	2,0	1,0
<i>Morus sp.</i>	Mora	6,5	1,3	0,65
Musa: Especies incluidas <i>M. acuminata</i> y <i>M. paradisiaca</i> pero excluyendo los otros plátanos	Banana, banano, Plátano	18	3,6	1,8
<i>Pasiflora edulis</i>	Granadilla amarilla	12	2,4	1,2
<i>Prunus avium L.</i>	Cereza dulce	20	4	2
<i>Prunus armeniaca L.</i>	Albaricoque, chabacano, damasco	11,5	2,3	1,15
<i>Prunus cerasus L.</i>	Cereza agria	14,0	2,8	1,4
<i>Prunus cerasus L. c.v. Stevnsbaer</i>	Guinda	17,0	3,4	1,7

<i>Prunus domestica</i> L. subsp. <i>Domestica</i>	Ciruela	18,5	3,7	1,85
<i>Prunus domestica</i> L. Subsp. <i>domestica</i>	Ciruela Claudia	12,0	2,4	1,2
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch var. <i>nucipersica</i> (Suckow) c. K. Schneid.	Nectarina	10,5	2,10	1,05
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch var. <i>Persica</i>	Melocotón, durazno	10	2,10	1,0
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	8	1,6	0,8
<i>Punica granatum</i> L.	Granada	12	2,4	1,2
<i>Pyrus communis</i> L.	Pera	10	2	1,0
<i>Ribes rubrum</i> L.	Grosella blanca	10	2,0	1,0
<i>Ribes avia-crispa</i> L.	Uva espina	7,5	1,5	0,75
<i>Sambucus nigra</i> L. <i>Sambucus canadensis</i> .	Sauco	10,5	2,10	1,05
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Lulo o naranjilla	6	* <sup>9</sup>	** <sup>10</sup>
<i>Spondia lutea</i> L.	Marañón (caju)	10	2,0	1,0
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo (dátil Indio)	13	* <sup>9</sup>	** <sup>10</sup>
<i>Theobroma cacao</i> L.	Pasta de cacao	14	2,8	1,4

<sup>9</sup> \* Elevada acidez, la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,4% (como ácido cítrico)

<sup>10</sup> \*\* Elevada acidez, la cantidad suficiente para lograr un aporte mínimo de 5% de sólidos solubles de la fruta



NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 203.110  
20 de 25

<i>Baccinium macrocarpon</i> Aiton <i>Vaccinium oxycoccos</i> L.	Arándano agrio	7,5	1,5	0,75
<i>Vaccinium, vitis -idaea</i> L.	Arándano rojo	10	2,0	1,0
<i>Vitis Vinifera</i> L. O sus híbridos <i>Vitis Labrusca</i> O sus híbridos	Uva	12	2,4	1,2
<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	Maracuyá amarillo	12	**	**10
<i>Solanum sessiliflorum</i>	Cocona	12	2,4	1,2

Prohibida su reproducción total o parcial

**ANEXO B**  
(NORMATIVO)  
**MÉTODOS DE ANÁLISIS**

<b>DISPOSICION</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>PRINCIPIO</b>	<b>TIPO</b>
Ácido L-ascórbico (aditivos)	Método IFU N° 17A	CLAR (HPLC)	II
Ácido L-ascórbico (aditivos)	ISO 6557-1	Espectrometría de fluorescencia	IV
Ácido L-ascórbico (aditivos)	AOAC 967.21 ISO 6557-2	Método de indofenol	III
Ácido benzoico y sus sales	ISO 5518 ISO 6560	Espectrometría	III
Ácido benzoico y sus sales; Ácido sórbico y sus sales	Método IFU N° 63 NMKL 124	CLAR (HPLC)	II
Dióxido de carbono (aditivos y Condicionantes de elaboración)	Método IFU N° 42	Titulometría (titulación indirecta después de la precipitación)	IV
Ácido cítrico <sup>31</sup> (aditivos)	AOAC 986.13	CLAR (HPLC)	II
Ácido cítrico <sup>31</sup> (aditivos)	UNE EN 1137 Método IFU N° 22	Determinación enzimática	III

<sup>31</sup> Todos los azúcares excepto los azúcares (ligados) a base de cítrico

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 203.110  
22 de 25

Glucosa y fructosa (ingredientes permitidos)	UNE EN 12630 Método IFU N° 67 NMKL 148	CLAR (HPLC)	III
Glucosa-D y fructosa-D (ingredientes permitidos)	UNE EN 1140 Método IFU N° 55	Determinación enzimática	II
Acido málico (aditivos)	AOAC 993.05	Determinación enzimática y CLAR	III
Acido málico -D	UNE EN 12138 Método IFU N° 64 AOAC 995.06	Determinación enzimática	II
Acido málico -D En zumo (jugo) de manzana		CLAR (HPLC)	II
Acido málico -L	UNE EN 1138 Método IFU N° 21	Determinación enzimática	II
Pectina (aditivos)	Método IFU N° 26	Precipitación/fotometría	I
Conservantes en los zumos (jugos) de fruta (ácido sórbico y sus sales)	ISO 5519	Espectrometría	III
Sacarina	NMKL 122	Cromatografía líquida	II
Sólidos solubles	AOAC 983.17 UNE EN 12143 Método IFU N° 8 ISO 2173	Indirecto por refractometría	I
Sucrosa (sacarosa) (ingredientes permitidos)	UNE EN 12146 Método IFU N° 56	Determinación enzimática	III

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 203.110  
23 de 25

Sucrosa (sacarosa) (ingredientes permitidos)	UNE EN 12630 Método IFU N° 67 NMKL 148	CLAR (HPLC)	II
Dióxido de azufre (aditivos)	AOAC 990.28 Método IFU N° 7A NMKL 132	Titulometría después de destilación	II
Dióxido de azufre (aditivos)	NMKL 135	Determinación enzimática	III
Dióxido de azufre (aditivos)	ISO 5522	Titulometría después de la destilación	III
Ácido tartárico en zumo (jugo) de uva (aditivos)	UNE EN 12173	CLAR	II
Nitrógeno total	UNE EN 12135 Método IFU N° 18	Digestión /volumetría	I

**ANEXO C**  
(INFORMATIVO)**NORMAS QUE SERÁN REEMPLAZADAS POR LA  
PRESENTE NTP**

C.1	NTP 203.010:1970	JUGO DE MARACUYA
C.2	NTP 203.065:1974	CONCENTRADO DE FRUTAS. Definiciones, clasificación y requisitos generales
C.3	NTP 203.001:1971	JUGOS DE FRUTAS Generalidades
C.4	NTP 203.005:1971	JUGO DE LIMÓN REAL
C.5	NTP 203.003:1976	JUGOS DE PIÑA (ANANA)
C.6	NTP 203.004:1976	JUGO DE NARANJA
C.7	NTP 203.006:1976	JUGO DE TORONJA (POMELO)
C.8	NTP 203.007:1976	JUGO DE MANZANA
C.9	NTP 203.008:1976	JUGO DE TOMATE
C.10	NTP 203.031:1977	NECTAR DE MANGÓ
C.11	NTP 203.032:1977	NECTAR DE ALBARICOQUE (DAMASCO)
C.12	NTP 203.033:1977	NECTAR DE MANZANA
C.13	NTP 203.034:1977	NECTAR DE PERA
C.14	NTP 203.035:1977	NECTAR DE DURAZNO
C.15	NTP 203.036:1977	NECTAR DE GUAYABA

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 203.110  
25 de 25

---

C.16	NTP 203.037.1977	NECTAR DE PIÑA (ANANA)
C.17	NTP 203.038.1977	NECTAR DE PAPAYA
C.18	NTP 203.062.1977	NECTAR DE COCONA
C.19	NTP 203.063.1977	NECTAR DE PLATANO
C.20	NTP 203.039.1977	NECTAR DE NARANJILLA (LULO)
C.21	NTP 203.011.1979	NECTAR DE MARACUYA
C.22	NTP 203.064.1979	NECTAR DE MARAÑÓN

Prohibida su reproducción total o parcial

**ANEXO 11.**

**CERTIFICADOS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO**



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

## INFORME N° LQ 0680A-21 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ALIMENTOS

SOLICITA :

Josefan Llodle Condori  
 Fidei Hanococcallo Paccaya

TESIS :

ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL EN UNA BEBIDA  
 FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora molissima*) Y SÁBILA (*Aloe  
 vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

MUESTRA :

BEBIDA FUNCIONAL

PROCEDENCIA :

UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI

DISTRITO :

Sicuani

PROVINCIA :

Canchis

REGION :

Cusco

FECHA DE INFORME :

06 / 12 / 2021

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS

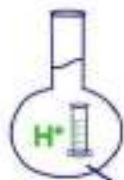
L. Determinación de pH, acidez y solidos totales °Brix para la muestra a temperatura de 17 °C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	15/11/2021	16/11/2021	17/11/2021	18/11/2021	19/11/2021	20/11/2021	21/11/2021	22/11/2021
pH	3.5	3.5	3.6	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8
ACIDEZ	0.240	0.230	0.230	0.210	0.200	0.200	0.200	0.190
°BRIX	13.1	12.8	12.5	12.0	12.3	11.6	10.7	9.0



*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18189





# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Campa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

II. Determinación de pH, acidez y sólidos totales °Brix para la muestra a temperatura de 27 °C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021
pH	3.6	3.5	3.6	3.6	3.7	3.9
ACIDEZ	0.243	0.254	0.248	0.211	0.208	0.200
*BRIX	12.8	12.8	12.2	11.9	10.8	9.7

III. Determinación de pH, acidez y sólidos totales °Brix para la muestra a temperatura de 37 °C

	M1	M2	M3	M4	M5
	08/11/2021	09/11/2021	10/11/2021	11/11/2021	12/11/2021
pH	3.5	3.6	3.6	3.8	3.9
ACIDEZ	0.256	0.249	0.243	0.243	0.240
*BRIX	13.0	12.9	12.5	11.5	10.6

METODO DE ANALISIS: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).

Harry Johnstone Fisher, PH.D., ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS, Administración de Alimentos y Drogas, Distrito de Boston, Editorial Acribia Zaragoza, España.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



*Mario Campa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16106

**ANEXO 12.**

**CONTENIDO DE HIERRO Y VITAMINA C**



# MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 966887776 - 951562574

## INFORME N°LQ 0630B-21

### ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HIERRO Y VITAMINA C DE LA BEBIDA FUNCIONAL

SOLICITA :

Josefan Liclle Condori

Fidel Harococcallo Paccaya

TESIS :

ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL EN UNA BEBIDA  
 FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora malissima*) Y SÁBILA (*Aloe  
 vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

MUESTRA :

BEBIDA FUNCIONAL

PROCEDENCIA :

UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI

DISTRITO :

Sicuani

PROVINCIA :

Canchis

REGION :

Cusco

FECHA DE INFORME :

06 / 12 / 2021

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

MUESTRA (a) A TEMPERATURA DE 17 °C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	15/11/2021	16/11/2021	17/11/2021	18/11/2021	19/11/2021	20/11/2021	21/11/2021	22/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.2	17.3	16.5	15.3	14.7	14.1	13.8	13.2
HIERRO (Fe) ppm	1.08	1.06	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00

MC QUIMICALAB  
  
 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 AGROINDUSTRIAL - SICUANI  
 CUSCO

  
 MARIO CUMPA CAYURI  
 INGENIERO QUIMICO  
 DEL COLEGIO DE INGENIEROS N° 1888



# MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 19465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776 - 951562574

## MUESTRA (b) A TEMPERATURA DE 17 °C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	15/11/2021	16/11/2021	17/11/2021	18/11/2021	19/11/2021	20/11/2021	21/11/2021	22/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.4	18.0	17.1	14.9	14.7	14.3	13.0	12.7
HIERRO (Fe) ppm	1.04	1.03	1.02	1.02	1.00	1.00	0.97	0.96

## MUESTRA (c) A TEMPERATURA DE 17 °C

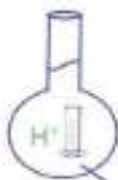
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	15/11/2021	16/11/2021	17/11/2021	18/11/2021	19/11/2021	20/11/2021	21/11/2021	22/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.0	17.0	16.2	15.0	14.2	13.8	13.6	13.3
HIERRO (Fe) ppm	1.09	1.08	1.03	1.01	1.0	1.0	0.99	0.98

## MUESTRA (a) A TEMPERATURA DE 27 °C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.0	19.0	17.0	16.0	15.0	13.0
HIERRO (Fe) ppm	1.08	1.08	1.08	1.05	1.04	1.02



*G. Cumpa*  
 GURY CUMPA CAYURI  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 3188



# MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 1046887711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776 - 951362574

## MUESTRA (b) A TEMPERATURA DE 27°C

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.8	18.0	17.5	16.2	14.0	14.0
HIERRO (Fe) ppm	1.09	1.08	1.06	1.03	1.02	1.00

## MUESTRA (c) A TEMPERATURA DE 27°C

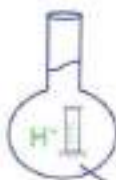
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021
VITAMINA C mg/100 ml	23.1	19.0	17.0	16.9	15.0	12.5
HIERRO (Fe) ppm	1.07	1.07	1.06	1.06	1.06	1.01

## MUESTRA (a) A TEMPERATURA DE 37°C

	M1	M2	M3	M4	M5
	08/11/2021	09/11/2021	10/11/2021	11/11/2021	12/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	23.0	18.8	16.0	14.0	12.2
HIERRO (Fe) ppm	1.20	1.07	1.06	1.01	0.99


**MC QUIMICALAB**  
 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 1046887711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776 - 951362574

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS 18198



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776 - 951562574

## MUESTRA (b) A TEMPERATURA DE 37°C

	M1	M2	M3	M4	M5
	08/11/2021	09/11/2021	10/11/2021	11/11/2021	12/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	23.5	20.0	15.0	14.5	12.0
HIERRO (Fe) ppm	1.20	1.10	1.08	1.08	0.89

## MUESTRA (c) A TEMPERATURA DE 37°C

	M1	M2	M3	M4	M5
	08/11/2021	09/11/2021	10/11/2021	11/11/2021	12/11/2021
VITAMINA C mg/100 ml	22.2	17.0	17.0	13.0	12.0
HIERRO (Fe) ppm	1.09	1.06	1.02	1.00	0.96

METODO DE ANALISIS: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).

Harry Johnstone Fisher, PH.D., ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS, Administración de Alimentos y Drogas, Distrito de Boston, Editorial Acribia Zaragoza, España.

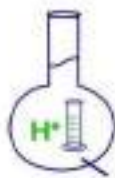
NOTA: Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.



*Gury Manuel Cumpa Gutierrez*  
**MARIO CUMPA CAUQUE**  
 INGENIERO QUIMICO  
 EN EL CARGO DE DETERMINACION

**ANEXO 13.**

**DETERMINACIÓN DE HIERRO Y VITAMINA C DE LA MUESTRA  
GANADORA**



# MC QUIMICALAB

Del Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

## INFORME N° LQ 0680C-21

### ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HIERRO Y VITAMINA C DE LA BEBIDA FUNCIONAL

SOLICITA :

Josefan Llodle Condon  
Fidel Hancoccallo Paccaya

TESIS :

ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL EN UNA BEBIDA  
FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe  
vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

MUESTRA :

BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora mollissima*) Y SÁBILA (*Aloe  
vera*) CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*).

PROCEDENCIA :

UNSAAC - INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - SICUANI

FECHA DE INFORME :

06 / 12 / 2021

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

#### CONTENIDO DE HIERRO Y VITAMINA C DEL ENSAYO GANADOR EN ANÁLISIS SENSORIAL

COMPONENTE	e1	e2	e3	PROMEDIO
Vitamina C (mg/100ml)	22.00	22.20	22.40	22.20
Hierro (Fe) ppm	1.06	1.00	1.08	1.046

METODO DE ANALISIS: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).

Harry Johnstone Fisher, PH.D., ANALISIS MODERN DE LOS ALIMENTOS, Administración de Alimentos y Drogas, Distrito de Boston. Editorial Acribia Zaragoza, España.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.



  
MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUIMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 1918



**ANEXO 14.**

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**


**LAASA LAB**
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN AGROINDUSTRIAS Y INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
**5 RESULTADOS:**
**INFORME N°41 – AM – LAASA LAB 2021**
**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE**
**SOLICITANTES: LLOCLLE CONDORI, JOSEFAN,  
HANCCOCCALLO PACCAYA, FIDEL.**
**PROYECTO DE TESIS: "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora molíssima*) Y SABILA (*Aloe vera*), CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*)"**
**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO – FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.**
**Muestra: BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE TUMBO (*Passiflora molíssima*) Y SABILA (*Aloe vera*), CON ADICIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*)**

Toma de muestra : Realizada por Sr. Josefán Lloclle Condori.  
 Lugar de Procedencia : Laboratorio de Investigación e Innovación de Productos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial,  
 Distrito : Sicuani – Cusco - Cusco.  
 Descripción de muestra : Envases de vidrio, con tapa rosca sellados  
 Fecha muestreo 1er. Ensayo : 19/10/2021  
 Fecha muestreo 2do. Ensayo : 08/11/2021  
 Fecha muestreo 3er. Ensayo : 15/11/2021

**RESULTADOS:**
**I A. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1- A Temperatura de ensayo 27°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>3</sup> .
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-1 (19/10)	3	<1,8	<1,8	<1,8	0	0
M-2 (20/10)	4	<1,8	<1,8	<1,8	0	0
M-3 (21/10)	22	<1,8	<1,8	<1,8	0	0
M-4 (22/10)	43	<1,8	<1,8	<1,8	0	0
M-5 (23/10)	50	<1,8	<1,8	<1,8	0	0
M-6 (24/10)	Incontables	<1,8	<1,8	<1,8	57	Incontables

7


**LAASA LAB**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA, ALIMENTOS Y AMBIENTE
**I B. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1- B Temperatura de ensayo 27°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml	N.M.P. Coliformes /100ml			Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-1 (19/10)	2	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-2 (20/10)	5	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-3 (21/10)	19	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-4 (22/10)	42	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-5 (23/10)	52	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-6 (24/10)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	62	Incontables

**I C. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1- C Temperatura de ensayo 27°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml	N.M.P. Coliformes /100ml			Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>3</sup>
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-1 (19/10)	3	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-2 (20/10)	3	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-3 (21/10)	25	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-4 (22/10)	45	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-5 (23/10)	48	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-6 (24/10)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	68	Incontables


**LAASA LAB**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, SUELOS Y RESIDUOS SÓLIDOS
**II A. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 2 A – Temperatura de ensayo 37°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	Leveduras UFC/cm <sup>3</sup> .
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-8 (8/11)	3	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-9 (9/11)	5	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-10(10/11)	9	<1.8	<1.8	<1.8	2	5
M-11(11/11)	12	<1.8	<1.8	<1.8	5	7
M12 (12/11)	236	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables

**II B. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 2 B – Temperatura de ensayo 37°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/cm <sup>3</sup>	Leveduras UFC/cm <sup>3</sup> .
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-8 (8/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-9 (9/11)	6	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-10(10/11)	7	<1.8	<1.8	<1.8	2	4
M-11(11/11)	10	<1.8	<1.8	<1.8	6	7
M12 (12/11)	241	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables


**LAASA LAB**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS, AMBIENTES Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO
**II C. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 2 C – Temperatura de ensayo 37°C**

N° Ref. Laboratorio	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/ cm <sup>3</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>3</sup> .
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/ cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/ cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
N-8 (8/11)	4	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
N-9 (9/11)	3	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-10(10/11)	11	<1.8	<1.8	<1.8	2	3
M-11(11/11)	13	<1.8	<1.8	<1.8	4	5
M12 (12/11)	241	<1.8	<1.8	<1.8	68	Incontables

**III. A. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 3 A – Temperatura de ensayo 17°C.**

N° Ref. Laboratorio (Fecha análisis)	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/ cm <sup>3</sup>	Levaduras UFC/ cm <sup>3</sup>
		Coliformes Totales UFC/ cm <sup>3</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/ cm <sup>3</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/ cm <sup>3</sup> (44.5 °C)		
M-13(15/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-14(16/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-15(17/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(18/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(19/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	1
M-17(20/11)	3	<1.8	<1.8	<1.8	1	1
M-18(21/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables
M-19(22/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables


**III. B. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 3 B – Temperatura de ensayo 17°C.**

N° Ref. Laboratorio (Fecha análisis)	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/cm <sup>2</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>2</sup>
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>2</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>2</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>2</sup> (44.5 °C)		
M-13(15/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-14(16/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-15(17/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(18/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(19/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	1
M-17(20/11)	2	<1.8	<1.8	<1.8	1	1
M-18(21/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables
M-19(22/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables

**III. C. ENSAYO MICROBIOLÓGICO 3 C – Temperatura de ensayo 17°C.**

N° Ref. Laboratorio (Fecha análisis)	Numeración Microorganismos Aerobios Mesófilos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			Mohos UFC/cm <sup>2</sup>	Levaduras UFC/cm <sup>2</sup>
		Coliformes Totales UFC/cm <sup>2</sup> (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/cm <sup>2</sup> (44.5 °C)	E. coli UFC/cm <sup>2</sup> (44.5 °C)		
M-13(15/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-14(16/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-15(17/11)	0	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(18/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	0
M-16(19/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	0	1
M-17(20/11)	1	<1.8	<1.8	<1.8	1	1
M-18(21/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables
M-19(22/11)	Incontables	<1.8	<1.8	<1.8	57	Incontables


**LAASA LAB**
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, SANEAMIENTO Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
**Métodos de Referencia:**

Coliformes Totales (NMP)

SMEWW-APHA-AWWW-WEF Part. 9221 E-1, 23Ed (2017).

Coliformes Fecales (NMP)

SMEWW-APHA-AWWW-WEF Part. 9221 B, 23Ed (2017).

**Abreviaturas:**

mg/L

Miligramos por litro.

UFC/ml.

Unidades formadoras de colonias por mililitro

NMP/100ML.

Número más probable por 100 mililitros.

&lt;1.8

Para el método de NMP, equivale a cero.

Bga. María de Carmen Yáñez Mujica  
 BIOLOGA  
 C. B. P. 8298

**ANEXO 15.**

**MUESTRAS PRELIMINARES PARA DETERMINAR LAS FORMULACIONES  
DE LA BEBIDA**



**% TUMBO    % SABILA**

95	5		
90	10		
85	15		
80	20		
75	25	→	<b>F1</b>
70	30		
65	35	→	<b>F2</b>
60	40		
55	45	→	<b>F3</b>
50	50		
45	55	→	<b>F4</b>
40	60		
35	65	→	<b>F5</b>
30	70		
25	75	→	<b>F6</b>
20	80		
15	85		
10	90		
5	95		