

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base  
de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento  
“*Capsicum annuum*”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**YOEL ALEX PEREZ HERRERA  
CLAUDIA MARIELA LUISA RAMIREZ ALVAREZ**

**HUACHO - PERÚ  
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de  
Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento  
“*Capsicum annuum*”**

**Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador**

---

**Ing. GUILLERMO NAPOLEON VASQUEZ CLAVO**  
Presidente

---

**Ing. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA**  
Secretario

---

**Ing. SARELA CARMELA ALFARO CRUZ**  
Vocal

---

**Ing. EDWIN A. MACAVILCA TICLAYAURI**  
Asesor

**HUACHO - PERÚ  
2018**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a Dios por ser guía, fuente de fuerza y sabiduría, sin el nada de esto sería posible; el haber podido lograr la meta de culminar esta obra fruto de gran dedicación.

A nuestros padres, hermanos, profesores y amistades que en su momento nos brindaron su apoyo total con el objeto de nuestra superación personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Manifestamos un sincero agradecimiento a todas las personas que durante todo este tiempo nos han apoyado en el desarrollo del presente trabajo.

A nuestros docentes por compartir sus conocimientos y palabras, a nuestro asesor Ing. Macavilca Ticlayauri, Edwin A., por su apoyo, disposición, y dirección, al personal del laboratorio a cargo.

A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Vicerrectorado de Investigación, en especial al proyecto de Investigación Modalidad FOCAM: "Formulación De Bebidas Funcionales Con Capacidad Antioxidante A Base De Frutas Y Verduras", por el apoyo en el uso de la infraestructura, equipos y reactivo lo que también facilitó la ejecución de la presente tesis.

A todas las personas que de una u otra forma, han sido parte de este proceso.

## INDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
INDICE.....	5
INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE ANEXOS.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCION.....	14
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problema específico.....	15
1.3. Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.5. Delimitación del Estudio.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	19
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. Alimento Funcional.....	20
2.2.2. Melón.....	22
2.2.3. Maracuyá.....	24
2.2.4. Pimiento.....	27
2.2.5. Edulcorantes.....	29
2.2.6. Lino.....	31

2.2.7.	Estabilizante.....	33
2.2.8.	Capacidad antioxidante.....	33
2.2.9.	Radicales libres.....	36
2.2.10.	Los compuestos fenólicos.....	36
2.2.11.	Carotenoides .....	37
2.2.12.	Técnicas para la determinación de la actividad antioxidante .....	38
2.2.13.	Método DPPH.....	40
2.2.14.	Método del ABTS.....	41
2.2.15.	Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).....	41
2.2.16.	Tratamiento térmico .....	41
2.2.17.	Inactivación enzimática .....	42
2.2.18.	Efecto del calor sobre la degradación de atributos sensoriales y nutricionales. .....	43
2.2.19.	La evaluación sensorial de los alimentos .....	44
2.2.20.	Vida útil sensorial de un alimento .....	44
2.2.21.	Pruebas aceleradas de vida útil (PAVU) .....	46
2.2.22.	Análisis de supervivencia .....	50
2.3.	Definición de términos básicos.....	53
2.4.	Formulación de hipótesis.....	54
2.4.1.	Hipótesis General: .....	54
2.4.2.	Hipótesis Específicas:.....	54
2.5.	Operacionalización de las variables.....	54
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		55
3.1.	Diseño metodológico.....	55
3.1.1.	Tipo de investigación.....	55
3.1.2.	Nivel de investigación .....	55
3.1.3.	Diseño.....	55
3.1.4.	Enfoque.....	55
3.2.	Población y muestra.....	56
3.2.1.	La población .....	56
3.2.2.	Muestra .....	56
3.3.	Técnicas de para la recolección de datos.....	56
3.3.1.	Técnicas a emplear .....	56
3.3.2.	Métodos a emplear.....	61

3.3.3.	Descripción de los instrumentos.....	64
3.4.	Técnica para el procesamiento de la información	66
3.4.1.	Diseño estadístico .....	66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		67
4.1.	Caracterización de la materia prima.....	67
4.2.	Caracterización de pH de las bebidas elaboradas.....	68
4.3.	Evaluación sensorial de las bebidas elaboradas.....	69
4.4.	Evaluación de la capacidad antioxidante.....	72
4.5.	Optimización de la bebida con capacidad antioxidante.....	76
4.6.	Evaluación sensorial para la obtención del porcentaje aceptable de Stevia en la bebida.....	78
4.7.	Obtención de la bebida funcional a base melón, maracuyá y pimienta.....	81
4.7.1.	Obtención de bebida funcional.....	81
4.8.	Evaluación funcional de la bebida optimizada.....	83
4.9.	Evaluación de la estabilidad de la bebida respecto a la capacidad antioxidante	84
4.9.1.	Determinación del Orden de reacción ( n=0) .....	86
4.9.2.	Determinación del Orden de reacción ( n=1) .....	89
4.9.3.	La energía de Activación (Ea).....	90
4.9.4.	Valor Q <sub>10</sub> .....	91
4.9.5.	Vida útil media de la capacidad antioxidante .....	93
CAPÍTULO V. DISCUSIONES.....		95
5.1.	Discusiones.....	95
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		100
6.1.	Conclusiones.....	100
6.2.	Recomendaciones.....	101
CAPITULO VII. REFERENCIAS.....		102
7.1.	Fuentes Bibliográficas.....	102

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición del melón: por cada 100g de parte comestible cruda. ....	23
Tabla 2: Contenido de polifenoles totales en el melón.....	23
Tabla 3: Composición de jugo de maracuyá. ....	25
Tabla 4: Contenido de vitamina C de diferentes frutas tropicales.....	26
Tabla 5: Contenido nutricional del pimiento.....	28
Tabla 6: Beneficios de la semilla de linaza .....	31
Tabla 7: Composición química de la semilla de lino referida a 100g de producto .....	31
Tabla 8: Clasificación de los antioxidantes, según su origen .....	34
Tabla 9 : Clasificación de los antioxidantes según el sitio donde ejercen su acción.....	35
Tabla 10: Principales radicales libres en el organismo.....	36
Tabla 11: Métodos espectrofotométricos para la determinación capacidad antioxidante ..	39
Tabla 12: Operacionalización de variables.....	54
Tabla 13: Proporción para la mezcla base de cada tratamiento.....	66
Tabla 14: Características iniciales de la materia prima .....	67
Tabla 15: pH de las bebidas en estudio .....	68
Tabla 16: Resultado de la evaluación sensorial de las bebidas en estudio .....	69
Tabla 17: Resultado dela evaluación de la capacidad antioxidante por el método de inhibición al reactivo DPPH en las bebidas.....	73
Tabla 18: Variables y función de deseabilidad con sus criterios para optimizar .....	76
Tabla 19. Solución optimizada en función de la aceptabilidad para la mejor mezcla.....	77
Tabla 20: Datos de aceptación/rechazo de los consumidores.....	79
Tabla 21: Resultado del contenido funcional en la bebida optimizada. ....	83
Tabla 22: Evaluación de la degradación de la capacidad antioxidante de la bebida.....	84
Tabla 23: Valores de pendiente , k y $R^2$ a las diferentes temperaturas.....	86
Tabla 24: Degradación de la capacidad antioxidante de la bebida optimizada por días según temperaturas expresado en logaritmo natural.....	87
Tabla 25: Valores de pendiente , k y $R^2$ a las diferentes temperaturas.....	89
Tabla 26: Valores de la regresión de $1/T^\circ$ vs $\ln[k]$ , el valor (k).....	90
Tabla 27: Valores de pendiente, k , $R^2$ y $E_a$ .....	91
Tabla 28: Valor del $Q_{10}$ a las temperaturas de estudio: .....	91
Tabla 29: Valores de la vida útil media de la capacidad antioxidantes respecto a las temperaturas de almacenamiento.....	92

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes del maracuyá ( <i>passiflora edulis</i> var. <i>Flavicarpa</i> ).....	25
Figura 2: Planta de estevia.....	30
Figura 3: El esteviol es el componente básico de los glucósidos dulces de la estevia .....	30
Figura 4: Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante.....	40
Figura 5: Técnica de obtención de pulpas de pimiento, maracuyá y melón.....	57
Figura 6: Flujograma para la elaboración de una bebida funcional .....	60
Figura 7: Triangulo de las proporciones de mezcla.....	66
Figura 8: Curvas de contorno y ecuación del modelo para la evaluación del ph .....	68
Figura 9: Curvas de contorno y ecuación del modelo para las respuestas de la evaluación sensorial en las bebidas según las mezclas.....	70
Figura 10: Curva de contorno y ecuación del modelo para aceptación de la evaluación sensorial en las bebidas según las mezclas.....	71
Figura 11: Curvas de inhibición del DPPH frente a diferentes concentraciones de las bebidas estudiadas.....	74
Figura 12: Curva de contorno y ecuación del modelo para la evaluación de actividad antioxidante en la mezcla de las bebidas estudiadas .....	75
Figura 13: Solución optimizada obtenida en función de la deseabilidad .....	77
Figura 14: Gráfica del análisis de supervivencia con el modelo de weibull para la concentración ideal de stevia.....	80
Figura 15: Flujo definitivo del proceso de elaboración de la bebida funcional a base melón, maracuyá y pimiento. ....	82
Figura 16: Degradación de la capacidad antioxidante respecto a los días en almacenamiento a las diferentes temperaturas estudiadas.....	85
Figura 17: Degradación de la capacidad antioxidante de la bebida por días de almacenamiento a las temperaturas estudiadas. ....	88
Figura 18: Relación $1/t$ ( $^{\circ}k$ ) vs $\ln(k)$ .....	90
Figura 19: Dependencia de $Q_{10}$ con respecto a la temperatura.....	92

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	119
Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial de la bebida funcional.....	120
Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial de 4 tratamientos.....	121
Anexo 4. Performance del desempeño de los panelistas en la evaluación sensorial de las 4 bebidas.....	122
Anexo 5. Ficha de evaluación sensorial de Stevia.....	123
Anexo 6. Evaluación sensorial: respuestas de aceptación o rechazo a las concentraciones de Stevia en la bebida final, tipo de censura y código.....	124
Anexo 7. Análisis de distribución de Weibull .....	126
Anexo 8. Resumen de características y cálculos de la distribución de Weibull .....	128
Anexo 9. Data de los resultados en el programa Design Expert (versión trial) para su evaluación como diseño de mezcla.....	129
Anexo 10. Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH- Bebidas.....	131
Anexo 11. Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH - Materia prima.....	133
Anexo 12. Protocolo para la determinación espectrofométrica de Beta-caroteno.....	138
Anexo 13. Protocolo para la determinación de vitamina C: método volumétrico – 2,6 diclorofenol.....	139
Anexo 14. Protocolo para la determinación de capacidad antioxidante: Método Orac..	140
Anexo 15. Determinación de capacidad antioxidante: Método ABTS+.....	143
Anexo 16. Protocolo para determinación de polifenoles totales.....	145
Anexo 17. Galería de fotos de la elaboración y evaluación de las bebidas.....	146

## **Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annuum*”.**

Claudia Mariela Luisa Ramirez Alvarez<sup>1</sup>, Yoel Alex Perez Herrera<sup>1</sup>, Edwin Antonio MacavilcaTiclayauri<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Elaborar una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Maracuyá “*Passiflora edulis*”, Melón “*Cucumis melo*” y Pimiento “*Capsicum annuum*”. **Métodos:** Mediante el diseño de mezcla por superficie respuesta se obtuvo 4 en diferentes proporciones de maracuyá, melón y pimiento, las cuales se sometieron a una evaluación sensorial y determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH. La bebida optimizada según el programa Design Expert se sometió a una segunda evaluación sensorial para encontrar el porcentaje adecuado de stevia empleando el análisis de supervivencia con el modelo weibull. Se realizó una evaluación funcional: polifenoles totales por reactivo de Folin-Ciocalteu, el espectrofotométrico directo para carotenoides ( $\beta$ - caroteno ), el de 2,6 diclorofenol - indofenol para la vitamina C, método ORAC para la capacidad antioxidante y se finalmente se procedió a la evaluación de la estabilidad de la capacidad antioxidante de la bebida por método ABTS, mediante pruebas aceleradas a T° de 30, 45 y 60 °C, siguiendo el modelo de cinética de reacción basados en las ecuaciones de Arrhenius. **Resultados:** La bebida con mayor aceptación sensorial y capacidad antioxidante fue el tratamiento 2, la concentración de Stevia a un 50% de aceptación o rechazo corresponde a 0,36% en la bebida. Respecto al contenido funcional: contenido de fenoles totales fue  $150,52 \pm 23,24$  mg EAG /L, capacidad antioxidante  $1,02$  uM Eq Trolox /gr,  $\beta$  -caroteno  $113,23 \pm 10,07$   $\mu$ g/100ml, el contenido de Vitamina C  $4,32 \pm 0,75$  mg Ácido Ascórbico/100 mL. La degradación de la capacidad antioxidante responde a una cinética de primer orden, con una energía de activación térmica de  $7290,191$  Cal/Mol°K, y un valor de  $Q_{10}$  de 1,21 para 30°C y 40 °C. **Conclusión:** La bebida optimizada tiene un contenido funcional, determinándose los parámetros adecuados para su elaboración y la estabilidad que llegaría tener respecto a la degradación de su capacidad antioxidante.

**Palabras claves:** Bebida funcional, capacidad antioxidante, vida media.

---

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental.

# **Elaboration of a functional drink with antioxidant capacity based on Melon “*Cucumis melo*”, Passion Fruit “*Passiflora edulis*” and Pepper “*Capsicum annuum*”.**

Claudia Mariela Luisa Ramirez Alvarez<sup>1</sup>, Yoel Alex Perez Herrera<sup>1</sup>, Edwin Antonio MacavilcaTiclayauri<sup>1</sup>

## **ABSTRACT**

**Objective:** To prepare a functional drink with antioxidant capacity based on Passion Fruit "Passiflora edulis", Melon "Cucumis melo" and Pepper "Capsicum annuum". **Methods:** Using the surface mix design, 4 responses were obtained in different proportions of passion fruit, melon and pepper, which were subjected to sensory evaluation and determination of antioxidant capacity by the DPPH method. The drink optimized according to the design expert program underwent a second sensory evaluation to find the appropriate percentage of stevia using survival analysis with the weibull model. A functional evaluation was carried out: total polyphenols by Folin-Ciocalteu reagent, direct spectrophotometry for carotenoids ( $\beta$ -carotene), 2,6 dichlorophenol - indophenol for vitamin C, ORAC method for antioxidant capacity and finally the evaluation of the stability of the antioxidant capacity of the beverage by the ABTS method, through accelerated tests at T° of 30, 45 and 60 °C, following the reaction kinetics model based on the Arrhenius equations. **Results:** The drink with the highest sensory acceptance and antioxidant capacity was treatment 2, the concentration of Stevia at 50% acceptance or rejection corresponds to 0,36% in the drink. Regarding the functional content: content of total phenols was 150,52±23,24 mg EAG/L, antioxidant capacity 1,02 uM Eq Trolox/gr,  $\beta$ -carotene 113,23±10,07  $\mu$ g/100ml, content of Vitamin C 4,32±0,75 mg Ascorbic Acid/100 ml. The degradation of antioxidant capacity responds to first order kinetics, with a thermal activation energy of 7290,191 Cal/Mol°K, and a Q10 value of 1,21 for 30°C and 40°C. **Conclusion:** The optimized drink has a functional content, determining the appropriate parameters for its preparation and the stability that it would have with respect to the degradation of its antioxidant capacity.

**Keywords:** Functional drink, antioxidant capacity, half-life.

---

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un interés a la tendencia de búsqueda de nuevas materias primas (frutas, verduras, leguminosas, cereales, entre otros) con altos contenidos de antioxidantes y darles un valor agregado para la industrialización. Los alimentos funcionales también son conocidos como: nutraceúticos, alimentos de diseño, alimentos medicinales, terapéuticos o superalimentos. Entre los alimentos funcionales se encuentran las bebidas funcionales, a base de jugos de frutas ya que aportan beneficios a la salud por encima de los valores nutritivos simples atribuidos al producto convencional. (Acosta *et al.*, 2014). La capacidad antioxidante celular está dada por mecanismos a través de los cuales la célula anula la reactividad y/o inhibe la generación de radicales. Estos mecanismos son adecuados a la muy corta vida media de los radicales libres y comprenden moléculas pequeñas, endógenas y exógenas con capacidad antioxidante (Thornalley y Vasak, 1985), esta realidad ha generado el interés por investigar sobre contenido de la capacidad antioxidante de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de melón, maracuyá y pimiento.

Nuestro aporte con éste trabajo de investigación: Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de melón "*cucumis melo* ", maracuyá "*passiflora edulis* " y pimiento "*capsicum annum* " se basa en la cuantificación de los compuestos funcionales que llega a tener nuestra bebida. Siendo nuestros objetivos los siguientes:

- Elaborar una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de maracuyá, melón y pimiento.
- Determinar la proporción adecuada de jugo de maracuyá, extracto de melón y extracto de pimiento que permite obtener una bebida con capacidad antioxidante.
- Evaluar la vida útil de la bebida funcional a base de jugo de maracuyá, extracto de melón y extracto de pimiento con respecto a su capacidad antioxidante.

Las aplicaciones de la determinación de la capacidad antioxidante en una bebida funcional a base de melón, maracuyá y pimiento son diversos para predecir el potencial antioxidante; así mismo determinar la protección frente a la oxidación y el deterioro del alimento que disminuye su calidad y valor nutricional.

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad la población en general busca consumir alimentos de preparación rápida, pero sin estar consciente de la calidad de alimentación, ya que en los reportes más recientes de la Organización Mundial de la Salud se estima que en la mayoría de países se ha incrementado alarmantemente los índices de enfermedades crónico degenerativas, y esto está fuertemente asociado a la falta de una cultura de la alimentación sana. Estas enfermedades crónico degenerativas se asocian a la falta de consumo de antioxidantes en la dieta, ya que está muy documentado que una alta concentración de radicales libres en el ser humano acarrea desórdenes metabólicos de muy alto impacto, dando origen a enfermedades como diabetes mellitus, hipertensión, cataratas en los ojos y, principalmente, algunos tipos de cáncer. En el ámbito actual en el que se desarrolla nuestra vida cotidiana, cada día es más difícil tomar una decisión a la hora de elegir lo que vamos a consumir. Los alimentos cada vez son más procesados, y no se sabe en realidad cuál es su contenido exacto. Esto motiva a elaborar productos cada vez más sanos, inocuos y además que mantengan o superen las características nutricionales ordinarias de los alimentos comunes. (Acosta *et al.*, 2014).

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

- ¿En qué medida la elaboración de una bebida a base de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annuum*” influye su capacidad antioxidante?

### 1.2.2. Problema específico

- ¿En qué medida la proporción adecuada de extracto de Melón “*Cucumis melo*”, jugo de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y extracto de Pimiento “*Capsicum annuum*” permitirá obtener una bebida funcional con cierta capacidad antioxidante?

- ¿Cómo se relaciona la vida útil de la bebida funcional a base de extracto de Melón “*Cucumis melo*”, jugo de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y extracto de Pimiento “*Capsicum annuum*” respecto a su capacidad antioxidante?

### **1.3.Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1.Objetivo general**

- Elaborar una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annuum*”.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la proporción adecuada de extracto de Melón “*Cucumis melo*”, jugo de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y extracto de Pimiento “*Capsicum annuum*” que permite obtener una bebida con capacidad antioxidante.
- Evaluar la vida útil de la bebida funcional a base de extracto de Melón “*Cucumis melo*”, jugo de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y extracto de Pimiento “*Capsicum annuum*” respecto a su capacidad antioxidante.

### **1.4.Justificación de la investigación**

Las bebidas funcionales son productos que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas, como por ejemplo en el metabolismo del colesterol, la mineralización ósea y la reducción de riesgos de enfermedad.

Debido a estos requerimientos y cambios de vida en la persona se plantea la elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante, dado que estos compuestos son sustancias que ralentizan el proceso de envejecimiento celular, por ello las propiedades son sumamente beneficiosas para nuestro organismo. Se tratan de un grupo de vitaminas, minerales y colorantes de compuestos vegetales. Los mismos nos ayudan a evitar el efecto perjudicial de los radicales libres que son los causantes del envejecimiento prematuro y enfermedades de carácter degenerativo, aumentan el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cáncer. La función de los antioxidantes es actuar como una forma de defensa del cuerpo humano. Nuestro organismo no puede fabricar los antioxidantes, por ello necesitamos consumirlos a partir de los alimentos como frutas y verduras. Los antioxidantes

más conocidos son: vitamina C, vitamina E, Beta-caroteno. Es necesario incrementar el consumo de verduras y frutas en productos elaborados como una bebida.

### **1.5.Delimitación del Estudio**

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos e Ingeniería de Alimentos, de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNJFSC, donde se encuentra instalado el Proyecto de Investigación Modalidad FOCAM. Los métodos usados para la evaluación funcional; fueron para la determinación de capacidad antioxidante el método DPPH, ABTS, polifenoles totales por reactivo de Folin-Ciocalteu, el método de 2,6 diclorofenol-indofenol para la determinación de ácido ascórbico (vitamina C).

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Pérez y Sandoval (2012), realizó la investigación: “Formulación de una bebida funcional con propiedades antioxidantes a base de toronja (*Citrus paradisi*, variedad *ruby red*) ” en la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, El Salvador .Llegando a la siguiente conclusión principal: La formulación de la bebida funcional a base de jugo de toronja se llevó a cabo realizando 7 ensayos con edulcorante de sacarosa y 7 ensayos con edulcorante de miel natural, cada uno de los ensayos contempla una porción de jugo puro de toronja y la otra porción de edulcorante (para el caso miel de abejas o sacarosa) más el diluyente (para el caso agua) respectivamente.

Acosta y Terán (2014), en su investigación: “Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao en polvo (*Theobroma Cacao L.*), edulcorado con stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) ” en la Universidad Técnica Del Norte – Ecuador. Llegando a la siguiente conclusión: Al realizar los tres diferentes procesos térmicos en el mejor tratamiento, se determinó que la mayor degradación de la Vitamina C, es cuando el producto es sometido a 121°C x 15 minutos, en una cantidad del 24,61 %. Mientras que con los dos tratamientos térmicos restantes (90°C x 30 minutos y 63°C x 30 minutos) su reducción fue del 8,41 % y 8,65%, respectivamente. Sin embargo, después de cualquiera de los tres tratamientos térmicos que se aplicó al producto, la vitamina C cumplió con los requerimientos diarios recomendados.

Altamirano (2013), en su tesis: “Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (*Justicia Spicigera*)” en la Universidad Veracruzana, México. Llegando a la siguiente conclusión: El contenido de Polifenoles y la actividad antioxidante de la bebida elaborada a base de extracto de muicle la definen como una buena fuente de antioxidantes, lo cual favorece la prevención del estrés oxidativo, el cual ha sido relacionado con diferentes enfermedades y procesos degenerativos. La ingesta diaria recomendada de Polifenoles es de

650 mg, por lo que la bebida elaborada, en una presentación de 500 mL estaría contribuyendo aproximadamente con el 80% de este valor.

Muñoz (2007), realizando su investigación: “Diseño y evaluación de una bebida funcional en base a Cranberry” en la Universidad de Chile. Llegando a la siguiente conclusión: El uso de la metodología de Taguchi permitió determinar las concentraciones óptimas de cada uno de los componentes (jugo de cranberry, jugo de manzana, inulina/oligofructosa y sucralosa) que influyen sobre la calidad organoléptica del producto, permitiendo de esta forma optimizar la formulación de la bebida funcional.

Castillo (2014), en su tesis de investigación: “Evaluación de la inclusión del Asai (*Euterpe precatoria Mart*) en el desarrollo de una bebida funcional” en la Universidad Nacional de Colombia. Llegando a la siguiente conclusión: Existen resultados promisorios respecto al impacto del Asai y sus beneficios sobre la salud. La mayoría de publicaciones utilizan modelos in vitro e in vivo (animales) y se cuenta sólo con tres investigaciones que involucran grupos humanos, cuyos hallazgos son positivos. Es necesario plantear estudios clínicos altamente rigurosos que involucren a poblaciones humanas sanas y en situaciones patológicas, que permitan comprobar las propiedades del Asai como alimento funcional e involucrar en estos la especie *Euterpe precatoria*, que no ha sido objeto de esta clase de estudios.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Bustamante (2015), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en su estudio se planteó como objetivo desarrollar un procedimiento para el desarrollo de una bebida funcional con extracto de *Equisetum arvense* "Cola de caballo" edulcorado con *Stevia rebaudiana bertonii* "Stevia". Determinó parámetros óptimos en su elaboración, donde los extractos los realizó con una proporción 1:6 para cola de caballo: agua y 1:4 para maíz morado: agua, a una temperatura de 100° C por espacio de 15 minutos. Obtiene una formulación óptima (cola de caballo 25 %, extracto de maíz morado 30 % y agua tratada 40 %, estevia en polvo 0,07 %, ácido cítrico 1 %) pasteurizándose a 90 °C por espacio de 10 minutos, envasado y enfriado a temperatura ambiente para su almacenamiento entre 2 a 5 °C. Sus análisis arrojaron  $2,87 \pm 0,28$  °Brix de SST,  $13 \pm 0,02$  % para acidez titulable,  $84,8 \pm 0,20$  mg AGE/100 ml para contenido de polifenoles y  $5,39 \pm 0,01$  mg ET/ml actividad

antioxidante; lo que representa en un 65,3 % de ingesta de polifenoles recomendada y con un edulcorante de sabor agradable y de cuidado para la salud.

Acosta *et al.*, (2016) en su tesis “Evaluación composicional, capacidad antioxidante de pulpa y cáscara de la Anona muricata L. (Guanábana)”, Se determinó el contenido antioxidante y composicional en la pulpa y cáscara de la guanábana. Para esto se utilizó un diseño por conveniencia, y se realizaron los análisis proximales de energía, grasa, carbohidratos, proteínas, cenizas, humedad y vitamina C tanto en cáscara como en pulpa fresca. Se observó que los rangos tomados como referencia fueron superiores a los reportados en los resultados con respecto a las concentraciones de actividad antioxidante en la pulpa de guanábana, se encontró fenoles totales en cantidades representativas de  $367,42 \pm 4,120$  mg EAG/100 g muestra original y las antocianinas se encontraron en pequeñas cantidades de  $6,47 \pm 2,41$  mg de cianidina-3-glucosido/100 g de muestra original, en cuanto a taninos se 6 obtuvo  $84,86 \pm 0,119$  mg catequinas/100g muestra original, y no se encontraron flavonoides.

## **2.2.Bases teóricas**

### **2.2.1. Alimento Funcional**

Los alimentos funcionales son aquéllos que contienen ingrediente(s) activo(s), los cuales benefician a una o un número limitado de funciones en el cuerpo proporcionando bienestar y salud en la reducción del riesgo de una enfermedad (Roberfroid, 2000) o aquel alimento que tiene un efecto fisiológico más allá de su efecto tradicional (Clydesdale, 1997). Los componentes de los alimentos funcionales pueden ser probióticos, prebióticos ó macronutrientes, que tienen un efecto fisiológico específico o componentes con un valor nutritivo no esencial.(Bellisle *et al.*, 1998). Los alimentos funcionales también son conocidos como: nutraceúticos, alimentos de diseño, alimentos medicinales, terapéuticos o superalimentos (Berner & O'Donnell, 1998). Entre los alimentos funcionales se encuentran las bebidas funcionales, a base de jugos de frutas ya que aportan beneficios a la salud por encima de los valores nutritivos simples atribuidos al producto convencional, como pueden ser los jugos de frutas, actualmente existen en el mercado bebidas para deportistas (con sales y minerales, isotónicas, fibra y soya) y enriquecidas (vitaminas, oligosacáridos, betacaroteno, etc.) para disminuir el nivel de colesterol en la sangre y prevenir enfermedades del colon (Davidson *et al.*, 1998).

### ***Ingredientes prebióticos***

Una categoría de los alimentos funcionales que tiene gran interés de la población, la industria alimentaria y la comunidad científica son los ingredientes probióticos y prebióticos los cuales, pueden modificar positivamente los procesos fisiológicos y biológicos en la nutrición o como auxiliar en el tratamiento de ciertas patologías humanas (Salminen *et al.*, 1998).

El intestino grueso contiene una variedad de especies de bacterias que son benéficas: Bifidobacterium, Eubacterium y Lactobacillus y perjudiciales: Clostridium, Shigella y Veillonella (Cummings *et al.*, 2001). En este contexto el concepto prebiótico, se define como un ingrediente activo no digerible que afecta benéficamente al huésped por la estimulación selectiva del crecimiento y/o activar el metabolismo de una o un número limitado de bacterias en el colon mejorando intrínsecamente la salud del huésped (Gibson & Roberfroid, 1995). Los criterios para la clasificación de ingredientes prebióticos son los siguientes: resistencia a la digestión, hidrólisis y fermentación de la microflora y la más importante estimulación selectiva de crecimiento de una o un número limitado de bacterias en heces fecales (en humanos). La resistencia a la digestión debería mostrar un modelo adecuado para los pacientes con problemas en el colon: colitis, ulcera y cáncer (Roberfroid, 2001).

### ***Ingredientes probióticos***

Se define como un suplemento dietético microbiano viable que tiene efectos beneficiosos en el consumidor gracias a sus efectos en la flora microbiana de la zona intestinal (Glenn *et al.*, 2000; Fuller, 1989). El término probiótico no sólo está limitado a bacterias ácido lácticas, no obstante, las más usadas son las del género Bifidobacterium y Lactobacillus. Se pueden encontrar probióticos en alimentos fermentados como yogurt y no fermentados (vegetales, carnes, base de bebidas de leche, etc.). El ingrediente probiótico junto con la flora microbiana refuerza el sistema digestivo creando defensas anti-infecciosas. En la actualidad, a los probióticos les son atribuidas una gran serie de beneficios en la salud, principalmente acciones anti-carcinogénicas, antimicrobianas, beneficios al tracto intestinal, prevención contra el cáncer de colon, entre otros. Los efectos benéficos consisten en la reducción de uno o varios factores de riesgo de la enfermedad, o bien en la mejora de una o más funciones (Brassart & Schiffrin, 1997).

## ***Fibra dietética***

El concepto hace referencia a una variedad de componentes de los alimentos vegetales que procede de las paredes y tejidos de frutas, hortalizas, cereales y legumbres con propiedades físicas y efectos fisiológicos distintos (Periago *et al.*, 1993). La degradación de la fibra dietética y de otros compuestos (almidones resistentes, fructooligosacáridos) por las bacterias de colon se denomina fermentación bacteriana (Brassart & Schffrin, 2000). Entre las funciones de la fibra dietética se encuentra la prevención de enfermedades crónicas, como lípidos en el suero sanguíneo, control de glicemia, presión arterial, control de peso, efectos gastrointestinales como prevención del cáncer de colon y úlceras (Calixto *et al.*, 2000).

### **2.2.2. Melón**

El melón reúne sustancias vitales de importancia para una buena nutrición tales como el potasio, magnesio, calcio, ácido fólico, yodo y vitaminas K, C y E. Las semillas tienen un alto valor en proteínas porque contiene minerales. Además, contiene todas las vitaminas que el cuerpo necesita para su óptimo funcionamiento. El melón es ante todo, agua. Según las variedades, el porcentaje hídrico oscila entre el 90% y el 95%. Ahora bien, el agua del melón, al igual que de todas las frutas muy jugosas, no debe considerarse igual al agua de caño. El melón contiene una cantidad de azúcar (5,4 %) menor que la de otras frutas; apenas contiene grasa (0,1%), y las proteínas están presentes en nada despreciable porcentaje del 0,9%. Pero, sobre todo el melón aporta junto con el agua una buena cantidad de vitaminas y minerales armoniosamente combinados. Destacan las vitaminas C, B6, B1 y los folatos, pero también contiene pequeñas cantidades de las restantes vitaminas (a excepción de la B12). Los minerales nutrientes están en todos presentes en el melón, destacando por su riqueza el potasio, el hierro y el magnesio. Un solo melón de 2,5 kg contiene una dosis diaria de hierro necesaria para un hombre adulto (10 mg), y más de la mitad de la de magnesio, que es de 350 mg. El melón es pues hidratante, remineralizante, alcalinizante, diurético y laxante (Pamplona , 2006).

Tabla 1

*Composición del melón: por cada 100g de parte comestible cruda.*

Energía	26,0 kcal = 110kj
Proteínas	0,9 g
H, de carbono	5,40 g
Fibra	0,80 g
Vitamina A	3,0 ug ER
Vitamina B1	0,06 mg
Vitamina B2	0,020 mg
Niacina	0,40 mg EN
Vitamina B6	0,120 mg
Folatos	17,0 ug
Vitamina C	16,0 mg
Vitamina E	0,150 mg ET
Calcio	5, 0 mg
Fosforo	7, 0 mg
Magnesio	8,0 mg
Hierro	0,4 mg
Potasio	210 mg
Zinc	0,160 mg
Grasa total	0,1 g
Grasa saturada	0,025 g
Sodio	12,0 mg

*Fuente: Pamplona ( 2006).*

Tabla 2

*Contenido de polifenoles totales en el melón*

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>mgAG/g muestra</b>	16,5232 ± 0,2053	16,1190 ± 0,4860	25,5236 ± 0,2393

*Fuente: García et al., (2015). Contenido de polifenoles totales presentes en el melón mediante el método colorimétrico de Folin- Ciocalteu.*

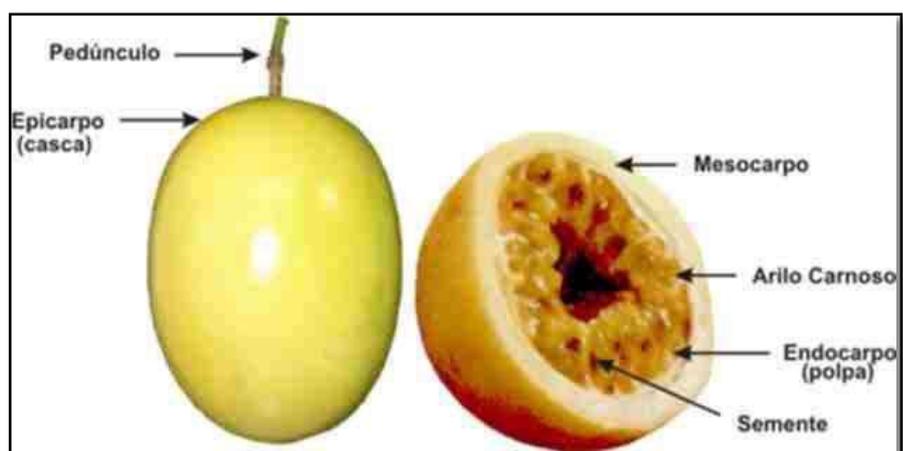
La Tabla 2 presenta los valores de contenido de polifenoles totales, estos valores están en un rango entre 16,1190-25,5236 observándose que presentan tendencias diferentes entre las muestras., sin embargo estos valores pueden compararse con los establecidos por Speisky (2013), que indica un contenido de 33 mg AG/ g muestra, observándose que los resultados de este trabajo se encuentran por debajo de lo obtenido por este investigador. Esto puede deberse a distintos factores en el momento de la cosecha como el pH del suelo, el clima de la región y el tiempo de maduración que tenga, así como también las muestras pudieron haberse afectado por la y el aire.

### **2.2.3. Maracuyá**

#### ***Origen y características de la fruta***

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las Passifloras, de la que se conoce más de 400 variedades. Uno del centro de origen de esta planta es Perú, presenta dos variedades o formas diferentes: la púrpura o morada (*P. edulis Sims.*) y la amarilla *Passiflora edulis Sims.* forma flavicarpa). La primera, principalmente, se consume en fresco y prospera en lugares semi cálidos y a mayor altura sobre el nivel del mar, en tanto que la segunda crece en climas cálidos. La última es más apreciada por la industria gracias a su mayor acidez. La cáscara y las semillas también pueden ser empleados en la industria, por los componentes que tienen. El maracuyá es un cultivo de clima caliente-húmedo, con temperaturas que oscilan entre 24 y 28 °C (Bernal *et al.*, 2001).

El maracuyá tiene un jugo ácido y aromático que se obtiene del arilo (tejido de color pardo oscuro que rodea a la semilla), y es una excelente fuente de vitamina A, carotenoides, xantofilas, niacina, riboflavina y ácido ascórbico (Mercadante *et al.*, 1998).



*Figura 1:* Partes del maracuyá (*passiflora edulis* var. *Flavicarpa*).  
Fuente:: Castro *et al.*, (2010).

### ***Composición de la fruta***

La fruta del maracuyá posee atributos refrescantes y un sabor dulce debido a su alto contenido de agua y de carbohidratos, la pulpa contiene aproximadamente 85.6% de agua y el remanente son elementos que contribuyen al sabor, aroma y contenido energético. Es clasificado como no climatérico, o sea que con la concentración de azúcares que se colecta llega a su madurez total, cambiando únicamente el color de la cáscara. (Sagarpa, 2006).

### ***Macronutrientes y micronutrientes.***

En la siguiente tabla 3 se muestra una composición aproximada de la pulpa.

Tabla 3  
*Composición de jugo de maracuyá.*

	Componente	Contenido en 100 ml
Macronutrientes	Calorías	53 cal
	Proteínas	0,67 g
	Grasa	0,05 g
	Carbohidratos	13,72 g
	Fibra	0,17 g
	Ceniza	0,49 g
	Calcio	3,80 mg
	Fósforo	24,6 mg
	Hierro	0,36 mg

Micronutrientos	Vitamina A	2410 mg
	Niacina	2,24 mg
	Ácido ascórbico	20 mg

Fuente: Maltova (1994).

La tabla 4 muestra una comparación de algunas frutas tropicales, maracuyá (como fruta fresca) resalta como una fuente significativa de vitamina C. El alto valor de vitamina C puede ser debido al procesamiento de la fruta en jugo y la susceptibilidad a la oxidación de vitamina C y pérdidas por calor.

Tabla 4  
*Contenido de vitamina C de diferentes frutas tropicales*

Fruta	Vitamina C (mg / 100g)
Maracuyá	64 ,78
Toronja	64 ,78
Kiwi	67 ,23
Papaya	88 ,20
Limón	51 ,30
Naranja	49 ,80

Fuente: Vinci *et al.*, (1995).

### ***Composición fitoquímica***

Los fitoquímicos son la clase de componentes exclusivos de plantas que no son nutritivos pero tienen muchos efectos benéficos en la salud, generalmente actúan como potentes antioxidantes. La caracterización de polifenólicos es limitado para el maracuyá; otros fitoquímicos los cuales son responsables del aroma son tioles, terpenos, esteroides, alcoholes y otros compuestos aromáticos (Tominaga *et al.*, 2000). El color característico del maracuyá fresco y del jugo es debido a la provitamina A, carotenoides y xantofilas las cuales son sensibles al oxígeno, calor y luz.

### ***Polifenólicos***

Los polifenólicos son constituyentes importantes de frutas y vegetales, su cuantificación proporciona una información importante relacionada con sus funciones antioxidantes, calidad y sus posibles beneficios a la salud. De 40 compuestos detectados en el jugo de

maracuyá variedad amarillo, solo 16 fueron identificados y cuantificados como polifenólicos (Talcott *et al.*, 2003).

### *Carotenoides*

El jugo de maracuyá contiene pigmentos amarillos y naranjas. Trece carotenoides fueron identificados como compuestos predominantes, de estos el  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno es identificado como el principal (Mercadante *et al.*, 1998), los carotenoides proporcionan la apariencia visual del jugo y son importantes por la provitamina A y su actividad antioxidante. En investigaciones de Talcott *et al.*, (2003) se ha encontrado que los carotenoides no son alterados al ser pasteurizados a 85 °C por treinta minutos por lo que es justificable su uso en mezcla de jugos.

### ***Propiedades Nutricionales Y Usos***

Se utiliza para preparar refrescos, néctares, mermeladas, helados, pudines, conservas, etc. La composición general de la fruta de maracuyá es la siguiente: cáscara 50-60%, jugo 30-40%, semilla 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia. La concentración de ácido ascórbico en maracuyá varía de 17 a 35 mg/100g de fruto para el maracuyá rojo y entre 10 y 14 mg/100g de fruto para el maracuyá amarillo (Mercadante *et al.*, 1998).

#### **2.2.4. Pimiento**

##### ***Origen y Morfología***

El pimiento (*Capsicum annuum*) es originario de América del sur (de los andes y la cuenca alta del amazonas: Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). Se aclimato en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de pimientos.

El pimiento morrón pertenece a la Familia de las *Solanáceas* y su especie botánica es *Capsicum annum* posee frutos alargados, de interior hueco y sin jugo, está dividido de dos a cuatro costillas verticales interiores que portan las semillas. El fruto es una baya hueca y deprimida, que mide de 6 cm a 12 cm, de largo y 4 cm de base, su color es variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al naranjado y al rojo a medida que van madurando (Nuez, 1995). Los pimientos resultan muy nutritivos porque son una fuente importante de vitamina A. además son un gran alimento para combatir los resfriados, el asma, la bronquitis, las infecciones respiratorias, arteriosclerosis y cáncer. Según estudios realizados incluso protegen contra el cáncer

estomacal. Los pimientos son ricos en fibra y tienen más vitamina C que las naranjas (Ortega & Nuez, 1996).

### Valor nutricional

El color en el pimiento morrón es debido a los carotenos y flavonoides (Delgado & Paredes, 2003). El color verde del pimiento morrón se debe a la clorofila y algunos carotenos del cloroplasto (Marín *et al.*, 2004). El  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno, luteína, son los responsables del color amarillo y naranja del pimiento morrón (Howard *et al.*, 2000), y el color rojo se debe a la presencia de la capsantina, capsorrubina y capsantina 5,6-epóxido. El fruto fresco de pimiento se destaca por sus altos contenidos de vitamina A, B1, B2 y C; además tiene cantidades significativas de calcio, hierro, y fósforo. Dependiendo de las variedades puede tener diversos contenidos de capsanoides, alcaloides responsables del sabor picante y de pigmentos carotenoides. El agua contenida en el fruto fresco tiene un valor biológico importante y una elevada actividad fisiológica. El pimiento además contiene sales minerales y azúcares. Por el cual ayuda a neutralizar la acidez del estómago de la sangre. En la tabla 5 muestra el contenido nutricional del pimiento dulce por 100g de producto comestible.

Tabla 5  
*Contenido nutricional del pimiento*

Elemento	Cantidad
Agua	92,0%
Materia seca	8,0%
Energía	26,0 kcal
Proteína	1,30 g
Fibra	1,4 g
Calcio	12,0 mg
Hierro	0,9 mg
Carotenos	1,80 mg
Tiamina	0,07 mg
Riboflavina	0,08 mg
Niacina	0,80 mg
Vitamina C	103 mg

Fuente: Ortega & Nuez, (1996).

### **2.2.5. Edulcorantes**

#### ***Antecedentes de los edulcorantes.***

El ser humano siempre ha sido atraído por el sabor dulce; quizá éste, fue uno de los métodos que empleo el hombre primitivo en la selección de alimentos seguros. Probablemente el primer edulcorante empleado como tal fue la miel de abeja. Los azúcares representan el edulcorante más común y conocido, ampliamente distribuidos en la naturaleza se encontraban en frutas, vegetales, miel y leche (García *et al.*, 2013).

#### ***Definición de edulcorantes.***

Se conoce como edulcorante a cualquier sustancia que endulza, es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento que carece de este. Los edulcorantes nacen con la necesidad de encontrar un sustituto del azúcar, los cuales contengan el mismo poder endulzante y mejoren las propiedades de los productos alimenticios (Joyanes, 2014).

#### ***Clasificación.***

Hay varias formas de clasificar los edulcorantes. En la siguiente clasificación se pueden distinguir entre edulcorantes naturales, artificiales y de origen vegetal.

##### ***Edulcorantes naturales.***

Se extraen de la caña de azúcar y de la remolacha. Este tipo de edulcorantes son menos dulces que el azúcar. Se desarrollan varios polioles (alcohol de azúcar) los cuales son más difíciles de extraer por lo que son menos rentables y estos no provocan caries. Ejemplos: xilitol, sorbitol, lactitol, isomaltol, maltitol y manitol, entre otros (Joyanes, 2014).

##### ***Edulcorantes artificiales.***

Se consideran de este tipo aquellos que son obtenidos sintéticamente, normalmente suelen proporcionar un mayor poder endulzante sin aporte adicional de calorías. Sin embargo, en algunos casos hay cierta controversia sobre la conveniencia de su consumo. Ejemplo: aspartamo, sacarina, ciclamato, acelsulfamo-k, sucralosa, dulcina, neotamo (Joyanes, 2014).

### *Edulcorantes de origen vegetal.*

Son aquellos que extractos vegetales que se pueden extraer directamente o modificarse químicamente para que aparezca su poder edulcorante o se intensifique. Ejemplos esteviósido, taumatina, monelina, miraculina.

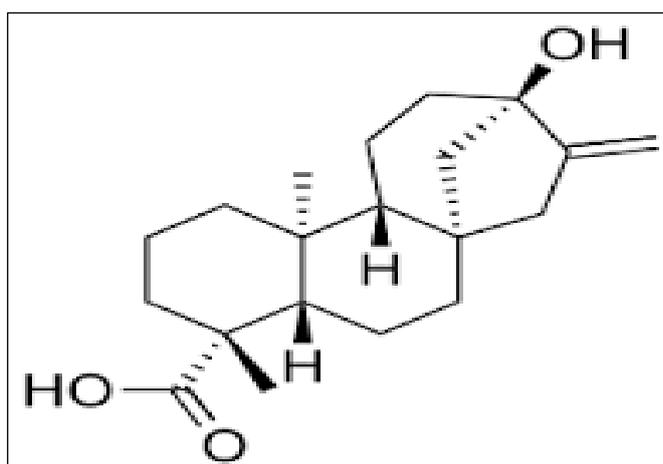
Estevia *Rebaudiana Bertoni* es un arbusto frondoso ramificada de la familia Asteraceae, nativa de la región de Amambay en el noreste de Paraguay. También se produce en las partes vecinas de Brasil y Argentina.



*Figura 2: Planta de estevia*

Fuente: Joyanes (2014).

El esteviósido, uno de los glucósidos de Estevia, es de aproximadamente 300 veces más dulce que la sacarosa y puede ser particularmente beneficioso para aquellos que sufren de obesidad, diabetes mellitus, enfermedades del corazón y la caries dental.



*Figura 3: El esteviol es el componente básico de la estevia*

Fuente: Zamora (2014).

La stevia y esteviósido se han aplicado como sustitutos de la sacarosa, para el tratamiento de la diabetes mellitus, la obesidad, la hipertensión y la prevención de la caries, y un número

de estudios han sugerido que, además de dulzura, también puede ofrecer beneficios terapéuticos, ya que tiene propiedades antihiper glucemiantes, antihipertensivos, anti-tumor, antiinflamatorios, anti-diarrea, diurético y efectos inmunomoduladores. Estevia se calcula con un valor energético de 2,7 kcal/g. Esto significa que la Stevia puede considerarse como un edulcorante bajo en calorías, ya que su dulzor es intenso y comparable a la de otros edulcorantes comerciales. Los estudios toxicológicos han demostrado que el esteviósido no tiene efectos mutagénicos, teratogénicos o cancerígenos. Asimismo, no se han observado reacciones alérgicas cuando se usa como edulcorante (Lemus *et al.*, 2011).

### 2.2.6. Lino

El lino es una planta herbácea anual que proviene de la familia de las lináceas. Es una oleaginosa compuesta por: Un alto, frágil y hueco “tallo” que puede llegar a medir hasta 60 cm. Tiene un color que varía de verde claro a grisáceo y verde azulado. Cuando maduran son rígidos, elásticos y cambia su color a amarillo, el “fruto”, que es una cápsula seca casi redonda de 1 cm de diámetro terminada en punta en la parte superior. Se divide interiormente en diez cavidades en cada una de las cuales hay una semilla, llamada linaza (Cormillot, 2014).

Tabla 6  
*Beneficios de la semilla de linaza*

Beneficios de las semillas de linaza	
-Es reguladora del tránsito lento	-Aumenta las defensas del cuerpo
-Lubrica y regenera la flora intestinal	-Son ideales para la piel y el cabello
-Se lo puede utilizar como laxante	-Disminuye el colesterol
-Es efectivo para personas que tienen lupus y cáncer.	-Actúa como antioxidante, antiinflamatoria y cardio-protectora
-Reduce el peso	-Ayudan a mantener buena circulación en la sangre

Fuente: Cormillot (2014).

Tabla 7

*Composición química de la semilla de lino referida a 100g de producto*

		<b>Energía (kcal/kJ)</b>	492 – 699 / 2,059
<b>Grasa</b> (% del total de ácidos grasos) 34,0 - 47,8	Ácidos grasos saturados	Mirístico	0
		Palmítico	1,8 – 5,3
		Esteárico	1,4 – 4,1
	Ácidos grasos monosaturados	Palmitoleico	0
		Oléico (AO)	20,1 – 27,7
		Ácidos grasos poliinsaturados	Linoléico (AL)
	Linolénico (AAL)	12,7 – 22,4 53,3 – 57,3	
Proteínas (g)		19,5 – 23,7	
Carbohidratos (g)		34,3	
Fibra (g)		25,8 – 27,9	
Magnesio (mg)		362	
Calcio (mg)		199	

Fuente: McKevith (2005).

***La semilla de lino en la industria alimenticia:***

La industria panificadora utiliza las semillas de lino como ingrediente en panes integrales y galletas, sin embargo, se recomienda moler las semillas de lino primero para mejorar su digestión y así obtener una harina la cual se usa en diversos tipos de alimentos como: productos de repostería, cereales de desayuno, “snack”, barras nutritivas, bebidas nutricionales, helados y postres (Pszczola, 2002). En Chile se realizó una caracterización funcional de harinas de semilla de lino y su uso en barras de cereales y se podrían considerar como alimentos funcionales al tener una mejora en su composición nutricional y un alto aporte de fibra (Olavarría, 2012). En Perú se descubrió efectos positivos en lactantes tras consumir papillas de harina de semilla de lino (Macedo, 2007).

### **2.2.7. Estabilizante**

#### ***Carboximetilcelulosa Sódica***

La propiedad básica de todos los hidrocoloides es la función espesante e impartición de viscosidad, propiedad clave de su comportamiento y funcionalidad, pueden actuar como: emulsificantes, espesantes, estabilizantes; dependiendo de la viscosidad de cada uno (Badui, 2006). Conocida como CMC, se obtiene a partir de celulosa natural por modificación química, es soluble en agua, derivado de éter de celulosa. La CMC ha sido aprobada como aditivo interno alimenticio en la Unión Europea, Estados Unidos y muchos otros países. La toxicología de la CMC ha sido ampliamente evaluada por la FDA, tiene la propiedad de no causar sinéresis del agua a temperaturas de congelación, es decir, no existe una separación espontánea del agua debido a la contracción del gel, por lo que se utiliza como estabilizador en alimentos congelados (mezclas de carnes, pescado y vegetales). Mientras el alimento es congelado, el éter de celulosa ayuda a mantener la humedad y evita que los vegetales o las frutas se quemem, además ayuda a estabilizar la solubilidad de jugos de fruta congelados (Gerlat, 2000).

### **2.2.8. Capacidad antioxidante**

Los antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. La incapacidad del cuerpo humano para neutralizar a los radicales libres a los que está expuesto diariamente, obliga al hombre a recurrir a alimentos con las propiedades antioxidantes con capacidad de neutralizarlos. Existen alimentos que contienen una gran variedad de fitonutrientes, muchos de los cuales tienen propiedades antioxidantes. Además de las bien conocidas vitaminas C y E y los carotenoides, existen otros compuestos como los flavonoides (incluyendo flavonas, isoflavonas, flavononas, antocianinas y catequizas) que son fuertes antioxidantes y que contribuyen significativamente a la capacidad antioxidante total (Jacob 1996).

#### ***Sistemas de defensa antioxidante celular***

Estos mecanismos son adecuados a la muy corta vida media de los radicales libres y comprenden moléculas pequeñas, endógenas y exógenas con capacidad antioxidante. Los antioxidantes exógenos provienen de la dieta, y dentro de este grupo se incluyen la vitamina E, la vitamina C y los carotenoides. La vitamina C constituye el antioxidante hidrosoluble más abundante en la sangre, mientras que la vitamina E es el antioxidante lipofílico

mayoritario. Los carotenoides son compuestos coloreados tales como los betacarotenos, presentes en verduras y frutas amarillas y anaranjadas, y en verduras verdes oscuras, , los licopenos en el tomate, las luteínas y xantinas en verduras de hojas verdes y las beta criptoxantinas en frutas cítricas. Algunas fuentes son los frijoles (isoflavonas), cítricos (flavonoides), cebolla (quercetina) y polifenoles (aceitunas). Por esta razón, la forma de suplir los antioxidantes para proteger al organismo del efecto oxidativo producido por los radicales libres es el consumo de alimentos ricos en vitamina E, vitamina C, carotenoides y otras sustancias que tienen función antioxidante, tales como los compuestos fenólicos (Thornalley y Vasak, 1985).

### ***Clasificación de antioxidantes***

Los antioxidantes han sido clasificados de diferentes maneras. Reylli *et al.*, (1991) clasificaron a los antioxidantes según su origen como se muestra en la siguiente tabla. Otra de las clasificaciones citadas por Venereo (2002), es según su sitio de acción según se muestra en la tabla 8.

Tabla 8  
*Clasificación de los antioxidantes, según su origen*

<b>ORIGEN</b>	<b>ACCIÓN</b>
<b>EXOGENOS</b>	
Vitamina E	-Neutraliza el oxígeno singlete
	-Captura radicales libres de hidroxilo
	-Captura O <sub>2</sub>
	-Neutraliza peróxidos
Vitamina C	-Neutraliza oxígeno singlete
	-Captura radicales libres de hidroxilo
	-Captura O <sub>2</sub>
Betacarotenos	-Regenera la forma oxidada de la vitamina E
	Neutraliza al oxígeno singlete

Flavonoides, licopenos

---

**ENDÓGENOS**

**Enzimáticos**

**Cofactores**

Superóxido dismutasa (SOD)	Cobre, sodio, manganeso
Catalasa (CAT)	Hierro
Glutation Peroxidasa (GPx)	Selenio

**No enzimáticos**

---

Glutación	Barreras fisiológicas que enfrenta el oxígeno a su paso desde el aire hasta las células
Coenzima Q	
Ácido tioctino	Trasportadores de metales (transferían y Ceruloplasmina)

---

Fuente : Reylli *et al.*, (1991).

Tabla 9

*Clasificación de los antioxidantes según el sitio donde ejercen su acción*

---

<b>Intracelular</b>	<b>Membrana</b>	<b>Extracelular</b>
Catalasa	Vitamina E	Ceruloplasmina
Peroxidasa	Betacarotenos	Transferinas
DT-deafarasa	Ubiquinol-10	Lactoferinas
Sistemas		Albúminas
Proteolíticos		Haptoglobinas
Proteínas que ligan metales		Vitamina C
Sistemas proteolíticos		Ácido úrico
Vitamina C		Vitamina E

---

Fuente: Venereo (2002).

### 2.2.9. Radicales libres

Son moléculas altamente inestables que se generan en el organismo a través de varios procesos metabólicos y en condiciones de stress. Son los responsables de los daños causados sobre los lípidos y proteínas por medio del fenómeno de la oxidación, el cual compromete la integridad del ADN de los seres humanos y son ampliamente reconocidos como una de las causas de enfermedades degenerativas como el cáncer (Matysik *et al.*, 2002).

Tabla 10

*Principales radicales libres en el organismo*

<b>Tipo</b>	<b>Radical Libre</b>
Especies reactivas del Oxígeno	Anión superóxido (O <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
	Radical hidroxil (HO <sup>-</sup> )
	Peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )
	Ácido hipocloroso (HOCl)
	Oxígeno singlete (O <sub>2</sub> )
	Ozono (O <sub>3</sub> )
Especies reactivas del Nitrógeno	Nitróxido (NO)
	Dióxido de nitrógeno (NOO)
	Peroxinitrito (ONOO)
Radicales orgánicos	Radical alcóxil (RO)
	Radical peróxil (ROO)

Fuente: (Matysik *et al.*, 2002).

### 2.2.10. Los compuestos fenólicos

Son un gran grupo de antioxidantes naturales; consumo de fuentes importantes, particularmente de frutas, vegetales y cereales presentan efectos benéficos (Naczk y Shahidi, 2006). Estos componentes antioxidantes son capaces de neutralizar radicales libres, y pueden jugar un rol importante en la modulación de detoxificación enzimática, estimulación del sistema inmune, disminución de la agregación plaquetaria y modulación del metabolismo hormonal (Carratú, 2005).

Los fenoles están asociados al color, las características sensoriales (sabor, astringencia, dureza), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal. La característica antioxidante de los fenoles se debe a la reactividad del grupo fenol (Robbins, 2003; Kähkönen *et al*, 2001).

### ***Actividad biológica de los compuestos fenólicos***

Los polifenoles poseen acciones antihelmínticas, antihepatotóxicas, antiinflamatorias, antidiarreicas, antiúlceras, antivirales, antialérgicas y vasodilatadoras. Se ha verificado que inhiben la replicación del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y del virus simplex humano (HSV), inhiben las glucosil transferasas del *Strepto-coccus mutans* (caries dental), inhiben la autoxidación del ascorbato, también inhiben efectos citotóxicos, la promoción del crecimiento tumoral. La actividad antioxidante de los fenoles es el origen de funciones biológicas tales como la antimutagénica, anticancerígena y antienvjecimiento (Velioglu *et al.*, 1998; Proestos *et a.*, 2005). Un aumento en la ingesta de antioxidantes fenólicos naturales se correlaciona con una reducción de las enfermedades coronarias. Sus propiedades conocidas incluyen la captura de radicales libres, fuerte actividad antioxidante, inhibición de las enzimas hidrolíticas y oxidativas (fosfolipasa A2, ci-cloxygenasa, lipoxigenasa) y acción antiinflamatoria (Siddhuraju *et al*, 2002).

### **2.2.11. Carotenoides**

Son pigmentos liposolubles de diferentes colores desde amarillo hasta rojo naranja, forman una familia de aproximadamente 700 pigmentos y presentan estructura química muy diversa, los más comercializados son astaxantina, beta-caroteno y cantaxantina (Yachai , 2009). Se encuentran naturalmente en las plantas como el  $\alpha$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno, licopeno, luteína, xantofila, zeaxantina, criptoxantina y  $\beta$ -caroteno, siendo este último el mejor y más ampliamente conocido. En las hortalizas de hoja, el  $\beta$ -caroteno es el carotenoide predominante. Las frutas y hortalizas anaranjadas tienen concentraciones elevadas de  $\beta$ -caroteno, pero predominan otros carotenoides precursores de la vitamina A. Las hortalizas amarillas tienen una mayor concentración de carotenoides amarillos (xantofilas) y por lo tanto, menor actividad como precursores de la vitamina A.. Las frutas y hortalizas rojas y moradas contienen en su mayoría carotenoides que no están relacionados con la vitamina A (Rodríguez , 1999).

Los factores que influyen en la presencia de carotenoides son el manejo pre cosecha, estado de madurez, así como las operaciones de procesado y conservación. Entre éstos la temperatura e intensidad de la luz tienen una gran influencia en el contenido de los carotenoides. Durante el procesamiento y almacenamiento la oxidación y los cambios estructurales al aplicar calor son los principales factores que los alteran (Sánchez y Flores, 1999).

#### **2.2.12. Técnicas para la determinación de la actividad antioxidante**

La determinación de la actividad antioxidante de los alimentos es importante para predecir el potencial antioxidante *in vitro* de los mismos antes de ser ingeridos; así mismo, nos permite determinar la protección frente a la oxidación y el deterioro del alimento que disminuye su calidad y valor nutricional. Los métodos de determinación de la actividad antioxidante se basan en distintos sistemas generadores de radicales libres, dichos radicales reaccionarían con la muestra y en virtud de la capacidad antioxidante de esta se inhibiría la generación de los primeros. Así, lo que se determina realmente es el efecto antioxidante ya que la actividad antioxidante no se puede medir de forma directa. En la actualidad, debido a la complejidad de los procesos de oxidación, no existe un método que refleje de forma completa el perfil antioxidante de una muestra, por tanto, es bueno trabajar con varios métodos para facilitar la comparación e interpretación de los resultados. Las medidas de la actividad contra los radicales libres se pueden realizar mediante dos estrategias distintas (Sánchez, 2002):

- **Determinación directa:** El radical se emplea como un factor de cuantificación (produce una señal analítica). La adición del antioxidante, antes o después de la generación del radical, provoca una disminución de la señal. En el ensayo de post-adición se forma el radical en ausencia de la muestra y así, cuando se añade la sustancia antioxidante se produce un descenso en la señal debido a la disminución de la concentración del radical. En ensayos de inhibición, la muestra se añade a los sustratos de oxidación antes que sea generado el radical, La reacción comienza con la adición del oxidante (ABTS<sup>+</sup>, DPPH, etc).
- **Determinación indirecta:** La presencia de radicales libres produce la pérdida o aparición de un reactivo, y por tanto, en presencia de un antioxidante se provoca el aumento o disminución de la señal (métodos, ORAC, FRAP, etc).

Tabla 11

*Métodos espectrofotométricos para la determinación capacidad antioxidante*

<b>Ensayo de capacidad antioxidante</b>	<b>Principio del método</b> <b>Espectrometría</b>	<b>Determinación del producto final</b>
DPPH	Reacción antioxidante con un radical orgánico (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	Colorimetría
ABTS	Reacción antioxidante con un radical de cationes orgánicos.	Colorimetría
FRAP	Reacción antioxidante con un complejo de Fe (III).	Colorimetría
PFRAP	Reducción de ferricianuro de potasio por antioxidantes y posterior reacción del ferrocianuro de potasio con Fe <sup>3+</sup>	Colorimetría
CUPRAC	Reducción de Cu (II) a Cu (I) por antioxidantes.	Colorimetría
ORAC	Reacción antioxidante con radicales peroxilo, inducida por AAPH (2, 2'- azobis - 2 - amidino - propano)	Pérdida de fluorescencia de la fluoresceína.
HORAC	Capacidad antioxidante para extinguir los radicales OH generados por un sistema de tipo Fenton basado en Co (II)	Pérdida de fluorescencia de la fluoresceína.
TRAP	Capacidad antioxidante para capturar radicales derivados del luminol, generados a partir de la descomposición de AAPH.	Enfriamiento quimioluminiscente.
Fluorimetría	Emisión de luz por una sustancia que ha absorbido luz u otra radiación electromagnética de una longitud de onda diferente	Registro de espectros de excitación/emisión de fluorescencia.

Fuente: Pisoschi &amp; Negulescu (2011).

### 2.2.13. Método DPPH

Este método fue propuesto por Blois (1958) en el cual se demostró por primera vez la capacidad del radical libre DPPH para aceptar un átomo de hidrógeno ( $H^+$ ) proveniente de una molécula de cisteína. La molécula 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH) es conocida como un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza, como es el caso de la mayoría de los radicales libres. La deslocalización del electrón también intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 517 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno como se muestra en la figura 4. El procedimiento original para el ensayo DPPH ha sido adoptado por muchos laboratorios y a pesar de que existen modificaciones a conveniencia, una revisión detallada de la literatura ha revelado que la mayoría de los estudios están basados en un tiempo de reacción de 20-30 min en vez de un tiempo de reacción total de 120 minutos requerido para alcanzar el estado estacionario y completar la reacción redox (Ojha *et al.*, 2012).

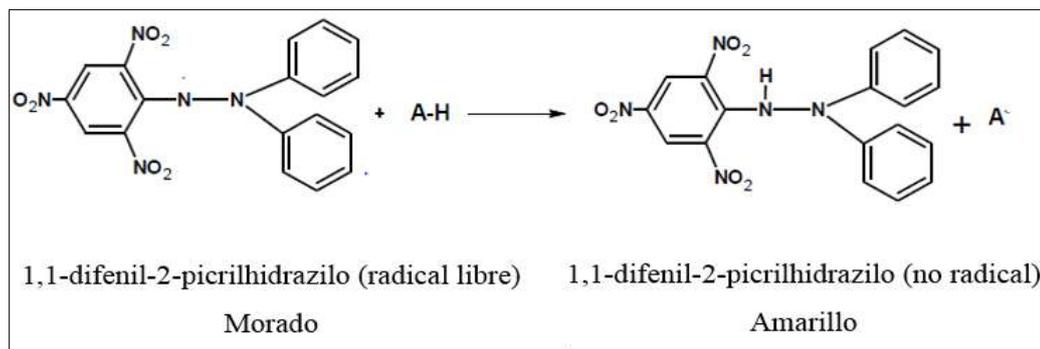


Figura 4: Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante

Fuente: Alam *et al.*, (2012).

Los resultados del ensayo DPPH se han presentado de diferentes maneras. La mayoría de los estudios expresan los resultados como el valor de la concentración máxima de la media inhibitoria (IC50), definido como la cantidad de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial de DPPH al 50%. Este valor se calcula graficando el porcentaje de inhibición contra la concentración del extracto. Para extractos de plantas o compuestos puros el valor IC50 cambia de acuerdo a la concentración final del DPPH usado (Deng *et al.*, 2011).

### 2.2.14. Método del ABTS

Este método es conocido como TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) o método ABTS. Se basa en la inhibición de la absorbancia del catión radical 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato) (ABTS.<sup>+</sup>), el cual tiene un espectro de absorción a una longitud de onda característica mostrando una absorción máxima principal a 415 nm, y una absorción máxima secundaria a 660, 735 y 820 nm. El método original se basó en la activación de metamioglobina, actuando como peroxidasa, con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mediante la formación del radical ferrilmioglobina, el cual entonces oxida el compuesto fenotiazina ABTS, formando el catión radical ABTS.<sup>+</sup>. El uso normal de Trolox, como un estándar permite al ensayo ser llamado TEAC; los resultados son expresados como equivalentes Trolox, que es la concentración de la solución Trolox (mmol/L) con un potencial antioxidante equivalente a 1.0 mmol/L de solución de la sustancia bajo investigación. Como el catión radical ABTS.<sup>+</sup> se puede disolver en un medio acuoso y en un medio de etanol acidificado este ensayo es capaz de probar la actividad antioxidante de compuestos hidrofílicos y lipofílicos. Este método se ha utilizado para evaluar los efectos antioxidantes en hortalizas y plantas medicinales chinas, en colectas de albahaca, y en frutos tropicales entre otros cultivos (Kuskosi *et al.*, 2005).

### 2.2.15. Método ORAC (Oxigen Radical Absorbance Capacity).

El fundamento del método ORAC se basa en la habilidad que tienen los compuestos antioxidantes para bloquear radicales libres por donación de un átomo de hidrógeno:



En este método, el radical artificial AAPH (2,2'-Azobis-(2-aminopropano)-dihidrocloruro) oxida a la fluoresceína de forma que esta pierde su fluorescencia. De esta forma, las sustancias antioxidantes presentes en el extracto obtenido a partir del alimento disminuirían dicha pérdida de fluorescencia (Ou *et al.*, 2002).

### 2.2.16. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico es un método de conservación, el cual tiene como objetivo producir alimentos seguros, de alta calidad, bajo costo, alargar la vida de anaquel del alimento y mantener las características sensoriales deseables (Lund, 1977). El tratamiento térmico depende del pH del producto por que determina el tipo de microorganismos que puede causar

deterioro en los alimentos. (Lewis & Heppell, 2000). El tratamiento térmico empleado para jugos de frutas y néctares es la pasteurización por el pH del producto y por la sensibilidad de sus propiedades organolépticas. Por pasteurización se entiende como la aplicación de un proceso térmico a un alimento con el cual se logra conseguir la estabilidad del producto inactivando microorganismos termolábiles como células vegetativas de bacterias, esporas de mohos y levaduras y enzimas deteriorativas (Argaiz *et al.*, 1995). Como la temperatura utilizada en la pasteurización es relativamente baja (<100° C) los alimentos conservados experimentan menor deterioro térmico que los conservados por esterilización (Brennan *et al.*, 1980).

La optimización de la retención de calidad en alimentos procesados térmicamente se basa en las diferencias de dependencia de la temperatura y la inactivación de materiales biológicos no deseados (enzimas y/o microorganismos) y los cambios en la calidad sensorial y nutricional. Es importante conocer las interrelaciones tiempo-temperatura para los cambios en las características sensoriales durante el tratamiento (Argaiz & López, 1996).

#### **2.2.17. Inactivación enzimática**

La presencia de enzimas es causa de pérdida de calidad durante la vida de anaquel del producto como oscurecimiento enzimático, pérdida de nube degradación en color, aroma y sabor entre otros atributos por lo que es necesario inactivarlas uno de los métodos empleados es la aplicación de calor (Holdsworth, 1997), las temperaturas de inactivación de las enzimas varían entre 40 y 130° C. En la destrucción de enzimas por calor influyen la temperatura y el tiempo de tratamiento (Aylward & Haisman, 1969).

##### ***Pectinesterasa***

En los alimentos ocurren cambios de calidad, estos cambios pueden ser resultado de tres tipos de reacciones entre el alimento y el medio ambiente u ocasionados por la composición química de alimentos: microbiológicas, enzimáticas y cambios químicos no enzimáticos (Aylward & Haisman, 1969). Es conocido que las enzimas pueden ocasionar cambios dañinos en frutas a temperatura ambiente y bajos niveles de humedad. Por esta razón algunas frutas deben ser conservadas por tratamiento térmico, congelamiento o deshidratación para inactivar a las enzimas en los alimentos (Adam & Yawger, 1961).

Los cambios bioquímicos involucrados en la maduración de frutas tropicales se encuentran asociados a la actividad de algunas enzimas como la polifenoloxidasa, pectinesterasa,

poligalacturonasa y peroxidasa (Arbaisah *et al.*, 1997). Por ejemplo la pectinesterasa (PE), están involucradas con la degradación de pectinas, además de afectar viscosidad y textura del producto, la lipoxigenasa (LOX), contribuye al desarrollo de sabores desagradables en diversos productos (McEvily *et al.*, 1992). La pectinesterasa cataliza la desesterificación del ácido galacturónico; es decir hidroliza los ésteres metílicos de la pectina atacando la cadena de la pectina desde el extremo reductor a partir de grupos carboxilo libres y de manera lineal pasa a través de la molécula dejando bloques sucesivos de residuos de ácido galacturónico con grupos carboxilo libres, lo que provoca la liberación de metanol. Al tener un número mayor de grupos carboxilo libres pueden interaccionar con iones divalentes como el calcio y magnesio formando estructuras tridimensionales rígidas, lo que origina una mayor firmeza en el tejido (Alzamora *et al.*, 2000, Van Den Broeck, *et al.*, 2000).



En jugos, lo anterior no es deseable ya que las pectinas de bajo metoxilo pueden agregarse y sedimentarse originando pérdidas de la nube del jugo, la acción de la pectinesterasa, aumenta la susceptibilidad de la pectina a una posterior degradación por poligalacturonasa, esto ocurre porque esta enzima actúa en los segmentos de la cadena de pectina que han sido desmetilados por la pectinesterasa, la poligalacturonasa rompe la cadena del ácido poligalacturónico de la pectina y reduce la longitud promedio de las cadenas pectínicas, lo que genera una reducción en la viscosidad de los jugos (Anthon *et al.*, 2002, Meyer, 1960).

#### **2.2.18. Efecto del calor sobre la degradación de atributos sensoriales y nutricionales.**

Las reacciones físicas y químicas que ocurren durante el tratamiento térmico pueden ser deseables o indeseables (Rodrigo *et al.*, 1982; Lewis & Heppell, 2000), estos cambios están influenciados por el tiempo y temperatura del proceso, la composición y propiedades de alimento (pH, contenido de iones metálicos, etc.) y condiciones ambientales (cantidad de luz, disponibilidad de oxígeno, entre otros). En los jugos y néctares de frutas uno de los intereses es conservar las características organolépticas por lo que se requiere poca cocción, ya que una cocción inadecuada puede ocasionar efectos indeseables sobre el sabor, olor, las causas pueden ser las siguientes:

- a) Oscurecimiento no enzimático causado por reacciones de Maillard entre aminoácidos y azúcares reductores, como consecuencia pueden producir alteraciones en el sabor y olor de las frutas sometidas a tratamientos de pasteurización.

- b) Caramelización causada por el efecto del calor sobre los azúcares y otros compuestos que además de provocar coloraciones oscuras, alteran el sabor y aroma.
- c) Oxidación y polimerización del ácido ascórbico, con el desarrollo de aromas y sabores impropios del alimento.
- d) Polimerización de aldehídos que provoca compuestos oscuros y sabores extraños.
- e) Degradación de vitaminas generalmente depende del pH y puede ser catalizada en presencia de metales (cobre, hierro y zinc), o enzimas (Lund, 1977).

### **2.2.19. La evaluación sensorial de los alimentos**

La evaluación sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben. (Grández, 2008).

Las utilidades del análisis sensorial son numerosas y dentro de ellas es posible mencionar:

- Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
- Establecimiento de criterios de calidad: desarrollo de un perfil sensorial.
- Medición de la influencia del almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración y condiciones de apilamiento (Grández, 2008).

### **2.2.20. Vida útil sensorial de un alimento**

Los alimentos son perecibles por naturaleza, durante el procesamiento, distribución y almacenamiento ocurren cambios que deterioran los atributos de calidad en los alimentos, no importa si está protegido por un buen empaque, este congelado, deshidratado, enlatado, embotellado, etc., siempre los productos tienen una vida útil variable y finita. Si durante el almacenamiento en un cierto tiempo, uno o más atributos de calidad de un alimento alcanza un estado indeseable, en ese momento, el alimento es considerado inaceptable para el consumo y se dice que ha alcanzado el final de su vida útil.

El tiempo de vida útil de un producto alimenticio está definido por el *Instituto de Alimentos de los Estados Unidos* (IFT) como el período comprendido entre su elaboración y la venta al por menor, manteniendo una calidad satisfactoria. De acuerdo con esta definición, el

objetivo típico de las pruebas de vida útil es determinar el tiempo que toma para las muestras del alimento en alcanzar un estado de falta de aptitud para el consumo.

### ***Factores que determinan la calidad de los alimentos***

Man y Jones (1997), mencionan que, durante el almacenamiento y distribución, el alimento se expone a una gran gama de condiciones medioambientales. Factores medioambientales pueden activar varios mecanismos de reacción que pueden llevar a la degradación del alimento, siendo los siguientes:

#### *Cambios Físicos*

Los cambios físicos son causados por el maltrato de los alimentos durante la cosecha, procesamiento y distribución (Man y Jones 1997).

#### *El agua*

Xiong y Hernandez (2002), mencionan que reconocidamente la Aw (actividad de agua) está en correlación con el crecimiento microbiano y muchas reacciones degradativas como la hidrólisis enzimática, oxidación, reacción de Maillard, pérdida de vitamina, etc.

#### *El oxígeno y el CO<sub>2</sub>*

La disponibilidad de oxígeno es muy importante para las reacciones oxidativas y puede afectar la velocidad y el orden de reacción que depende en si son limitados o en exceso (Labuza, 1999)

#### *Cambios Químicos*

La acción enzimática, reacciones de oxidación, particularmente oxidación de los lípidos que altera el sabor de muchos alimentos, y el pardeamiento no enzimático que causa cambios en la apariencia (Man y Jones, 1997).

#### *Deterioro Microbiológico*

El principio básico de conservación está en controlarlos o destruirlos (Man y Jones, 1997).

Muchos controles semejantes son empleados como los que se usan para las enzimas:

- ✓ Bajas temperaturas que retarda el crecimiento.
- ✓ Altas temperaturas para eliminarlos.
- ✓ Remover o disminuir el agua para retardar o impedir su crecimiento.
- ✓ Bajar el pH para retardar o detener su crecimiento agregando ácido o mediante la fermentación.
- ✓ Control del nivel de O<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub> para controlar su multiplicación.

## ***Metodología para la determinación de la vida útil***

La determinación implica el estudio del tiempo de vida de los alimentos en óptimas condiciones, durante su permanencia en el anaquel de los almacenes minoristas o en almacenamiento. Principalmente, el primer paso para evaluar la vida útil de un alimento es definir el parámetro de calidad, y esto no es simple dado que en un alimento ocurren simultáneamente procesos físicos, químicos, y bioquímicos (Hough, 2004).

### **a) Métodos indirectos y orientados al producto**

Cuando se espera que la vida útil del producto sea relativamente larga, se opta por los métodos indirectos, esto consiste básicamente en emplear métodos más rápidos para predecir la vida útil, y están disponibles los modelos matemáticos predictivos, un método que es ampliamente usado el de la prueba acelerada de vida útil (PAVU), que es una técnica cinética que con la relación de Arrhenius describen la influencia de la temperatura sobre la constante de la velocidad de reacción para un factor de calidad que predomina en el alimento, este método determina el valor de la energía de activación de las pérdidas de calidad de alimentos, obteniéndose datos de vida útil a temperaturas conocidas. (Hough, 2004).

### **b) Métodos indirectos y orientados al consumidor**

Se utilizan generalmente para los productos con vida útil corta, pues la determinación de la vida útil se basa en la supervisión de los factores de calidad; físico, químico y/o microbiológico; la vida útil así determinado generalmente se le conoce como vida en anaquel y una de las técnicas de valoración es mediante pruebas sensoriales (vida útil sensorial) y puede estar apoyada por modelos estadísticos probabilísticas como la función de riesgo de la distribución de Weibull. El objetivo al determinar el final de la vida útil sensorial del alimento, se busca estar razonablemente seguro de que el consumidor no va a encontrar un sabor, textura y/o apariencia extraños antes de la fecha de vencimiento (Hough, 2004).

#### **2.2.21. Pruebas aceleradas de vida útil (PAVU)**

Labuza (1999) señala que esta es la metodología más usada, el objetivo es almacenar la combinación final producto/empaque bajo alguna condición desfavorable de prueba, examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el extremo de vida útil y entonces se usa estos resultados para proyectar la vida útil del producto bajo verdaderas condiciones de distribución.

El cuidado debe ejercerse en la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones. Estas predicciones están basadas en los principios fundamentales de los

modelos de pérdida de calidad del alimento. El diseño de una prueba acelerada de vida útil requiere de un acercamiento sintético de todas las disciplinas que están relacionado con los alimento, a saber la química de alimentos, ingeniería de alimentos, microbiología de alimento, química analítica, físico - química , ciencias de los polímeros y regulaciones de alimentos.

### ***Predicción de la vida útil en alimentos***

Labuza & Fu (1993), recomienda que al diseñar pruebas de vida útil para estudiar la pérdida de calidad de los alimentos deben seguirse las siguientes etapas:

- 1) Determinar la seguridad microbiológica y los parámetros de calidad de la formulación y procesos propuestos.
- 2) Determinar mediante análisis de los ingredientes y del proceso cuáles son las reacciones químicas probables responsables principales de la pérdida de calidad.
- 3) Seleccionar el empaquetado a utilizar en la prueba de vida útil.
- 4) Seleccionar las temperaturas de almacenamiento, así por ejemplo para alimentos deshidratados se usan temperaturas de ensayo de 25, 30, 35 y 45 °C.
- 5) Usando representaciones gráficas de la vida útil frente a cada temperatura determinar el tiempo que debe mantenerse el producto en cada temperatura de ensayo. Si no se dispone de información sobre el valor de  $Q_{10}$  probable, entonces se necesitan más de dos temperaturas.

Decidir qué pruebas se utilizarán y con qué frecuencia deberán realizarse a cada temperatura. Una buena regla de aproximación es que el intervalo de tiempo entre pruebas, a cualquier temperatura inferior a la temperatura más alta. No deberá ser superior a:

$$f_2 = f_1 Q_{10}^{\Delta/10}$$

En la que  $f_1$  es el tiempo entre pruebas (por ejemplo, días, semanas) a la temperatura de ensayo más alta  $T_1$ ,  $f_2$  es el tiempo entre pruebas a cualquier temperatura inferior  $T_2$  y  $\Delta$  es la diferencia en °C entre  $T_1$  y  $T_2$ . Así, si un producto seco se mantiene a 45 °C y se ensaya una vez al mes, entonces a 40 °C con un  $Q_{10}$  de 3, el producto deberá ser objeto de ensayo al menos cada

$$f_2 = 1 \times 3^{(5/10)} = 1.73 \text{ meses}$$

Para que la prueba se ajuste a la exactitud, en cada condición de almacenamiento se necesitan al menos seis puntos de datos para minimizar los errores estadísticos; en otro caso, la confianza de vida útil disminuye significativamente.

7) Representar gráficamente los datos a medida que se van obteniendo para determinar el orden y para decidir si la frecuencia de ensayo debe aumentarse o reducirse.

8) A partir de cada situación de almacenamiento ensayada, determinar la constante de velocidad de reacción (k) o la vida útil, hacer la representación gráfica de la vida útil y determinar la vida útil potencial en la situación de almacenamiento deseada (final o definitiva).

El uso de los modelos de simulación de la vida útil para el sistema total, el cual incluye el producto, el medio que lo rodea y el sistema de empaque, puede predecirse la vida útil de un producto empacado y seleccionar el más económico y/o conveniente material de empaque.

### ***Cinética De Reacción***

Normalmente se asumen que los mecanismos de deterioración en los alimentos dependen de tres parámetros: tiempo, temperatura y humedad. Las reacciones cinéticas que involucran los parámetros de calidad son a menudo muy complejas, aunque normalmente se describen como cero o primer orden. Invariablemente la constante de velocidad aumenta al incrementar la temperatura.

El programa de reacción cinética es diseñado para cualquier estudio cinético, como pardeamiento, pérdida de ácido ascórbico, crecimiento microbiano, oxidación lipídica, etc, donde se mide el cambio, a una temperatura constante, con respecto al tiempo (Labuza & Fu, 1993), .

*Ecuación general*

$$d[A] / dt = k [A]^n$$

Dónde:

d[A]= Concentración de A

### ***El Valor Q<sub>10</sub>***

Labuza (1999), indica que una alternativa para expresar la dependencia de la temperatura que ha sido usada extensivamente por la industria alimentaria y la ciencia de los alimentos,

y las literaturas de bioquímica es el concepto de  $Q_{10}$ . Que se definen como la relación de las constantes de velocidad de reacción a temperaturas que difieren por 10 °C.

Equivalentemente se han definido a  $Q_{10}$  como el cambio de vida útil  $t_s$ , es decir, el tiempo para A (o B) en alcanzar los niveles inaceptables, cuando el alimento es almacenado a una temperatura más alta por 10 °C.

El valor  $Q_{10}$  es una medida de cuánto es el cambio de la velocidad de reacción con un levantamiento de temperatura de 10°C.

$$d[A]/dt = \text{Velocidad de pérdida o ganancia de A}$$

t = Tiempo

k = Constante de velocidad

n = Orden de la reacción

Para determinar el orden de reacción aparente se asume valores diferentes de n (0, 1 y más) y se prueba con un gráfico o un ajuste lineal a las ecuaciones correspondientes de los datos experimentales. Si el experimento se ha llevado a cabo a por lo menos 50% de conversión y preferentemente 75%, es normalmente fácil determinar qué orden de la reacción da los mejor ajustes, o gráficamente o usando la bondad estadística de criterio del ajuste. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la regresión lineal es en la mayoría de los casos un criterio suficiente. La mayoría de las reacciones del alimento que se han estudiado se ha caracterizado como pseudo-ceros (velocidad constante de deterioración) o primer orden (velocidad exponencial de deterioración).

### ***Ecuación de Arrhenius***

La ecuación de Arrhenius puede usarse para estimar la velocidad de la reacción a cualquier temperatura, cuando las velocidades a dos o más temperaturas son conocidas.

$$K = k_0 \exp(-E_a/RT)$$

Donde:

k = velocidad de reacción a temperatura T

$k_0$  = factor pre exponencial ó velocidad de reacción pseudo-cero

$E_a$  = energía de activación

R = constante de los gas ideales, 1.987 cal/mol°K

T = temperatura, °K,

$E_a/R$  = la pendiente del gráfico  $\ln(k)$  vs  $1/T$

$$Q_{10} = [k (T+10)] / [k ( T)]$$

$Q_{10}$  se reduce conforme aumenta la  $T^{\circ}$ .

Labuza (1996), indica que en términos prácticos significa que si los valores de  $k$  están disponibles en las diferentes temperaturas y  $\ln(k)$  se grafica contra la temperatura absoluta recíproca,  $1/T$ , se obtiene una línea recta con una pendiente de  $-E_a/R$  ( $R=1.987\text{cal/mol}$ , constante gas universal). Normalmente, la velocidad de reacción está determinada en tres o más temperaturas y  $k$  se traza vs.  $1/T$  en un gráfico semilogarítmico o empleando una regresión lineal ajustada a la Ecuación. Un análisis estadístico, similarmente descrito para la determinación del  $R^2$  de las constantes de velocidad de reacción, se usa para determinar el 90-95% del límite de confianza de los parámetros de Arrhenius.

### ***Determinación y Uso de los parámetros cinéticos***

Singh (1996) citado por Man y Jones (1997), señala que para describir la influencia de la temperatura en la velocidad de reacción, con el uso de la expresión de Arrhenius, es necesario saber los valores de los parámetros cinéticos como la constante de velocidad y energía de activación. Dos procedimientos son normalmente empleados para determinar estos parámetros cinéticos.

- El método de la regresión lineal involucra trazar el logarítmico de la constante de velocidad contra el recíproco de la temperatura (absoluta). Es necesario obtener como mínimo tres constantes de velocidad en temperaturas diferentes. Puesto que debe ser una línea recta, la regresión lineal es para determinar la pendiente y el intercepto, y se obtiene valores para el factor pre exponencial y la energía de activación.
- Un método de regresión no lineal reportado por Singh citado por Man y Jones (1997) se usa para determinar la energía de activación directamente desde la concentración o del nivel de un atributo de calidad. Este método evita la determinación de las constantes de velocidad. La ventaja de este método es el uso de puntos de los datos originales relacionado a la variación de atributos de calidad calculando los parámetros cinéticos deseados.

### **2.2.22. Análisis de supervivencia**

La Estadística o Análisis de supervivencia (Meeker y Escobar, 1998) es un conjunto de técnicas que son muy utilizados en estudios clínicos, biológicos, epidemiológicos y sociológicos. Entre otras muchas aplicaciones esta técnica permiten estudiar la variable

“tiempo hasta que ocurre un evento” y su dependencia de otras posibles variables explicatorias. De manera sencilla podríamos decir que conociendo la actitud del consumidor hacia el producto: SI ó NO consumiría este producto, podemos estimar la vida útil del mismo. Las respuestas de los consumidores sobre las muestras evaluadas permitirán obtener una matriz de datos capaz de proporcionarnos la información suficiente como para calcular el porcentaje de rechazo de las mismas y estimar así cuál es el tiempo máximo de almacenamiento permitido en esos productos para que no causen rechazo en el consumidor. Con la finalidad de determinar la vida útil de los alimentos, interesa conocer el tiempo en el cual el consumidor rechaza el producto, se utilizará la función de rechazo  $F(t)$ , definida como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto almacenado antes del tiempo  $(t)$  (Meeker y Escobar, 1998). La evaluación sensorial es la clave en esta técnica porque son los propios consumidores los que miden la vida útil del alimento, respondiendo al comportamiento cotidiano de aceptación o rechazo frente al producto almacenado. El trabajo experimental es relativamente sencillo y económico, por ejemplo, 50 consumidores responderán con un “si” o un “no”, y será suficiente para estimar un valor de vida útil con razonables intervalos de confianza (Meeker y Escobar, 1998)

### ***El Fenómeno de la censura***

Una dificultad propia del análisis de vida útil es el hecho de que la información sobre el momento en que un consumidor rechaza el producto depende de los tiempos de almacenamiento en que éste prueba el producto. La censura puede ser de distintos tipos: la “censura por la derecha” se produce cuando el consumidor no rechaza ninguna de las muestras, en particular no rechaza la muestra almacenada en el tiempo máximo que duró el estudio (llámese  $t_{ult}$ ). En este caso se dispone de la información que el tiempo hasta el rechazo  $(t)$ , es superior a  $t_{ult}$ . La “censura en un intervalo” se da cuando el consumidor rechaza el producto entre dos tiempos de almacenamiento dados. Por ejemplo, ha aceptado la muestra almacenada  $t_j$  horas y rechaza la muestra almacenada  $t_k$ . En este caso  $(t)$  está entre  $t_j$  y  $t_k$  horas. La “censura por la izquierda” es un caso particular de la censura en un intervalo y se da cuando el consumidor rechaza el producto en el primer tiempo de almacenamiento. Es decir, en este caso  $(t)$  está entre 0 y  $t_1$  horas. (Meeker y Escobar, 1998).

### *Cálculo de la vida útil a partir de los datos de los consumidores*

Para calcular la vida útil primeramente se debe estimar la función de rechazo donde se maximiza la llamada función de verosimilitud. Dicha función describe la probabilidad conjunta de obtener los datos observados experimentalmente, sobre los sujetos en estudio, como una función de los parámetros desconocidos del modelo considerado. Si se asume un determinado modelo paramétrico que ajusta razonablemente bien los datos, la función de verosimilitud dependerá tan solo de unos pocos parámetros y proporcionará una estimación más precisa tanto de la función de rechazo como de otros parámetros de interés. Teniendo en cuenta que usualmente la distribución de los tiempos de rechazo está sesgada a la derecha, el modelo normal no es adecuado y otras leyes tales como la de Weibull o la log-normal son más adecuadas. Los cálculos de los percentiles con sus intervalos de confianza para los estudios de vida útil sensorial, los parámetros de interés a menudo son los percentiles de la distribución de la vida útil. Ejemplo: se usará el percentil del 50% o mediana, si se está interesado en saber cuántos días se puede almacenar un alimento para que menos del 50% de los consumidores rechacen el producto. Según Bautista (2011): La distribución de Weibull es la más empleada para modelar la distribución de tiempos de vida o una ocurrencia; es generalización de la exponencial, de la cual difiere porque el riesgo no toma un valor constante, siendo una consecuencia más flexible para el análisis. En toda distribución los parámetros juegan un papel importante para determinar la distribución poblacional. Los parámetros generalmente son del siguiente tipo:

- **Localización ( $\delta$ ).** Este tipo de parámetro generalmente se relaciona con la media o alguna medida de tipo central, se caracteriza por realizar un desplazamiento en una distribución de referencia, que comúnmente se llama distribución estándar.
- **Escala ( $\alpha$ ).** Este tipo de parámetro generalmente se relaciona con la desviación estándar de alguna medida de variación, se caracteriza por mostrar la amplitud de la gráfica sobre el eje de las ordenadas, es decir, los parámetros de escala representan una transformación de una distribución de referencia, que comúnmente se llama distribución estándar.
- **Forma o asimetría ( $\beta$ ).** Este tipo de parámetro como su nombre lo indica se relaciona con la forma de la distribución, ya que para algunos valores puede ser creciente y para otros decreciente, la distribución es un mismo segmento de estudio.

La distribución de Weibull para la función de rechazo está dada por:

$$F(t) = 1 - \exp(-(t/\alpha)^\beta)$$

Donde:

- $F(t)$ : es la función de rechazo de la distribución.
- $t$ : tiempo (segundos, minutos, horas, días, meses, años, etc.)
- $\alpha$  y  $\beta$ : son los parámetros del modelo.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Alimento funcional:** Se trata de productos alimenticios que deben consumirse dentro de la dieta habitual para conseguir efectos beneficiosos que van más allá de los requerimientos nutricionales tradicionales (Roberfroid, 2000).

**Capacidad Antioxidante:** retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. (Jacob, 1996)

**Radicales libres:** son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. (Finkel y Holbrook, 2000)

**Compuestos fenólicos:** son un gran grupo de antioxidantes naturales; consumo de fuentes importantes, particularmente de frutas, vegetales y cereales presentan efectos benéficos (Naczki y Shahidi, 2006).

**Edulcorante:** Se conoce como edulcorante a cualquier sustancia que endulza, es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento que carece de este (Lemus *et al.*, 2011).

**Vida útil:** Es el periodo de tiempo durante el cual el producto alimenticio seguirá siendo seguro; conserva sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas; y conformarse con la declaración expuesta en la etiqueta del alimento (Hough, 2004).

## 2.4. Formulación de hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General:

- La capacidad antioxidante es determinante en una bebida elaborada en base a Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annuum*”.

### 2.4.2. Hipótesis Específicas:

- La proporción adecuada de la mezcla de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá – “*Passiflora edulis*” y Pimiento - “*Capsicum annuum*” influye con la capacidad antioxidante en la bebida.
- La vida útil de la bebida funcional a base Melón “*Cucumis melo*”, de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y Pimiento “*Capsicum annuum*” esta relaciona con la capacidad antioxidante.

## 2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 12  
Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
V.I: Proporción adecuada de melón , maracuyá y pimiento	Dimensión 1	Grados Brix
		pH
	Dimensión 2 Aspecto Sensorial	Acidez
		Aroma
V.D: Capacidad antioxidante.		Color
		Sabor
		Apariencia
		Compuestos fenólicos
		Vitamina C
		Carotenoides

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

#### 3.1.1. Tipo de investigación

Tecnológica, dado que permitirá desarrollar el procedimiento tecnológico adecuado para desarrollar la mezcla de extracto de Melón “*Cucumis melo*”, jugo de Maracuyá “*Passiflora edulis*” y extracto de Pimiento “*Capsicum annum*” como bebida funcional con capacidad antioxidante

Experimental, dado que se realizaron formulaciones y mediciones de nivel aceptación sensorial como bebida funcional.

Prospectivo, dado que se desarrollaron diferentes formulaciones y determinó sus parámetros físicos-químicos para la posterior medición del grado de aceptación sensorial como bebida funcional.

#### 3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo y explicativo. Descriptivo en la formulación de la mezcla y su determinación de sus parámetros físico-químicos de la bebida y explicativo dado que se evidencio, detallo y comparo los resultados de todos los análisis realizados.

#### 3.1.3. Diseño

El estudio corresponde a un diseño experimental ya que permite recoger la información necesaria de las variables estudiadas.

#### 3.1.4. Enfoque

El estudio se realizará con el fin de obtener información acerca de los compuestos funcionales de la bebida funcional a base de melón, maracuyá y pimiento en 4 diferentes tratamientos de donde se seleccionará aquella bebida que tiene mayor capacidad antioxidante con una aceptabilidad, por lo cual se desarrollará bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo.

## **3.2.Población y muestra**

### **3.2.1.La población**

La población está conformada por el conjunto de materia prima: Maracuyá *Passiflora edulis*, Melón *Cucumis melo* y Pimiento *Capsicum annuum* proveniente del mercado antiguo del distrito Huacho -Provincia Huaura.

### **3.2.2.Muestra**

La unidad de análisis está conformada por 4 formulaciones de bebidas funcionales a base de la materia prima: Maracuyá *Passiflora edulis*, Melón *Cucumis melo* y Pimiento *Capsicum annuum*, proveniente del mercado antiguo del distrito Huacho -Provincia Huaura.

## **3.3.Técnicas de para la recolección de datos**

### **3.3.1. Técnicas a emplear**

#### ***Obtención de pulpas de frutas***

##### ***a) Selección:***

Según Vargas y Pisfil (2008) La selección de la materia prima, consiste en la selección de los frutos en su maduración óptima.

-Se seleccionaran los que posean las mejores características, además se retiraran los desperdicios, y otras materias extrañas.

##### ***b) Lavado y desinfección:***

Se debe realizar un lavado de aspersion de la fruta, tal que permita reducir suciedad, bajar la carga de materia orgánica.(Ojasil, 2009). Se realiza por inmersión en agua potable, removiendo todas las sustancias extrañas de la cáscara (Marin. *et al*, 2003).

-Se retira la sucedida y materia orgánica adherida. La desinfección se realiza con hipoclorito de sodio en proporción de 100 ppm durante 3 a 5 minutos.

##### ***c) Escaldado (pimiento):***

Según Vargas y Pisfil (2008). Etapa determinante para la elaboración. Esta operación se realiza con la finalidad de ablandar el fruto, inactivar la enzima.

-El escaldo de los pimientos se realizara una temperatura de 90° C por 1 min.

d) **Pelado (melón):**

Se realiza con la finalidad de eliminar la cascara o la piel y la pepas de la fruta, se realiza mediante cuchillo o discos giratorios (Ojasil, 2009).

-Para facilitar el pelado, se cortaran los extremos del melón. También se eliminaran las semillas.

e) **Cortado (maracuyá):**

Con el objeto de adecuar la fruta para su procesamiento se realiza la separación manual de la cáscara de la fruta, la cual se debe pesar para establecer los rendimientos (Ojasild, 2009).

- Se procederá a cortar el maracuyá por la mitad para retirar la cascara.

f) **Extracción:**

Con el objeto de separar la parte sólida de la líquida en una mayor proporción y adecuar de esta manera para el procesamiento disminuyendo el tiempo de filtración (Ojasild, 2009).

-La extracción se realiza en un extractor donde el pimiento ingresa cortado al extractor sin semillas.

g) **Filtración:**

Esta operación consiste en reducir el tamaño de las partículas de la pulpa y/extracto a una apariencia más homogénea (Marin. *et al*, 2003)

-Se procederá a utilizar tamices para obtener un tamaño de partícula uniforme.

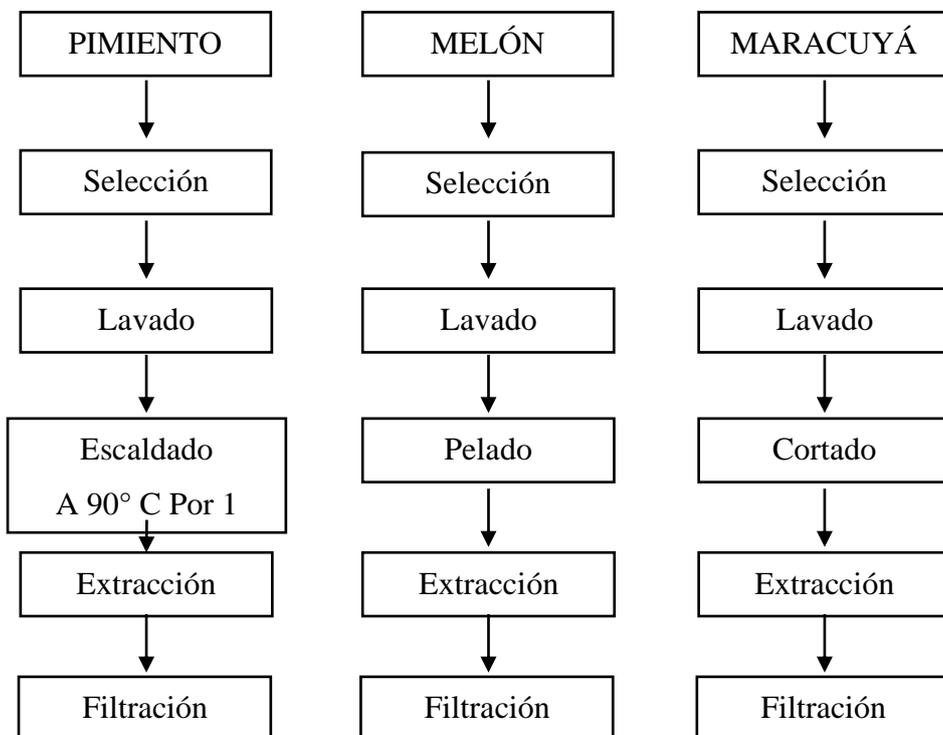


Figura 5: Técnica de obtención de pulpas de pimiento, maracuyá y melón.

Fuente: Elaboración propia.

## ***Obtención de bebida funcional.***

### ***a. Mezclado:***

Procedimiento por el cual se mezclan dos o más sustancias para formar una sola conservando las características principales de cada componente (Ojasild, 2009).

-Se adicionara extracto de maracuyá y pimienta en las proporciones indicadas para cada tratamiento.

### ***b. Estandarizado:***

Es el paso donde se determina e incorpora todos los insumos requeridos en las cantidades apropiadas (Ojasild, 2009).

-Se realizara a 40 - 60° C, se añadirá edulcorante en este caso Stevia conjuntamente con el azúcar calculado a 8° Grados Brix y el estabilizante CMC, porcentaje usado basado en el rango usado según Castillo (2012).

### ***c. Homogenizado:***

Se realizó con la finalidad de uniformizar la mezcla. En este caso consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los componentes o insumos de la bebida y se reduce el tamaño de las partículas que no se hayan disuelto durante el estandarizado y así evitar la separación de la fase (Panez y Rúa, 2009)

### ***d. Pasteurización 1:***

Consiste en llevar a la bebida hasta la temperatura de 85°C por 5 minutos para inactivar la mayor cantidad de microorganismo y así favorecer su conservación (Panez y Rúa, 2009)

-Será a una temperatura de 85° C por 5 min.

### ***e. Pasteurización 2:***

-Se adicionara el extracto de melón y se mantendrá la temperatura a 85° C por 15 segundos más.

### ***f. Envasado:***

El envasado se debe de realizar en caliente, a una temperatura no menor a 85°C. El llenado de la bebida es hasta el tope del contenido de la botella y evitando la formación de espuma; inmediatamente se coloca la tapa la cual se realiza de forma manual en el caso que se emplee las tapas denominadas "taparosca". Si durante el proceso de envasado la temperatura del néctar disminuye por debajo de 85°C, se debe detener esta operación. Se calentar la bebida hasta su temperatura de ebullición, para proseguir luego con el envasado (Panez y Rúa, 2009)

-Se realizará en caliente en envases de vidrios esterilizados.

**g.      *Enfriado:***

El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella. Al enfriarse el producto ocurrirá la contracción de la bebida dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto. El enfriado se realiza con chorros de agua fría (Panez y Rúa, 2009).

-Se enfriara hasta los 25°C

**h.      *Almacenado:***

Se almacena en lugares frescos a temperatura de ambiente y/o refrigeración (2- 4°C) (Panez y Rúa, 2009).

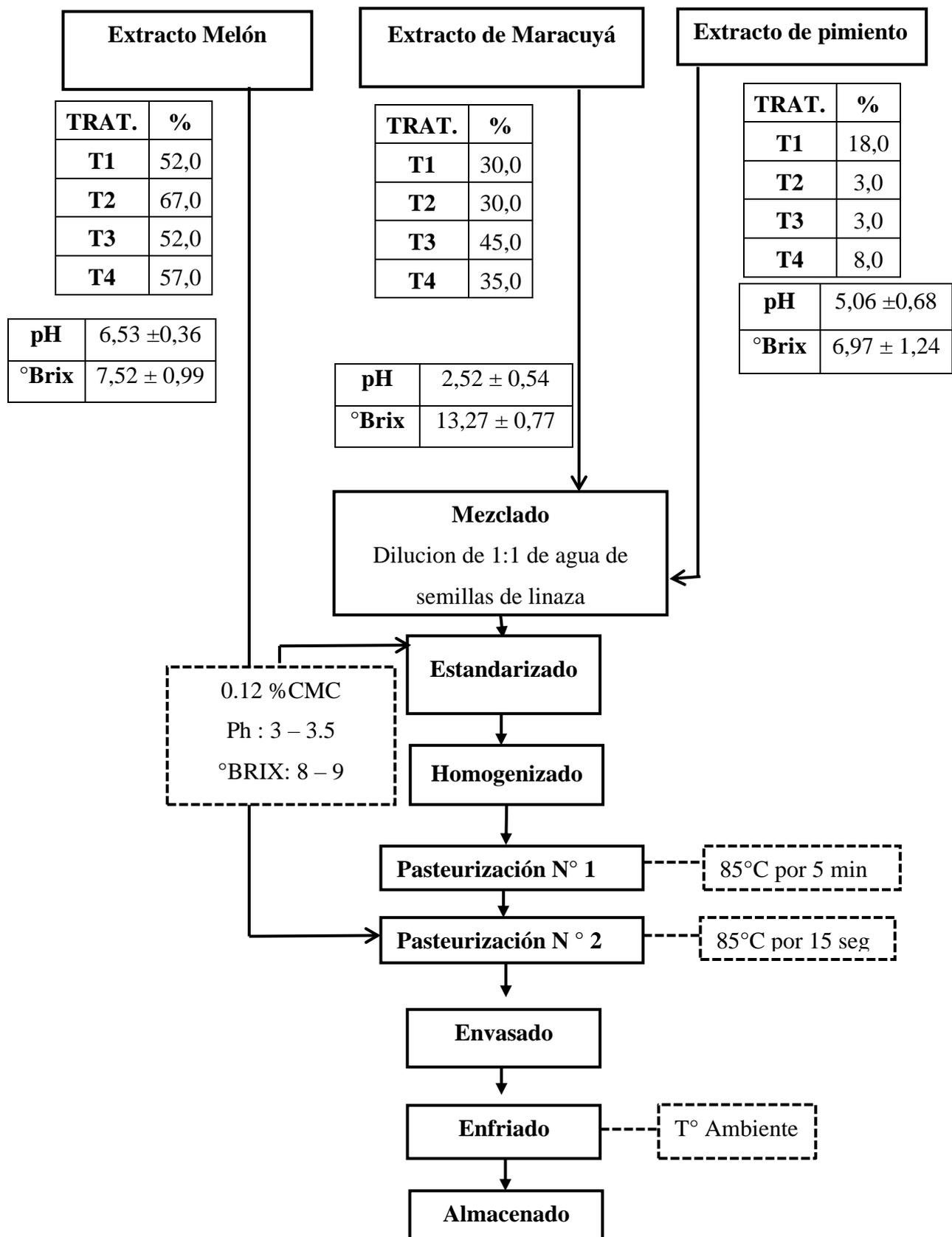


Figura 5: Flujoograma para la elaboración de una bebida funcional

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.2. Métodos a emplear**

***Determinación de pH: Método potenciométrico recomendado por la (AOAC, 2005).***

Fundamento: Evaluación de las diferencias de potencial entre un electrodo estándar de Calomel previamente calibrado usando sus sales amortiguadoras. Se procedió a medir el pH respectivo a cada muestra de materia prima y posteriormente a las bebidas elaboradas.

***Determinación de grados Brix: Método Indirecto por refractometría recomendado por la (AOAC, 2005)***

Fundamento: Indirecto refractometría (AOA, 2005). Se procedió a medir el grado Brix respectivo a cada muestra de materia prima y posteriormente a las bebidas elaboradas.

***Método DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) para la capacidad antioxidante de la materia prima y bebida funcional.***

El método DPPH propuesto por Brand *et al.*, (1995) permite evaluar la actividad de sustancias frente al radical libre estable 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) en una solución metanólica que tiene un color violeta intenso que se pierde progresivamente cuando se añade la muestra que contiene antioxidantes. La decoloración del radical se determina a 517nm y la cuantificación se realiza por lo general empleando soluciones patrón de Trolox. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de muestra, el procedimiento seguido se muestra en el Anexo 10 y Anexo 11 para la bebida funcional y la materia prima respectivamente. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

***Método ABTS+***

Esta técnica registrada por Miller *et al.*, 1993, se basa en el principio de la formación del radical catión 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazohin sulfonato (ABTS+) debido a la acción de la metamioglobina/  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Este radical presenta una coloración verde azulada que se mide a 600 nm. La presencia de antioxidante en la mezcla produce una supresión de la formación del radical y por ende de la coloración, siendo la misma proporcional a la actividad antioxidante. El método utiliza el Trolox (derivado de la vitamina E) como patrón. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{M}$  equivalente Trolox/g de muestra, el procedimiento seguido se muestra en el Anexo 15. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

### ***Método ORAC***

El método ORAC es un método fluorescente donde se mide el retraso, en presencia de compuestos antioxidantes, de la disminución de la fluorescencia de la fluoresceína debida a la acción de agentes oxidantes. El agente oxidante utilizado fue el AAPH (2,2'-Azobis-(2-aminopropano)-dihidrocloruro), y la actividad antioxidante de las muestras fue medida en relación al Trolox, utilizado como sustancia antioxidante de referencia (López, 2015), expresando los resultados en  $\mu\text{mol EqTrolox/L}$ ; el procedimiento se detalla en el Anexo 14, realizando las determinaciones por triplicado.

### ***Método de Polifenoles totales por reactivo de Folin-Ciocalteu.***

Según Swain y Hillis (1959). Los resultados se expresaron en mEq. ácido gálico/mL de extracto. La ecuación de la curva estándar obtenida a partir del ácido gálico miliequivalente, el procedimiento seguido se muestra en el Anexo 16. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

### ***Método espectrofotométrico directo para carotenoides ( $\beta$ - caroteno )***

Para la determinación de carotenoides ( $\beta$ - caroteno) se ha seguido la tecnología propuesta por Safo *et al.*, (1984), modificada por Bedoya (1999). Los resultados se expresaron en  $\mu\text{g}/100\text{ml}$  de pulpa. El procedimiento seguido de preparaciones de las muestras y cuantificación del  $\beta$ -caroteno se muestran en el Anexo 12, las determinaciones se realizaron por triplicado.

### ***Método de 2,6 diclorofenol - indofenol para la vitamina C***

La titulación volumétrica es un método de análisis cuantitativo en el que se mide el volumen de una disolución de concentración conocida (disolución patrón o titulante patrón) necesario para reaccionar completamente con un compuesto en disolución de concentración desconocida. El método está basado en la cuantificación del exceso de 2,6-dicloroindofenol, el cual disminuye la intensidad de su color debido al ácido ascórbico presente. Según la AOAC (2005). Los resultados se expresaron en  $\text{mg Ácido Ascórbico}/100\text{ mL jugo}$ . El procedimiento seguido de preparación de muestras y las titulaciones realizadas se muestra en el Anexo 13. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

### ***Método de análisis de supervivencia***

Según Curia (2005). Es un estudio para un suceso positivo como también negativo. En la optimización sensorial de un alimento se aplica a los parámetros de dos sucesos: la aceptación o rechazo del producto por parte de los consumidores, es conocer la actitud del consumidor hacia el producto: SI o NO lo consumiría este producto, podemos estimar la concentración. Para ello se requiere disponer de muestras preparadas a diferentes porcentajes de concentración. Las respuestas de los consumidores sobre las muestras evaluadas permitirán obtener una matriz de datos capaz de proporcionar el porcentaje de aceptación ver anexo 6. Los resultados darán la función de supervivencia que está dada como la probabilidad que un individuo acepte o rechace la concentración.

- **Distribución Weibull:** Se utiliza extensivamente en el desarrollo de modelos de fiabilidad y tiene ventaja con un cambio en los parámetros de localidad y escala. Se aplicó esta distribución para estimar la concentración adecuada de Stevia en la bebida optimizada, calculo hecho mediante el programa Minitad.

### ***Pruebas aceleradas de vida útil (PAVU).***

Se realizo sometiendo a la bebida a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, a temperaturas de 30, 45, 60° C. El seguimiento del comportamiento de la bebida a las temperaturas seleccionadas, se realiza utilizando parámetros Fisicoquímicos ce cuantificación de capacidad antioxidante por el método ABTS.

Se siguió el modelo de cinética de reacción que fue diseñado para cualquier estudio cinético (Labuza, 1993), mediante modelos matemáticos basados en la ecuación de Arrhenius que describen el efecto de la temperatura en la capacidad antioxidante de la bebida, se estima la estabilidad de la bebida en las condiciones normales de almacenamiento a las diferentes temperaturas evaluadas.

### 3.3.3. Descripción de los instrumentos

#### *Materia prima*

- Maracuyá “*Passiflora edulis*”
- Melón “*Cucumis melo*”
- Pimiento “*Capsicum annuum*”

#### *Reactivos*

- DPPH (2,2-Difenil –1-Picrylhydrazyl)
- 2,6 Diclorofenol Indofenol.
- Acido gálico (anhidro para síntesis- Merck),
- Reactivo del fenol según Folin-Ciocalteu (Merck)
- Metanol (99.8%)
- Etanol absoluto
- Acetona absoluto.
- Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) 1 mM (98.1%- Merck).
- Agua desionizada
- Agua destilada.
- Hexano absoluto.
- Ac. ascórbico
- Buffer fosfato 75 mM
- HCl
- Fluoresceína
- AAPH
- ABTS+
- NaOH
- Ácido Metafosfórico
- Ácido acético
- Papel aluminio

### *Equipos*

- Espectrofotómetro UV /VISINIR (Lambda1 050 - Perkin Elmer)
- Potenciómetro (HI18424- Hanna Instruments).
- Refractómetro digital (HI 96801 – Hanna Instruments).
- Balanza analítica (P A214 y P AJ21 02- Ohaus ).
- Balanza electrónica (W A2 -e-Accüra)
- Centrifuga universal (MPW-251 Med. Instruments)
- Refrigeradora marca Electrolux
- Congelador marca Artiko
- Agita tubos (VM-300 Vortex Mixer)
- Horno esterilizador-secador (ODHG-9070B Kert Laboratory)
- Licuadora
- Extractor
- Lector de microplaca

### *Materiales*

- Vasos de precipitación (10, 50, 100, 250) ml
- Tubos de centrifuga de 15, 50 ml (Falcon)
- Micropipeta (100-1200 µL), (10-20 µL) y (2-200 µL)
- Buretas de 25 ml
- Probeta (20,50, 250, 500) ml c/u
- Termómetro digital
- Pipetas graduadas de (5 ,10) ml c/u
- Perilla para pipetas
- Papel filtro N° 40
- Bagueta
- Espátula
- Pizetas
- Escobillas
- Materiales de procesamiento (cuchillo, tela, coladores utensilios de acero y baldes de plástico).

### 3.4. Técnica para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de datos se utiliza el programa Minitab 17, Design Expert, Excel.

#### 3.4.1. Diseño estadístico

El diseño estadístico que se utilizara es el diseño de mezcla por superficie respuesta con 4 tratamientos. Resultados serán procesados en el programa Design Expert (versión trial) para su evaluación como diseño de mezcla para los diferentes tratamientos de la bebida funcional.

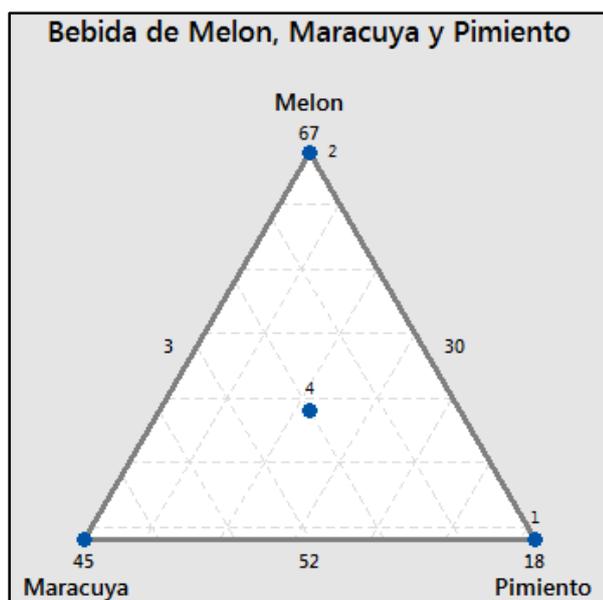


Figura 6: Triángulo de las proporciones de mezcla.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 7, se obtiene el siguiente cuadro donde indica la proporción de melón, maracuyá y pimientos para cada uno de los 4 tratamientos a realizar.

Tabla 13

*Proporción para la mezcla base de cada tratamiento*

TRATAMIENTOS	CORRIDA	MEZCLA BASE		
		Melón	Maracuyá	Pimiento
1	1	52,0	30,0	18,0
2	2	67,0	30,0	3,0
3	3	52,0	45,0	3,0
4	4	57,0	35,0	8,0

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de la materia prima

Las características iniciales de la materia prima fueron para conocer el estado y condiciones de los frutos, en la tabla se aprecia los resultados:

Tabla 14  
*Características iniciales de la materia prima*

Característica	Melón	Maracuyá	Pimiento
pH	6,53 ± 0,36	2,52 ± 0,54	5,06 ± 0,68
Solidos solubles	7,52 ± 0,99	13,27 ± 0,77	6,97 ± 1,24
Estado de madurez	Maduro	Maduro	Maduro
Polifenoles totales (mg Ácido Gálico/L jugo)	220,32 – 271,73	519,4 – 726,8	1436,4 – 1770,8
Betacaroteno (µg /100ml de pulpa)	143,81 – 238,1	267,16 – 275,71	507,01 – 899,7
Vitamina C (mg Ácido Ascórbico/100 mL jugo)	11,155 ± 1,96	15,17 ± 0,91	97,302 ± 14,26
<u>Capacidad antioxidante</u>			
Equivalente TROLOX (µg)	4,071	7,541	6,109

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del contenido de pH y acidez de las frutas se caracteriza como acida a la maracuyá en comparación a las otras muestras, en cambio los valores de solidos solubles totales indican a la maracuyá es la más dulce de las tres muestras, en cuanto a los componentes funcionales, el que tiene mayor contenido de polifenoles (1436,4 – 1770,8 mg Acido Gálico/L jugo), vitamina C (97,302 ± 14,26mg Ácido Ascórbico/100 mL jugo) y Betacarotenos (507,01 – 899,7 µg /100ml de pulpa) es el pimiento comparado con las otras respectivas muestras .

#### 4.2. Caracterización de pH de las bebidas elaboradas

Las características iniciales de pH de las bebidas según el diseño de mezclas, son expuestas en la tabla 15:

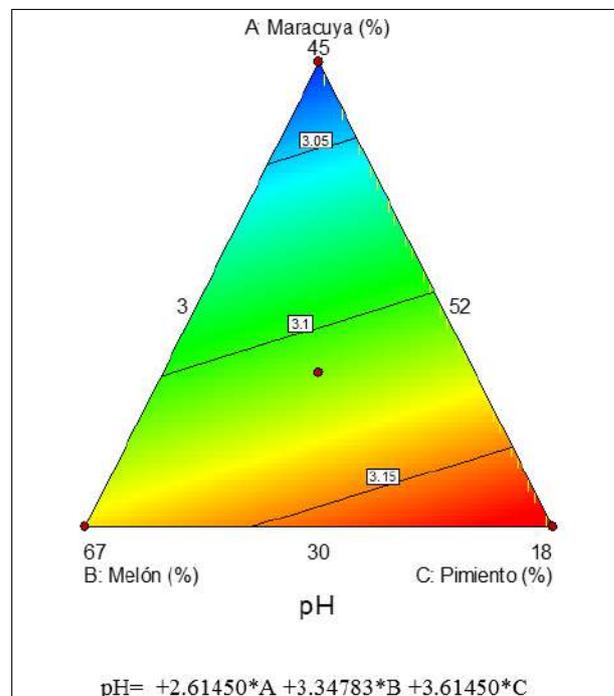
Tabla 15

*pH de las bebidas en estudio*

Tratamiento	Mezcla ( Porcentaje)			pH
	Melón	Maracuyá	Pimiento	
1	52	30	18	3,17
2	67	30	3	3,13
3	52	45	3	3,02
4	57	35	8	3,13

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos expuestos en la tabla 15 para el valor de pH en las bebidas se construye las figura 8 de superficie de respuesta empleando el diseño experimental de mezclas.



*Figura 7: Curvas de contorno y ecuación del modelo para la evaluación del pH en la mezcla*

Fuente: Elaboración propia.

Las magnitudes de los coeficientes para las tres mezclas indican que el pH depende más de la proporción del jugo de maracuyá, de modo que si se aumenta el % de este el pH de la mezcla será más ácido.

### 4.3. Evaluación sensorial de las bebidas elaboradas

Las cuatro bebidas provenientes de las mezclas según los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fueron evaluadas sensorialmente y consistió en conocer cuál de las 4 bebidas de los tratamientos en estudio tienen una mayor puntuación en el color, sabor, acidez, aroma, aceptación general cada uno de los panelistas semi-entrenados recibió las cuatro muestras y una cartilla de escala hedónica de 9 puntos, los resultados se puede apreciar en la tabla 16 , y la evaluación del performance de los panelistas se puede ver en el Anexo 4 .

Tabla 16

*Resultado de la evaluación sensorial de las bebidas en estudio*

Trat.	Mezcla (%)			Atributos sensoriales (puntos 1-9)				
	Melón	Maracuyá	Pimiento	Color	Sabor	Aroma	Acidez	Acept.
T1	52	30	18	4,75	6	6	6,25	6,13
T2	67	30	3	6,38	6,13	6,44	6,38	6
T3	52	45	3	6,75	4,75	4,75	6,13	4,88
T4	57	35	8	7,06	6,75	6,81	7	6,38

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados se puede deducir que el sabor y la aceptabilidad son los atributos que denotan las diferencias entre los tratamientos, el mayor puntaje en cuanto el sabor es en la bebida T4 (6,75) y el mínimo en la bebida T3 (4,75) coincidiendo con una mayor proporción de melón, pudiendo afirmar que los panelistas gustan más a la bebida con mayor porcentaje de melón. En cuanto al atributo de la aceptabilidad el mayor puntaje se consigna también a la bebida T4 (6,38) y el menos aceptado es la bebida T3.

Con los datos expuestos en la tabla anterior para los atributos evaluados en las bebidas se construye las figuras de superficie de respuesta empleando el diseño experimental de mezclas, tal como se puede apreciar en la figura 9 y figura 10.

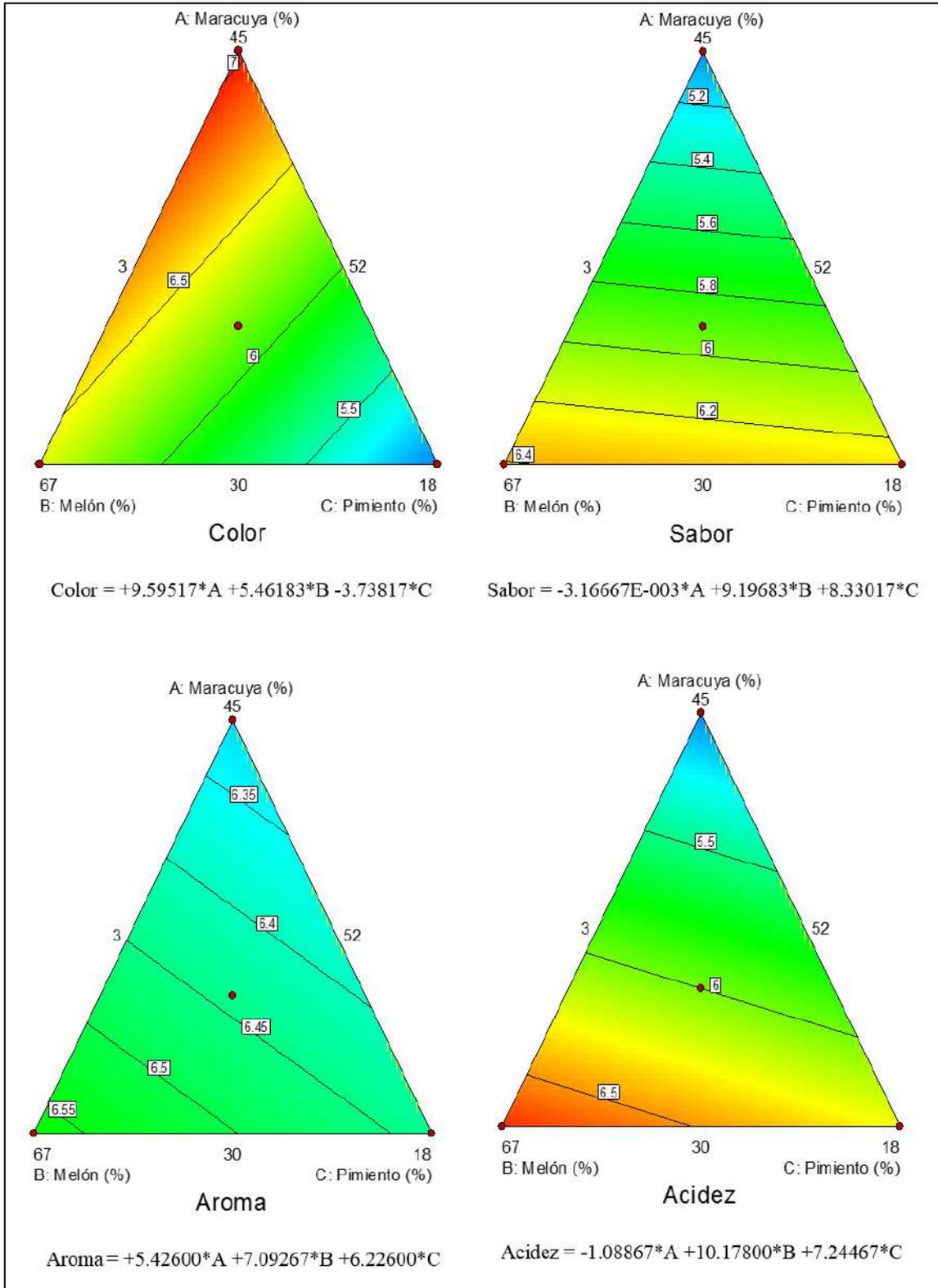


Figura 8: Curvas de contorno y ecuación del modelo para las respuestas de la evaluación sensorial en las bebidas según las mezclas.

Fuente: Elaboración propia.

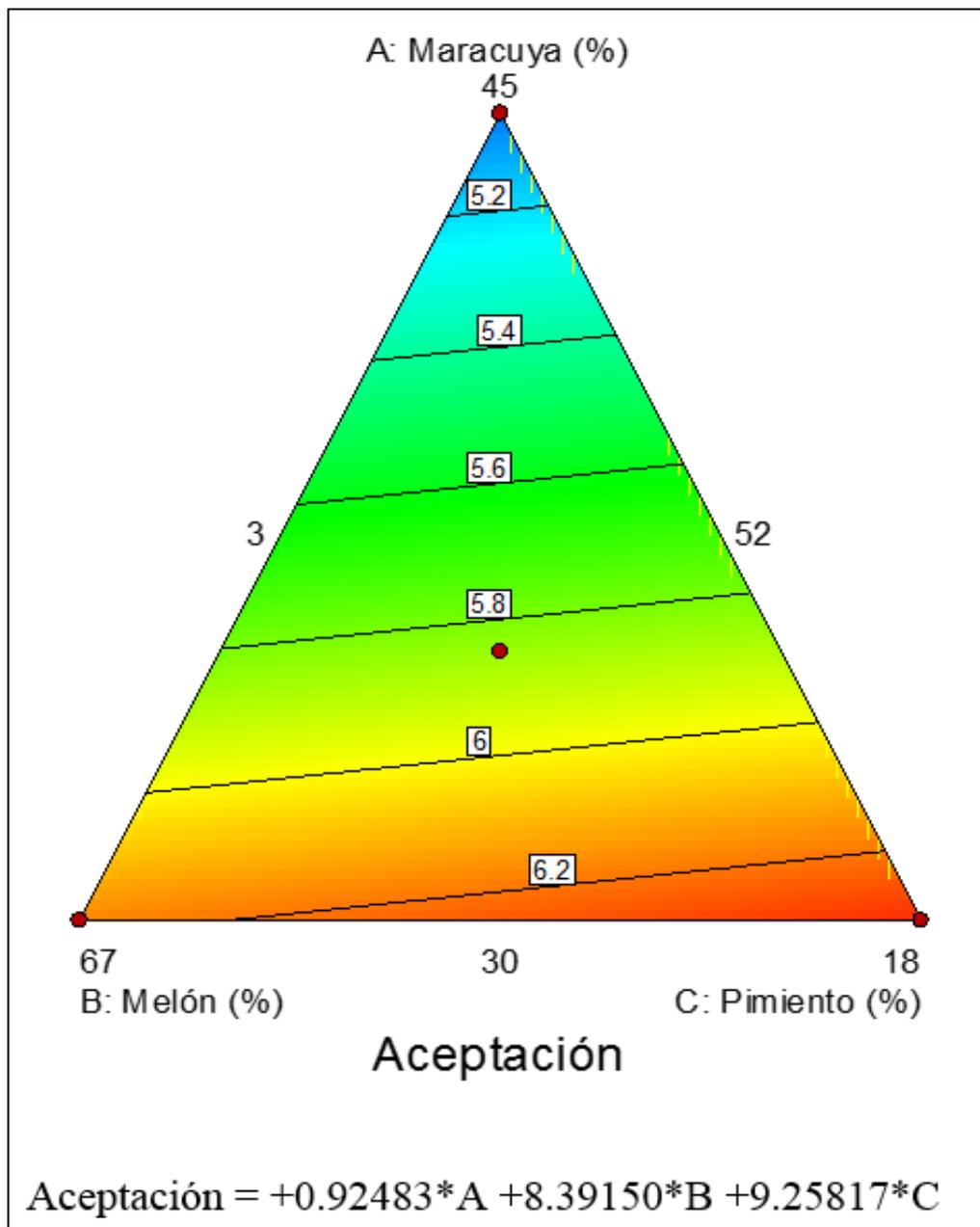


Figura 9: Curva de contorno y ecuación del modelo para aceptación de la evaluación sensorial en las bebidas según las mezclas

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados se puede indicar que en cuanto al atributo de color de la bebida que recibe mayor puntaje es la que tiene mayor proporción de maracuyá, respecto al puntaje del atributo de sabor se presenta una influencia positiva a causa de aumentar la proporción de melón, por el contrario al aumentar la proporción de maracuyá tienen un efecto negativo en el puntaje del sabor de la bebida, en el atributo del aroma se ve influenciado positivamente a la proporción de melón; lo contrario sucede si se aumenta la proporción de maracuyá.

Con respecto al atributo de acidez los panelistas son influenciados por la proporción de melón en la mezcla , aunque todos los componentes tienen una influencia positiva entre sí, y en la calificación de la aceptación de las bebidas se puede indicar que el melón influye positivamente en los panelistas, en menor incidencia lo hace también la maracuyá, sin embargo el aumento en la proporción de maracuyá en su mayor proporción influye directamente y negativamente en la aceptación general de los panelistas.

#### **4.4.Evaluación de la capacidad antioxidante**

La evaluación de la actividad antioxidante fue realizada en las cuatro bebidas (T1, T2, T3 y T4), a cada una de ellas se tuvo que realizar diluciones entre 1/200 a 1/3200 (la primera dilución en etanol puro y las otras en etanol al 50%), luego se realizó las lecturas a 515 nm frente al DPPH y con ello se calculó el porcentaje de inhibición en cada dilución y a partir de ello se realiza un análisis de regresión lineal para cada bebida en estudio, la pendiente obtenida es reportada como el valor ICI (Índice de Capacidad Inhibitoria; mg de DPPH inhibido/mL de bebida), los resultados se muestran en la Tabla 17 y las respectivas curvas de inhibición en la figura 11.

Tabla 17

*Resultado de la evaluación de la capacidad antioxidante por el método de inhibición al reactivo DPPH en las bebidas.*

Diluciones (Bebida:Metanol)	Lectura Absorbancia a 515 nm			
	T1	T2	T3	T4
Control	0,233	0,255	0,241	0,249
1/30	0,108	0,083	0,083	0,161
1/60	0,171	0,168	0,162	0,205
1/90	0,193	0,199	0,186	0,217
1/120	0,204	0,212	0,199	0,225
1/150	0,211	0,221	0,210	0,230
1/180	0,214	0,230	0,216	0,231
1/210	0,220	0,231	0,222	0,233

Concentración (mL/L)	Porcentaje de Inhibición			
	T1	T2	T3	T4
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4.762	5,579	9,412	7,692	6,684
5.556	8,155	9,804	10,187	7,487
6.667	9,442	13,203	12,682	7,620
8.333	12,661	17,059	17,256	9,626
11.111	17,167	21,961	22,661	12,968
16.667	26,824	34,118	32,502	17,781
33.333	53,708	67,451	65,405	35,428

ICI (Índice de Capacidad Inhibitoria)	1,643	2,0393	1,979	1,034
IC50	31,076	24,717	25,436	47,360

Fuente: Elaboración propia.

ICI: uM de DPPH inhibido/ mL de bebida

IC50: mL de bebida/L extracto (etanol+agua)

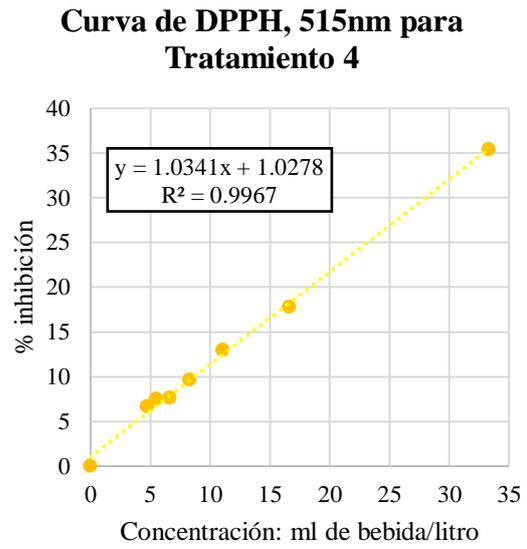
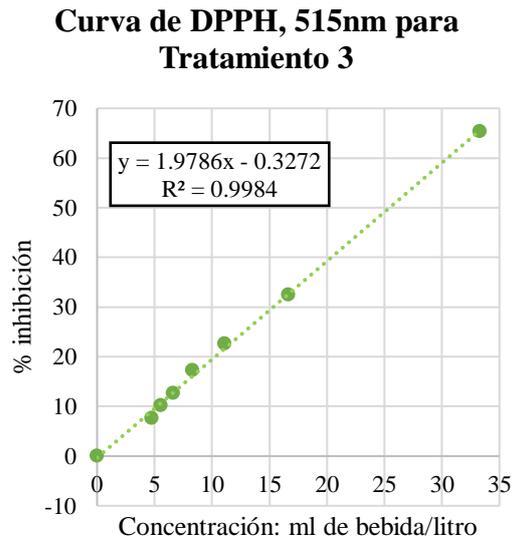
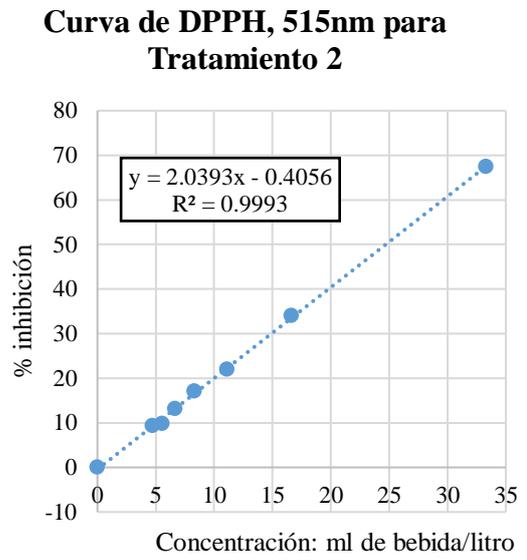
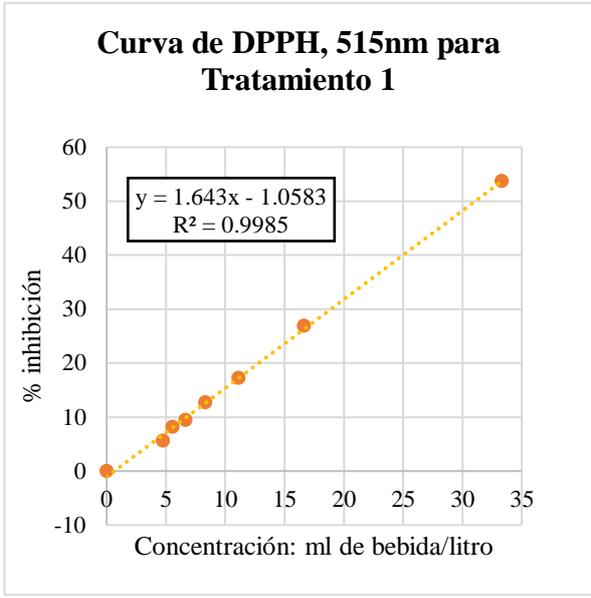
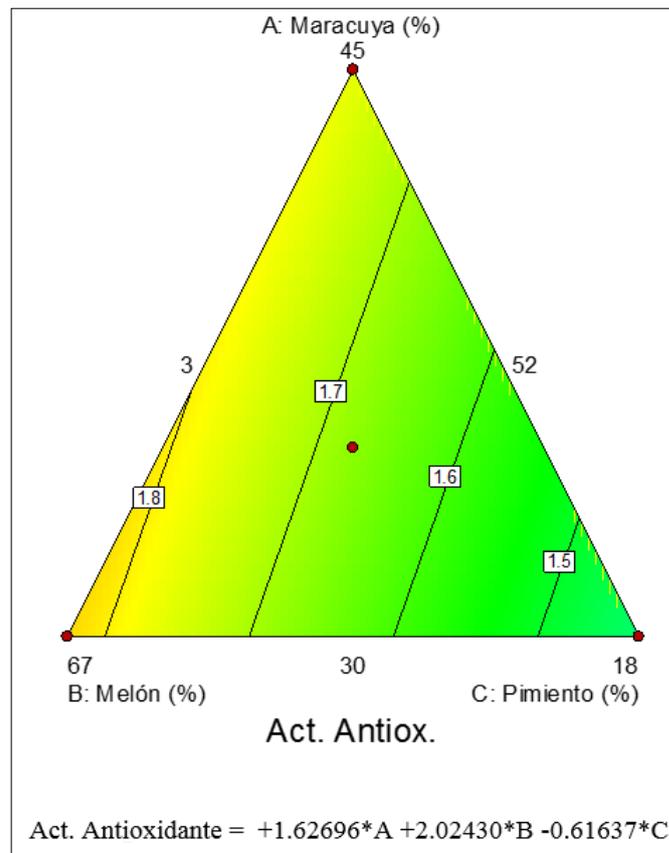


Figura 10: Curvas de inhibición del DPPH frente a diferentes concentraciones de las bebidas estudiadas.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo expuesto se puede mencionar que la bebida que tiene mayor poder antioxidante es la T2 con un valor de ICI de 2,0393 (uM de DPPH inhibido/ mL de bebida ó 6,645 uM Equivalente Trolox/mL de bebida) por tanto exhibe un IC50 de 24,717 (mL de bebida/L diluido) muy cercana a este valor está el T3 teniendo y poder antioxidante similar, la bebida con menor poder antioxidante se refiere al tratamiento T4 que requiere de 47,360 mL de bebida/L para un IC50.

En la figura 12 se puede apreciar la superficie de respuesta de las mezclas para la evaluación de capacidad antioxidante expresando en ICI (uM de DPPH inhibido/ mL de bebida).



*Figura 11:* Curva de contorno y ecuación del modelo para la evaluación de actividad antioxidante en la mezcla de las bebidas estudiadas

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados mostrados en la figura 12 indican que el valor de la actividad antioxidante en las bebidas evaluadas es influenciado positivamente por las proporciones del melón. Por lo expuesto en la mezcla el melón tiene una mayor influencia en el poder antioxidante de la bebida seguido de la maracuyá y el pimiento.

#### 4.5.Optimización de la bebida con capacidad antioxidante

Para la etapa de la optimización a fin de buscar la mejor mezcla recurrimos a los resultados de tanto evaluación sensorial y análisis de capacidad antioxidante. Este procedimiento ayudo a determinar que bebida es la óptima desde dos puntos de vista diferentes respecto a la aceptación y los compuestos funcionales de las muestras, que en el presente caso los parámetros que nos permitan establecer el modelo o una gráfica se resume en la siguiente tabla 18. Para realizar la optimización y establecer que combinación nos ofrecería una bebida con atractiva y que cumpla con los objetivos establecidos, se realizó previamente la evaluación sensorial y de la capacidad antioxidante de todas las mezclas (T1, T2, T3, T4), siendo la que tiene mayor aceptación en la evaluación sensorial y mayor capacidad antioxidante fue la muestra con el tratamiento 2.

Tabla 18

*Variables y función de deseabilidad con sus criterios para optimizar la mejor mezcla de bebida*

Variable	Función de deseabilidad	Límite mínimo	Límite máximo	Nivel de importancia
Maracuyá	Rango	30	45	3
Melón	Rango	52	67	3
Pimiento	Rango	3	18	3
pH	Ninguno	3,02	3,17	3
Color	Máximo creciente	4,75	9	3
Sabor	Máximo creciente	4,75	9	3
Acidez	Ninguno	4,75	9	3
Aroma	Ninguno	6,13	7	3
Aceptación	Máximo creciente	4,88	9	3
Act. Antiox.	Máximo creciente	1,034	2,0392	3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los parámetros establecidos se espera obtener una bebida con una mezcla optimizada (melón + maracuyá + pimiento ) en función de una máxima deseabilidad teniendo como importancia máxima a las variables de ICI (poder antioxidante), sabor y aceptabilidad. Las demás variables están definidas en un rango o se espera que se maximicen.

En la tabla 19 y figura 13 se puede apreciar los resultados del proceso de optimización después de la evaluación respecto a aspectos sensoriales y poder antioxidante.

Tabla 19

*Solución optimizada en función de la aceptabilidad para la mejor mezcla en la obtención de la bebida*

Nº	Maracuyá	Melón	Pimiento	pH	Color	Sabor	Acidez	Aroma	Acept.
T <sub>2</sub>	30	67	3	3,13	6,426	6,411	6,710	6,567	6,178

Fuente: Elaboración propia

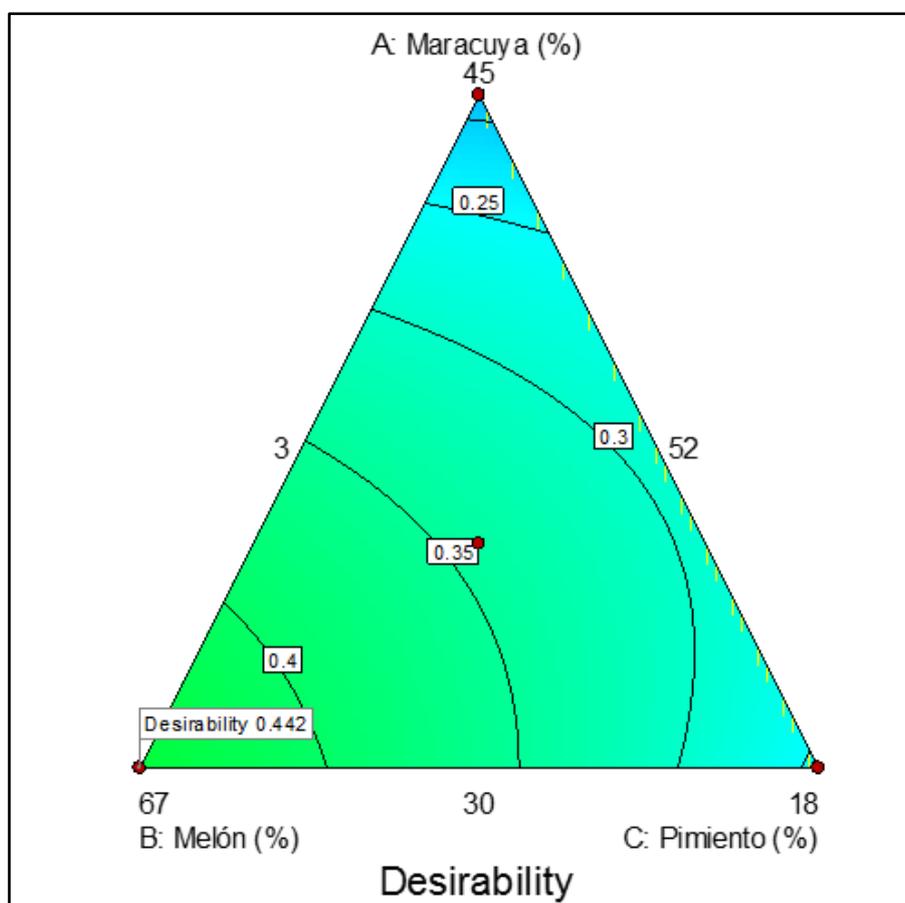


Figura 12: Solución optimizada obtenida en función de la deseabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados nos indican que el tratamiento T<sub>2</sub> es el óptimo, donde la bebida fue elaborada con 30% de maracuyá, 67% de melón y 3% de pimiento con una dilución 1:1 con agua de semillas de linaza, en esta mezcla se obtiene el mayor valor de antioxidantes y también de los

compuestos funcionales como polifenoles y betacotenos, además que obtienen el mayor puntaje en los tributos sensoriales del sabor y aceptabilidad.

#### **4.6. Evaluación sensorial para la obtención del porcentaje aceptable de Stevia en la bebida**

La bebida óptima (Tratamiento 2) se le adicionó los porcentajes crecientes de Stevia en 6 preparaciones, se realizó la evaluación sensorial donde los consumidores emitieron su juicio sobre su aceptación o rechazo estas respuestas se muestra en la tabla 12, en donde se puede apreciar también los resultados del tipo de censura en la cual se evaluó el rango de observaciones desde 0,2% hasta 0,4% de concentración de Stevia en el tratamiento solo se obtuvo 17 censuras validas de los 60.

Ver en Anexo 5 la ficha que se usó en la evaluación sensorial y la metodología usada para la evaluación de las bebidas a diferentes concentraciones de Stevia. En el anexo 6 se muestran las respuestas de aceptación y rechazo a las diferentes concentraciones de Stevia.

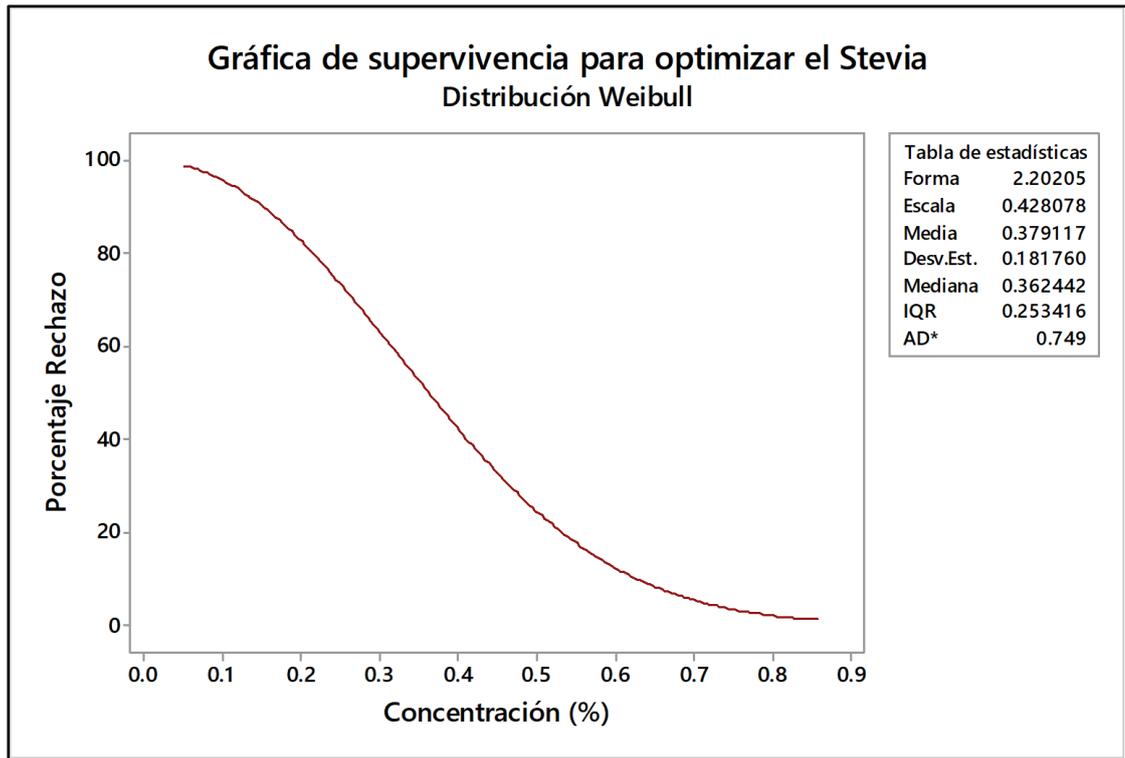
Tabla 20

*Datos de aceptación/rechazo de los consumidores y su correspondiente interpretación de la censura.*

Consumidor	Concentración de Stevia						Concentración Inicial	Concentración Final	Censura	Código de Censura
	0%	0.20%	0.40%	0.60%	0.80%	1%				
1	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0,2	0,4	Intervalo	3
2	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0,2	0,4	Intervalo	3
3	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0,4	0,6	Intervalo	3
4	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0,2	0,4	Intervalo	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
58	NO	SI	NO	NO	SI	SI	0,8	0,8	Izquierda	2
59	NO	SI	SI	NO	SI	SI	0,8	0,8	Izquierda	2
60	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0,2	0,4	Intervalo	3
Conteo de " SI"	0	17	39	44	52	60	17 censuras Validas			

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis de supervivencia con el modelo .de Weibull se determina la aceptabilidad de la concentración óptima de Stevia en la bebida.



*Figura 13:* Gráfica del análisis de supervivencia con el modelo de Weibull para la concentración ideal de Stevia.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos con el modelo empleado de análisis de supervivencia permiten estimar la concentración de Stevia en la cual se tenga un 50% de aceptación o rechazo y este valor corresponde a 0,36% de Stevia en la bebida, tal como se indica en la figura 14. Utilizando este análisis de supervivencia se logró maximizar la aceptabilidad sensorial de la bebida funcional orientado a la interacción entre los consumidores y el producto, además que permitió estimar hasta que concentración de Stevia se puede adicionar en la formulación para elaborar la bebida a base de melón, maracuyá y pimiento se debe adicionar hasta un 0,36% de Stevia para tener un mínimo de 50% de aceptación por los consumidores.

#### 4.7. Obtención de la bebida funcional a base melón, maracuyá y pimienta

De acuerdo a los resultados de la etapa de optimización donde se pudo establecer cuál es la mezcla ideal de los tres componentes, se procede a elaborar la bebida de forma definitiva para lo cual se debe seguir el flujo presentado en la figura 15 de acuerdo al siguiente procedimiento tecnológico:

##### 4.7.1. Obtención de bebida funcional

- a. Preparación del diluyente:* se pesará 40 gramos de semillas de linaza por cada 1 litro de preparación. dejándolas hervir por un tiempo de 20 minutos; la dilución usado con la bebida es de 1:1
- b. Mezclado:* se adicionará extracto de maracuyá a un °brix de  $13,27 \pm 0,77$  , pH de  $6,53 \pm 0,36$  a una proporción del 30% y pimienta en una proporción de 3% con un °brix de  $6,97 \pm 1,2$  ,pH de  $5,06 \pm 0,68$
- c. Estandarizado:* se realizara de 40 - 60° C, se añadirá edulcorante- Stevia a un 0,36% del total de la mezcla y 0,12 % de estabilizante en este caso CMC; llegando a un pH de la mezcla en una rango de 3- 3,5, °brix de 8-9.
- d. Agitación:* se agitará constantemente para evitar formación de grumos y la disolución uniforme de todos los ingredientes.
- e. Pasteurización 1:* Será solo para el maracuyá y el pimienta, a una temperatura de 85° C por 5 min controlándose constantemente.
- f. Pasteurización 2:* se adicionará el melón a una proporción de 67% con un Ph de  $6,53 \pm 0,36$  , °brix de  $7,52 \pm 0,99$  y se mantendrá la temperatura a 85° C por 15 segundos más.
- g. Envasado:* Se llena en botellas de vidrio empleando el dosificador de la pasteurizadora o empleando utensilios previamente esterilizados, se realiza un cierre o sellado del envase de forma hermética aun cuando la bebida este caliente.
- h. Enfriado:* Se enfría sumergiendo rápidamente en agua a temperatura ambiente hasta que se logre estabilizar la temperatura del medio ambiente exponiendo y dejando que se seque solo.
- i. Almacenamiento:* La bebida etiquetada debe ser almacenada a temperatura de refrigeración entre 5 a 8 °C hasta su consumo o evaluación.

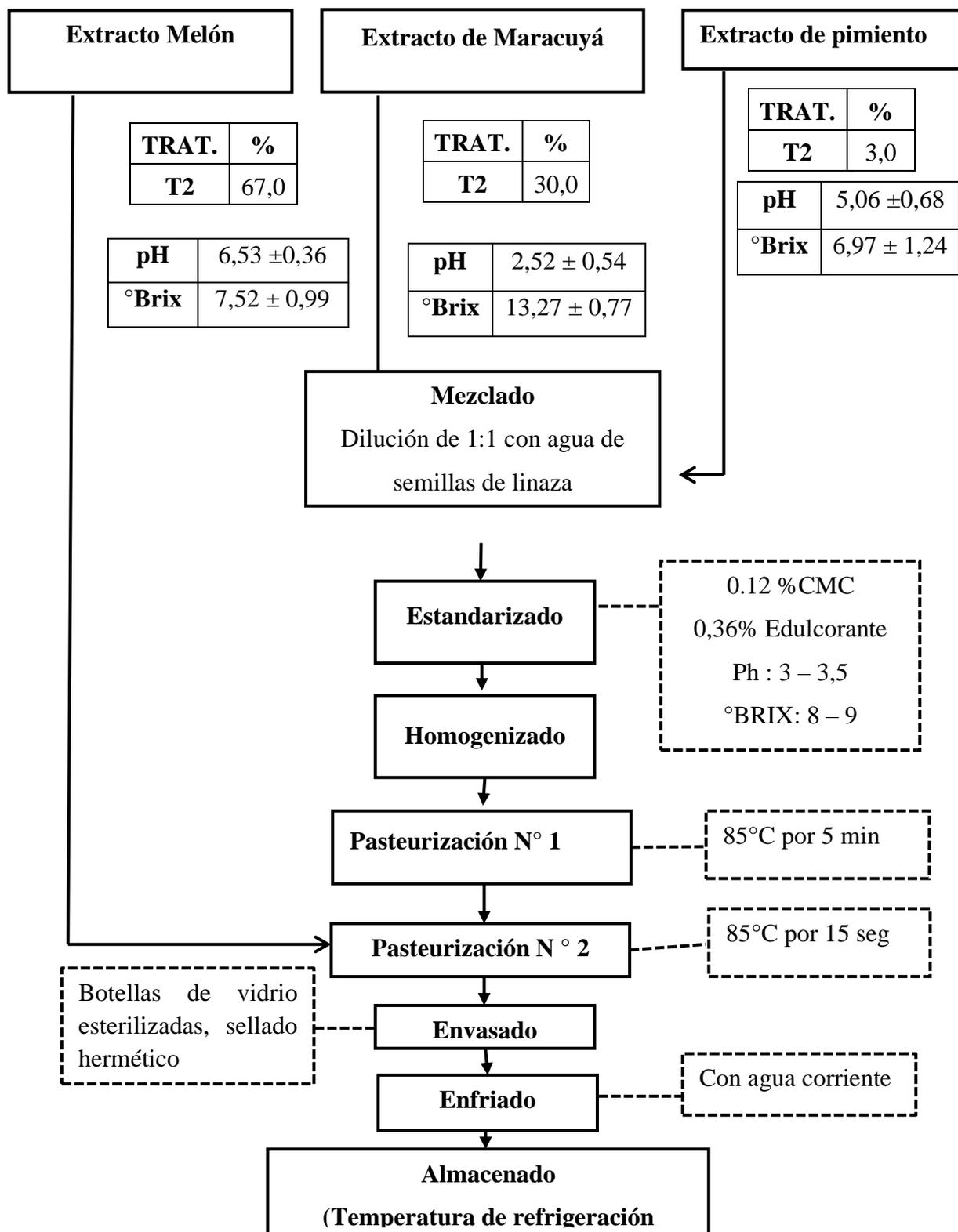


Figura 14: Flujo definitivo del proceso de elaboración de la bebida funcional a base melón, maracuyá y pimienta.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8. Evaluación funcional de la bebida optimizada

La evaluación funcional de la bebida (T2) corresponde a las determinaciones de la capacidad antioxidante mediante el cálculo del Índice de Capacidad Inhibitoria (ICI) y IC50, también se evalúa la cantidad de  $\beta$ -caroteno, polifenoles y vitamina C; que son aportadas por el melón, maracuyá y pimiento que resultan según las proporciones dadas por los tres ingredientes en la mezcla.

Tabla 21

Resultado del contenido funcional en la bebida optimizada.

Tratamiento	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ )	Polifenoles (mg EAG /L)	Vitamina C (mg Ác. Ascórbico/ 100 mL)	Capacidad antioxidante	
				ORAC ( $\mu\text{mol}$ EqTrolox /L)	DPPH
					ICI 2,039
T2	113,23 $\pm$ 10,0	150,52 $\pm$ 23,24	4,32 $\pm$ 0,75	3,325	IC50 24,72

Fuente: Elaboración propia.

ICI:  $\mu\text{M}$  de DPPH inhibido/ mL de bebida

IC50: mL de bebida/L extracto (etanol+agua)

Investigadores como (Jiménez *et al.*, 2001; Nakai *et al.*, 2006), han relacionado la capacidad antioxidante dependiente del contenido de fenoles totales, en donde los productos con alto contenido de polifenoles poseen una alta capacidad antioxidante.

Adicionalmente, Velioglu *et al.*, (1998) mostraron una correlación significativa entre el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante en frutas, vegetales y cereales.

#### 4.9. Evaluación de la estabilidad de la bebida respecto a la capacidad antioxidante

Se procedió a la evaluación de la estabilidad ( vida útil) de la capacidad antioxidante de la bebida, para identificar a que temperaturas tiene mayor degradación de compuestos funcionales siguiendo la metodología de Labuza (1996); la cinética de reacción descrita, la medición y cuantificación de capacidad antioxidante por el método ABTS metodología descrita por Kuskoski *et al.*, (2005) , las temperaturas a la que fueron sometidas las muestras fueron de 30, 45 y 60 °C, se evaluó la muestra en el día 0 y se procedió a las evaluaciones periódicas la pasar de los días , los resultados de dichas evaluaciones a continuación.

Tabla 22

*Evaluación de la degradación de la capacidad antioxidante de la bebida optimizada por días según temperaturas.*

Día	Capacidad Antioxidante En: uM ET/ L		
	T=60°C	T=45°C	T=30°C
0	766,67	766,66	766,66
1	629,45	-	-
2	617,21	698,56	-
3	614,76	-	691,67
4	602,10	671,07	-
5	577,65	-	-
6	553,20	643,58	671,74
7	-	-	-
8	-	630,67	-
9	-	-	649,90
10	-	587,82	-
11	-	-	-
12	-	-	602,44

Fuente: Elaboración propia.

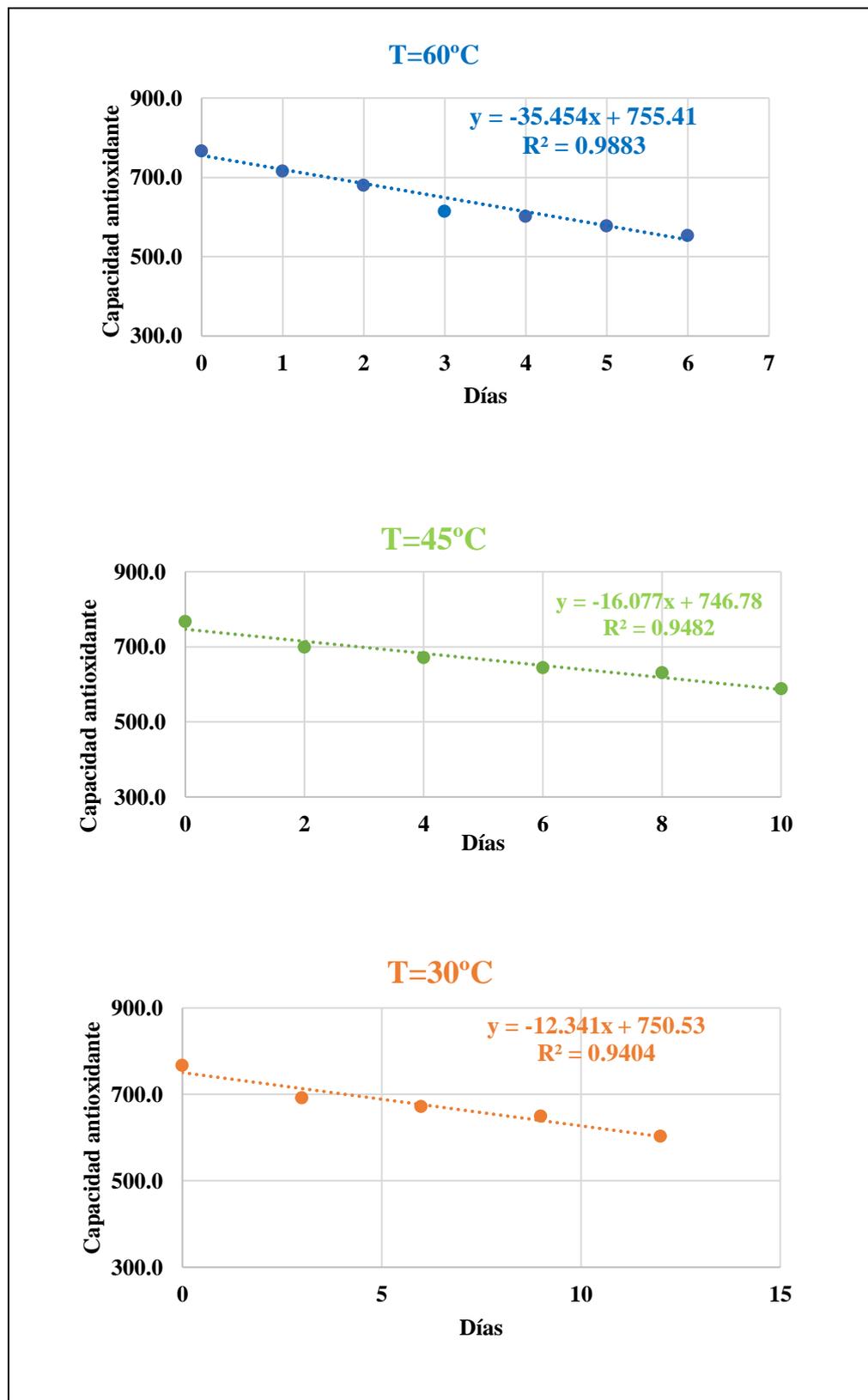


Figura 15: Degradación de la capacidad antioxidante respecto a los días en almacenamiento a las temperaturas estudiadas

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el orden de reacción y las constantes de velocidad de los compuestos estudiados, se realizó un análisis de regresión lineal simple. Para los modelos cinéticos indicados anteriormente, el resumen de los resultados se muestra en la Tabla 23. Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) (0,9883; 0,9482 y 0,9404) se obtuvieron al evaluar la cinética de degradación de la capacidad antioxidante con el modelo de orden Cero ( $n = 0$ ) para las temperaturas de 60 °C, 45 °C y 30 °C respectivamente.

Tabla 23

Valores de pendiente,  $k$  y  $R^2$  a las diferentes temperaturas de almacenamiento

	Temperaturas de Almacenamiento		
	T=60°C	T=45°C	T=30°C
<b>Pendiente :</b>	-35,4542	-16,0767	-12,3407
<b>K:</b>	35,4542	16,0767	12,3407
<b>R<sup>2</sup> :</b>	0,9883	0,9482	0,9404

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.1. Determinación del Orden de reacción ( $n=0$ )

**Primer Caso:** Orden de Reacción CERO (  $n=0$  )

$$d[A] / dt = k [A]^n$$

$$[A] = - kt + [A_0]$$

Donde:

$$[A_0] = \text{Concentración inicial de capacidad antioxidante ( } A_0 = 766,66 \text{ )}$$

Las ecuaciones obtenidas para el primer caso serían:

**Para 60 °C :**  $[A] = -35,4542 (t) + 766,66$

**Para 45 °C :**  $[A] = -16,0767 (t) + 766,66$

**Para 30 °C :**  $[A] = -12,3407 (t) + 766,66$

**Segundo Caso:** Reacción de Primer Orden (  $n=1$  )

Para determinar el orden de reacción y las constantes de velocidad de los compuestos estudiados, se realizó un análisis de regresión lineal simple. Para los modelos cinéticos indicados anteriormente para una reacción de primer orden , calculándole el Ln a las

capacidad antioxidante de cada muestra a su determinada temperatura, el resumen de los resultados se muestra en la Tabla 24 .

Tabla 24

Degradación de la capacidad antioxidante de la bebida optimizada por días según temperaturas expresado en logaritmo natural.

Día	Capacidad Antioxidante		
	T=60°C	T=45°C	T=30°C
0	6,6421	6,6420	6,6420
1	6,4448	-	-
2	6,4252	6,5490	-
3	6,4212	-	6,5391
4	6,4004	6,5089	-
5	6,3590	-	-
6	6,3157	6,4670	6,5099
7	-	-	-
8	-	6,4468	-
9	-	-	6,4768
10	-	6,3764	-
11	-	-	-
12	-	-	6,4010

Fuente: Elaboración propia.

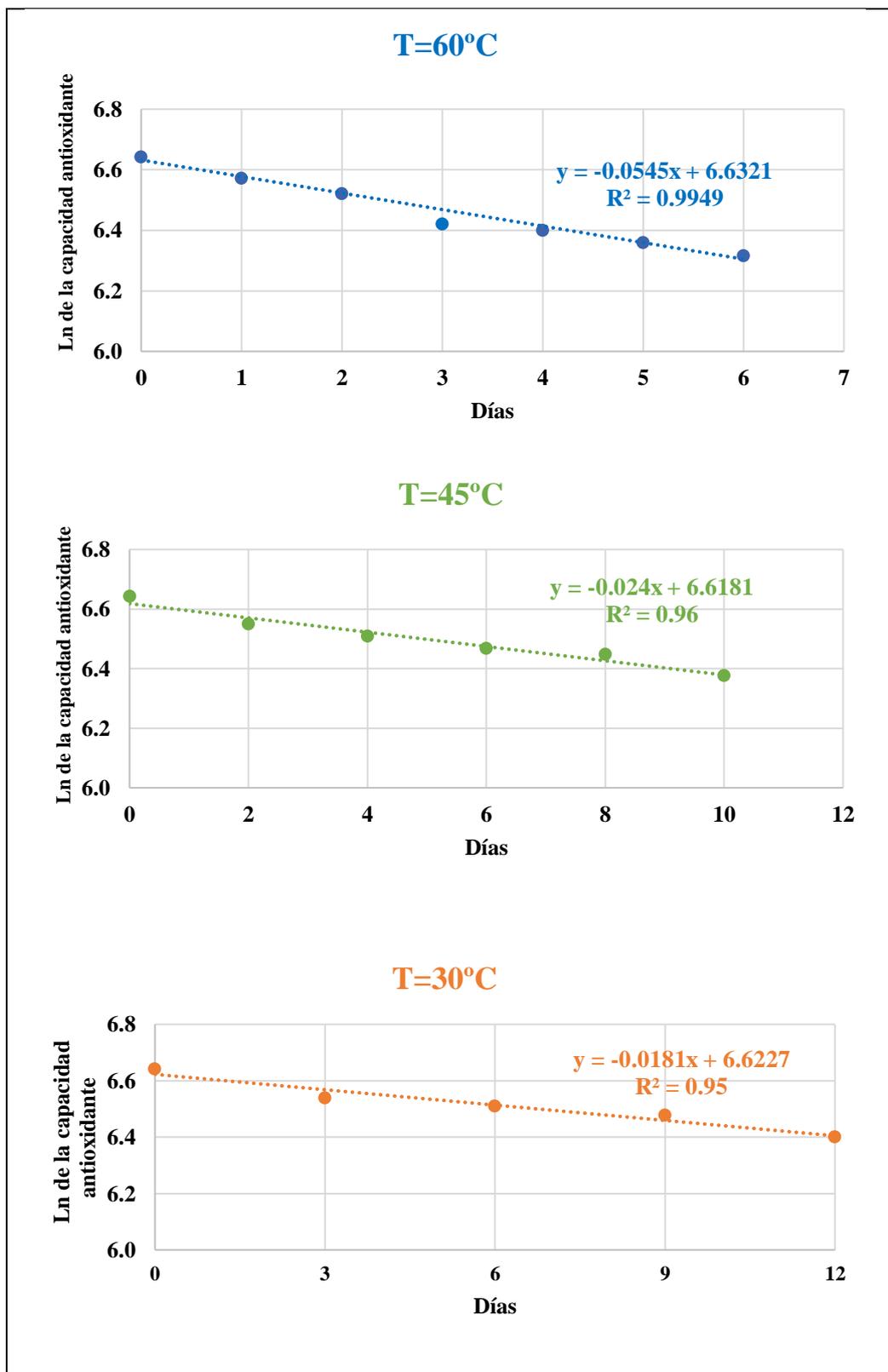


Figura 16: Degradación de la capacidad antioxidante de la bebida por días de almacenamiento a las temperaturas estudiadas.

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) fueron (0,9949; 0,9600 y 0,9500) se obtuvieron al evaluar la cinética de degradación de la capacidad antioxidante con el modelo de primer orden para las temperaturas de 60 °C, 45 °C y 30 °C

Tabla 25

Valores de pendiente,  $k$  y  $R^2$  a las diferentes temperaturas de almacenamiento.

	Temperaturas de Almacenamiento		
	T=60°C	T=45°C	T=30°C
<b>Pendiente :</b>	-0,0545	-0,0240	-0,0181
<b>K:</b>	0,0545	0,0240	0,0181
<b>R<sup>2</sup> :</b>	0,9949	0,9600	0,9500

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.2. Determinación del Orden de reacción ( n=1)

Orden de Reacción ( n=1)

$$d[A] / dt = k [A]^n \quad \longrightarrow \quad \mathbf{Ln[A] = - kt + Ln[Ao]}$$

Donde:

[Ao] = Concentración inicial de la capacidad antioxidante ( Ao= 766.66)

$$\mathbf{[A] = [Ao] \text{Exp}(-kt)}$$

Las ecuaciones obtenidas para el segundo caso serian:

**Para 60 °C:**  $\text{Ln}[A] = -0,0545(t) + \text{Ln}[766,6]$  ó  $[A] = 766,66 \text{Exp}(-0,0545(t))$

**Para 45 °C:**  $\text{Ln}[A] = -0,0240(t) + \text{Ln}[766,6]$  ó  $[A] = 766,66 \text{Exp}(-0,0240(t))$

**Para 30 °C:**  $\text{Ln}[A] = -0,0181(t) + \text{Ln}[766,6]$  ó  $[A] = 766,66 \text{Exp}(-0,0181(t))$

Según los resultados del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la regresión lineal tanto para el primer caso de orden cero (n=0) de acuerdo a la forma  $[A] = - kt + [Ao]$ , y para el segundo caso con una reacción del primer orden (n=1) de forma  $\mathbf{Ln[A] = - kt + Ln[Ao]}$ , se tiene que el mayor valor es para el segundo caso ( $R^2 \cong 1$ ), mostrando que el mejor ajuste a las temperaturas estudiadas corresponde con una cinética de degradación de orden 1.

### 4.9.3. La energía de Activación (Ea)

El valor Ea se encuentra mediante la ecuación de Arrhenius usado para estimar la velocidad de la reacción a cualquier temperatura, y se calcula mediante una regresión de  $1/T^\circ$  vs  $\ln[k]$ , el valor (k) corresponde al del primer orden previamente determinado.

Tabla 26

Valores de la regresión de  $1/T^\circ$  vs  $\ln[k]$ , el valor (k) correspondiente a la reacción de primer orden

T (°C)	T(°K)	1/T (1/°K)	K (1/DIA)	LN (K)
30	303	0,0033	0,0181	-4,0092
45	318	0,0031	0,0240	-3,7317
60	333	0,0030	0,0545	-2,9090

Fuente: Elaboración propia.

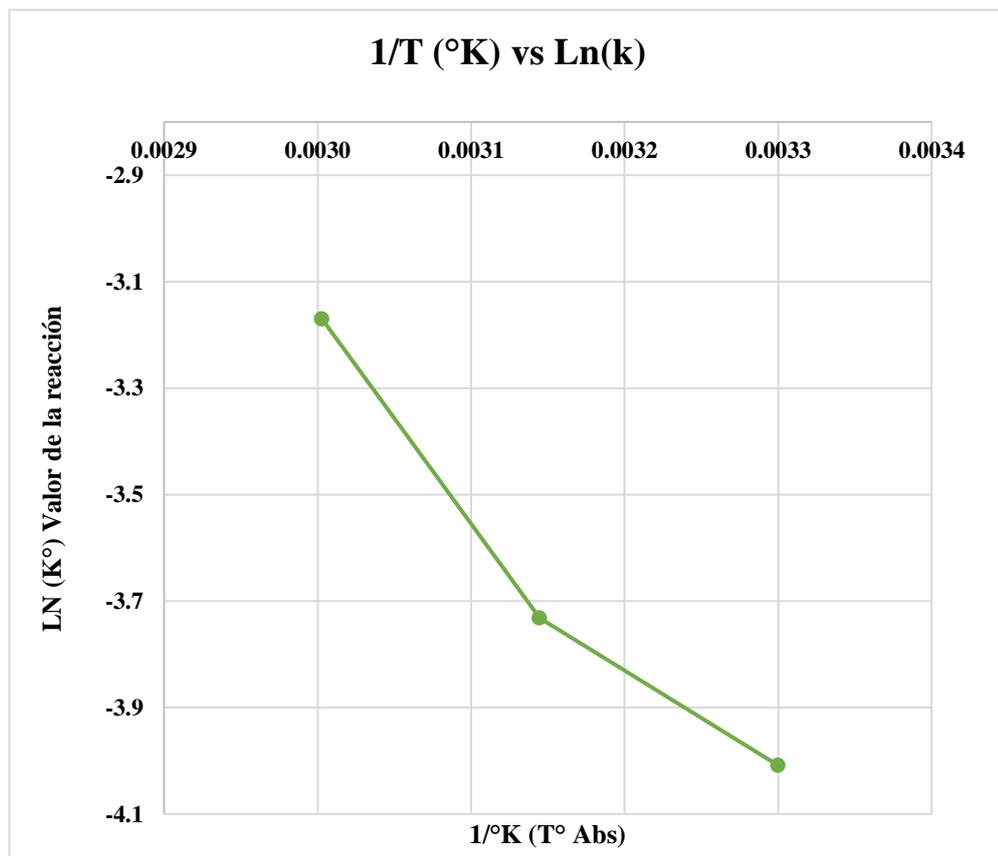


Figura 17: Relación  $1/t$  ( $^\circ\text{k}$ ) vs  $\ln(k)$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

Valores de pendiente,  $k$ ,  $R^2$  y  $E_a$

<b>Const. R</b>	1.987	Cal/Mol°K
<b>Pendiente:</b>	-3668,94365	(-Ea/R)
<b>R<sup>2</sup> =</b>	0,9093	
<b>Ea =</b>	7290,191	Cal/Mol°K
<b>Intercepto:</b>	8,004741	2995,124466

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación de Arrhenius para estimar  $k$  a cualquier temperatura será:

$$k = 2995,124466 \text{ Exp}[-3668,94365/T]$$

El valor de  $E_a$  es la medida de la sensibilidad de la reacción a la temperatura, es decir cuanto menor sea la  $E_a$ , menor es la sensibilidad a la degradación. En este estudio se encontró que el menor valor de  $E_a$  y  $Q_{10}$  le corresponde a la cinética de degradación. En la Figura 18 se muestra la ecuación que corresponde a la linealización del modelo matemático de Arrhenius según esto, el valor del  $\ln k$  varía frente a  $1/T$  según una línea recta. La pendiente de ésta es  $-E_a/R$ , tras despejar, obtenemos el resultado de la energía de activación para la reacción de degradación, igual a 7290,191 Cal/Mol°K expresándose también en 7,29 Kcal/ Mol°K o 30,50 KJ/ Mol°K.

#### 4.9.4. Valor $Q_{10}$

El valor  $Q_{10}$  mide cuánto es el cambio de la velocidad de reacción con un levantamiento de temperatura de 10°C. De acuerdo a los datos se tiene:

Tabla 28

Valores del  $Q_{10}$  a las temperaturas de estudio:

<b>T (°C)</b>	<b>K (1/día)</b>	<b>Q<sub>10</sub></b>
<b>30</b>	0,0181	1,213
<b>40</b>	0,0220	1,551
<b>50</b>	0,0341	1,597
<b>60</b>	0,0545	

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó la ecuación  $Q_{10} = (K_{(T+10)} / k(T))$  para el cálculo del  $Q_{10}$ , debido a que la fórmula propuesta por la ecuación de Arrhenius nos indica que solo es aplicable para diferencia de 10°C, se interpoló las temperaturas de 40°C y 50°C siguiente para hallar el  $Q_{10}$ . Una ecuación generalizada donde  $Q_{10}$  está en función de la temperatura es:

$$Q_{10} = \text{Exp}[-Ea/R (1/(T+10) - 1/T)]$$

De acuerdo a esto se puede apreciar la relación de los valores de  $Q_{10}$  vs  $T^{\circ}\text{C}$  en la Figura 19.

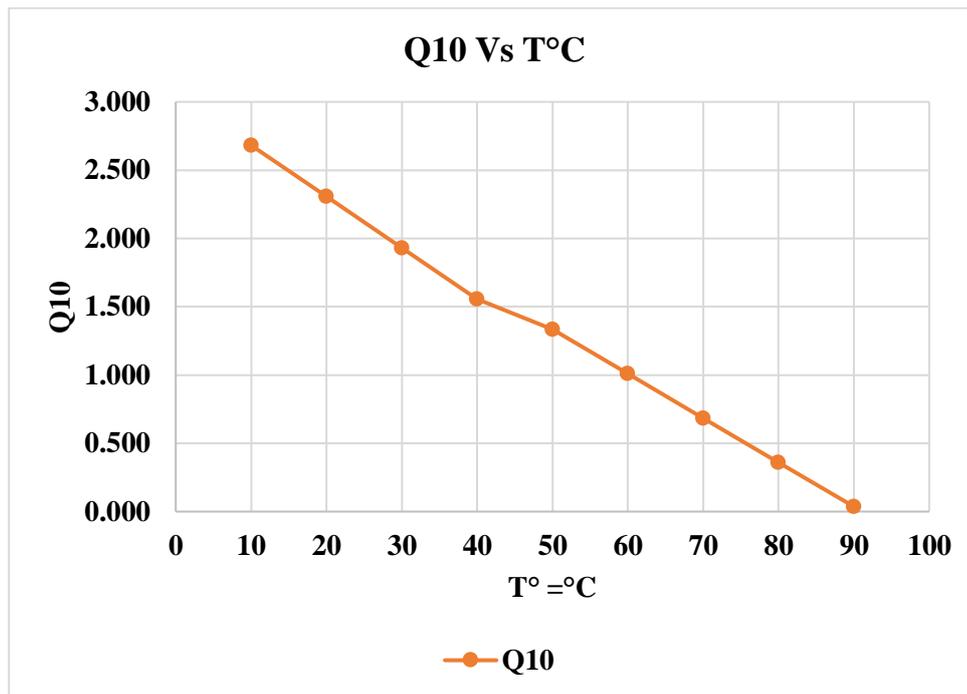


Figura 18: Dependencia de  $Q_{10}$  con respecto a la temperatura

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la dependencia de la velocidad de degradación con respecto a la temperatura se empleó la ecuación de Arrhenius, así para obtener la gráfica de la ecuación a partir de los resultados de la Tabla 28.

Utilizando los valores obtenidos para 30°C y 40 °C, se encuentra que el valor de  $Q_{10}$  es de 1,213, lo cual coincide con lo reportado por Labuza (1996), Nuñez y Chumbiray (1991) acerca de que la mayoría de las reacciones de degradación que ocurren en los alimentos tienen un valor de  $Q_{10}$  cercano a 2, aunque se encuentran valores por encima y por debajo, esto va a depender del tipo de reacción.

#### 4.9.5. Vida útil media de la capacidad antioxidante

Para obtener el tiempo de vida media, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$T_{1/2} = 0,693/k$$

Tabla 29

*Valores de la vida útil media de la capacidad antioxidantes respecto a las temperaturas de almacenamiento*

<b>T (°C)</b>	<b>Vida Media (Dias)</b>
<b>10</b>	51,61
<b>20</b>	44,90
<b>30</b>	38,19
<b>40</b>	31,48
<b>50</b>	20,30
<b>60</b>	12,71

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se muestra la vida útil media a diferentes temperaturas evidenciando que mientras mayor sea la temperatura de almacenamiento la vida media será menor, se evidencia que lo recomendable sería a una temperatura de refrigeración de 10°C para tener una vida útil media de 51 días.

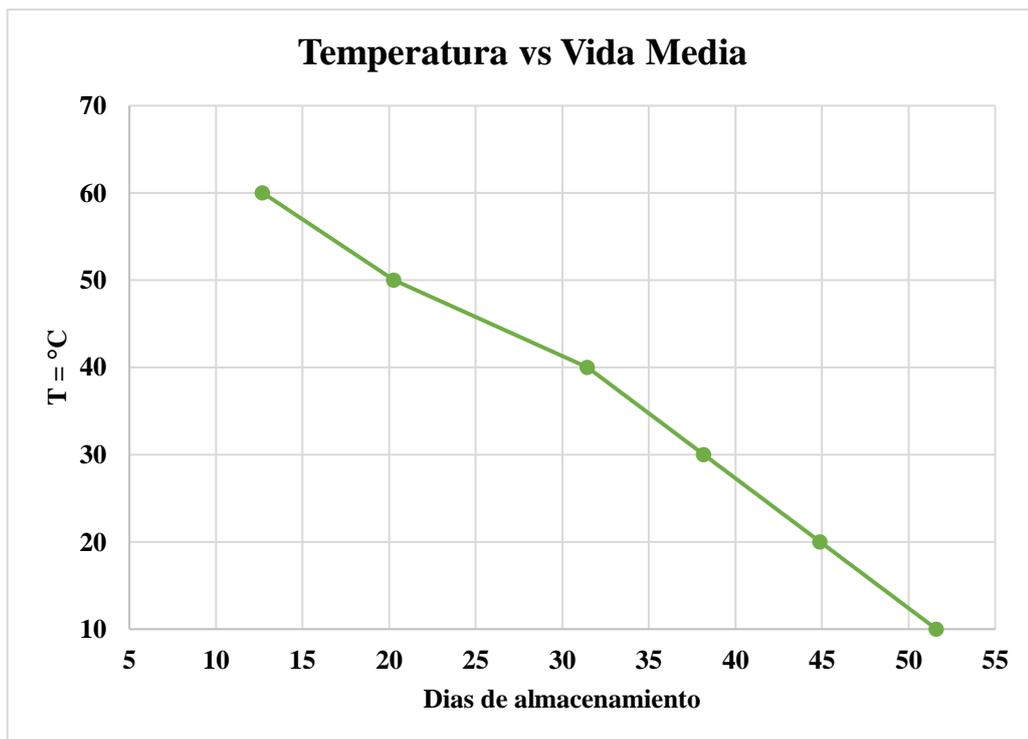


Figura 20. Relación de la vida media respecto a la temperatura de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

Las temperaturas elevadas de almacenamiento podrían acelerar la degradación de la actividad antioxidante, resultados similares han sido reportados para bebida de mora según lo publicado por Wu *et al.*, (2010). En este sentido, diversos estudios indican que los tratamientos de procesamiento térmico y el almacenamiento no refrigerado afectan directamente los parámetros fisicoquímicos y de esta forma los compuestos bioactivos e intrínsecamente la capacidad antioxidante de diferentes productos (Van Den Broeck *et al.*, 1998; Fratianni *et al.*, 2010; Wu *et al.*, 2010).

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES

### 5.1. Discusiones

- Respecto a la capacidad antioxidante del jugo de maracuyá el resultado fue 7,541 uM Eq-Trolox/gr el cual se acerca lo reportado por Carvajal *et al.* (2011) con un resultado de 8,585 uM Eq-Trolox/gr; en vitamina C se tuvo un resultado de  $15.17 \pm 0.91$  mg de ácido ascórbico/100 mL siendo cercano al de Cáceres *et al.*, (1992) con 16 mg de ácido ascórbico/100g pero diferenciando de Guzmán (2014) con un valor de 24,090 mg ácido ascórbico/100 g, Pineda *et al.* (2015) y Sáenz (1998) con un rango de 93-168 mg de ácido ascórbico/100 mL, en lo concerniente a polifenoles totales se obtuvo 519,4 – 726,8 mg ácido gálico/L siendo menor a lo reportado por Pineda *et al.*, (2015) con  $850 \pm 0,041$  mg ácido gálico/L pero mayor al de Rodríguez, *et al.* (2010) con 400 mg ácido gálico/L; respecto al contenido de  $\beta$ -caroteno fue de 267,16 – 275,71  $\mu\text{g}/100$  ml diferenciando por lo reportado de Holden (1999) y Beltrán *et al.*, (2012) con 525  $\mu\text{g}/100$  g; el contenido de sólidos solubles fue  $13,27 \pm 0,77$  % ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) el cual es cercano al 15,2% reportado por Arjona *et al.*, (1991), al 14,4-15% de Manica (1994), y al 14-18% de Kadern (1999). Comparado con otras especies, el maracuyá presenta un mayor contenido de sólidos solubles que el jugo de naranja y limón que tienen 11 a 12 y 10% (Salunkhe y Desai, 1984) respectivamente; el valor de pH fue de  $2,52 \pm 0,54$  siendo menor al reportado por Boyle *et al.*, (1955), Pineda *et al.*, (2015), Moreira (1980) y Simón *et al.* (1974) con unos valores de  $2,8 \pm 3,3$  las diferencias encontradas puede ser por la variedad y la etapa de maduración de la fruta (Umme *et al.*, 1997).
- Respecto al contenido de Vitamina C en el extracto de melón fue de  $11,155 \pm 1,96$  mg de ácido ascórbico/100 mL jugo el cual es menor a lo reportado por Pamplona (2006) con 16 mg de ácido ascórbico/100g, Moreira *et al.* (2013) con 25 mg de ácido ascórbico/100 ml, 25 mg de ácido ascórbico/100g reportados por Guzmán (2004) pero dentro del rango de García *et al.*, (2015) con resultados de  $7,2-24,3 \pm 0-3,1$  mg de ácido ascórbico/100 mg; en lo concerniente a  $\beta$ -caroteno se obtuvo 143,81 – 238,1  $\mu\text{g}/100$  ml superando a lo reportado por Beltrán *et al.* (2012) con 21  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , en lo que respecta a valores de pH se obtuvo  $6,53 \pm 0,36$  y sólidos soluble ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) de  $7,52 \pm 0,99$  el cual es cercano a lo reportado por Tinoco (2016) con valores de pH de  $6,2 \pm 0,5$  y  $^{\circ}\text{Brix}$  de  $6,4 \pm 0,34$  y García *et al.*, (2015) reporta valores de pH de  $5,77 \pm 0,23$  y  $^{\circ}\text{Brix}$  de 7,8. Las características químicas del melón puede verse afectada por varias razones, entre las que destacan: el manejo racional de los factores climáticos en forma

conjunta, tanto del suelo y no estar en regiones tan húmedas y la naturaleza genética de los cultivares (García *et al.*, 2009)

- Respecto al contenido de vitamina C del extracto de pimiento fue de  $97,302 \pm 14,26$  valor cercano a lo reportado por Ortega & Nuez (1996) fue de 103,0 mg ac ascórbico/100g, Perucka y Materska (2007) con 101,2-167,5 mg de ácido ascórbico/100g pero diferenciando en gran medida con Rajput y Parulekar (1998) con 140 mg de ácido ascórbico/100g y Figueroa *et al.*, (2015) con valores de 274,3 -355,5mg ac ascórbico/100g; en los resultados de  $\beta$ -caroteno se obtuvo  $899,7 - 507,01 \mu\text{g}/100\text{g}$  el cual se encuentra en el rango reportado por Beltrán *et al.* (2012) con 693 - 414  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , cabe mencionar que las diferencias respecto a los valores podría ser debido a las diferentes condiciones ambientales, tipo de suelo y manejo agrícola en los países.
- Respecto a los resultados de la capacidad antioxidante se tiene como resultado de 24,72 mg/mL expresado  $\text{IC}_{50}$ ; el cual el valor es mayor al reportado por Garay y Villafuerte (2015) en su bebida de cáscara de Camu Camu con un coeficiente de inhibición  $\text{IC}_{50}$  de 13,95 mg/mL demostrando que la bebida tiene poder antioxidante en menor proporción al mencionado, en lo que es contenido de polifenoles totales el resultado fue de  $150,52 \pm 23,24$  mg EAG/L el cual está en rango de lo reportado por Sánchez *et al.*, (2013) que fue de 15,46 - 302,96 mg ac. gálico / L en una bebida con extractos de Curuba (Tumbo), Pineda *et al.* (2015) con 120 mg ac. gálico / L en una bebida de maracuyá y siendo menor a lo reportado por Bustamante (2015) con  $840,8 \pm 0,20$  mg EAG/L; en lo que respecta al contenido de vitamina C el resultado fue de  $4,32 \pm 0,75$  mg ác. ascórbico/ 100mL el cual es mucho menor al reportado por Encina (2011) con un resultado de  $38,20 \pm 2,56$  mg ác. ascórbico/ 100 mL, Oropeza (2006) con un valor de 8,95-10,85 mg de ac. ascórbico/100 mL en un néctar de melón, maracuyá y limón y Pineda *et al.* (2015) con  $80,29 \pm 1,72$  mg ác. ascórbico/ 100 mL en una bebida de maracuyá, Garay y Villafuerte (2015) con 750 mg de ac. ascórbico/100g en su bebida de cáscara de Camu Camu.
- Respecto a los valor de pH final de la bebida fue de  $3,13 \pm 0,45$  el cual se encuentran dentro de lo establecido por la NTP 203.110:2009 que señala un pH menor a 4,5, así mismo el CODEX ALIMENTARIUS señala que el pH de los néctares y bebidas deben estar entre 3,33 – 4, el cual es similar al reportado por Pineda *et al.* (2015) con valores que van de 3-3,16 una bebida a partir de jugo de maracuyá, Guerrero *et al.* (2014) con pH de 3,3 en bebida de Camu Camu y Stevia, Garay y Villafuerte (2015) con pH de 3,20 en su bebida de cáscara de Camu Camu, Quispe (2014) con pH de 3,4 en un néctar de maracuyá y papaya,

- Respecto al contenido de sólidos solubles (°Brix) final de la bebida de 8-9 °Brix el cual se encuentran cercano a lo establecido por la NTP 203.110:2009 que señala que debe ser mayor o igual al 10 % (°Brix) excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes, el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta; comprendido esto la bebida estaría dentro de lo establecido dado que cada fruta usada en la formulación está en un rango de 6,97- 13,27 %. Los resultados del °Brix final están por debajo de lo reportado por Guerrero *et al.* (2014) con 12°Brix en una bebida de Camu Camu y Stevia; Garay y Villafuerte, (2015) con 12.1 °Brix en su bebida de cáscara de Camu Camu; pero por encima por lo reportado por Bustamante (2015) con  $2,87 \pm 0,28$ °Brix en una bebida de cola de caballo edulcorado con Stevia.
- Respecto al porcentaje de edulcorante usado en la bebida final se trabajó con Stevia al 0,36% , el cual es menor al de Guerrero *et al.* (2014) reportando Stevia al 2,0% en una bebida de Camu Camu, Pacheco y Toledo La Rosa (2013) reportando un 1% de Stevia en su bebida con extracto de Chalarina (*Casimiroa edulis*) y Stevia, Dolores (2017) con 1% en una bebida a base de aguaymanto, maracuyá y piña pero siendo mayor al usado por Bustamante (2015) con stevia 0,07% en una bebida de extracto de cola de caballo edulcorado con Stevia.
- En lo que respecta al estabilizante usado en la bebida final, se trabajó con CMC al 0,12% , lo cual es menor al porcentaje usado por Guerrero *et al.* (2014) que reportan CMC al 3,0% en una bebida a base de Camu-Camu y Stevia, Quispe (2014) con CMC al 0,3% en un néctar de maracuyá y papaya y estando en el rango de Escobar (2015) con valores de 0,2- 1% de CMC en una bebida a base de soja siendo el de mayor aceptabilidad el de 1%.
- Se trabajó con una misma temperatura y dos tiempos de pasteurización: Según Lewis y Heppell (2000): En bebidas ácidas como jugo de frutas, bebidas a base de frutas se trabaja con temperaturas menores de 100°C y la vida útil puede aumentar considerablemente si se reduce la posibilidad de contaminación postproceso, para la inactivación de la pectinesterasa se debe trabajar con  $T^{\circ} > 65^{\circ}\text{C}$  en un rango de 85°-99°C, mencionado esto la pasteurización 1° para la maracuyá y pimiento fue de 85°C por 5 min lo cual es cercano a lo reportado por Dolores (2017) con  $T^{\circ}$  y tiempo de 90°C por 5 min en una bebida de aguaymanto, maracuyá y piña, Bustamante (2015) con  $T^{\circ}$  y tiempo de 90°C por 10 min en una bebida de extracto de cola de caballo y stevia, Quispe (2014) con  $T^{\circ}$  y tiempo de 80°C por 15 min en una néctar de maracuyá y papaya. Según Lewis y Heppell (2000): La pasteurización de frutas o alimentos de baja acidez ( $\text{pH} > 4.5$ ) para evitar cambios sensoriales se trabaja en un rango de

85°-95°C por 15 -2 segundos, La pasteurización 2 para el melón a temperatura y tiempo de 85° por 15 segundos para evitar el cambio sensorial en la bebida.

- Respecto a los valores obtenidos en la degradación de la capacidad antioxidante de la bebida presentan una cinética de primer orden ( $n = 1$ ), tal como lo han propuesto otros autores para la pérdida de compuestos bioactivos (Van Den Broeck *et al.*, 1998; Fratianni *et al.*, 2010), ácido ascórbico en jugo de naranja (Zanoni *et al.*, 2005), estabilidad de antocianinas en jugo y concentrado de Agradz(uva que no está madura) (Martínez *et al.*, 2011), antocianinas en fresas (Verbeyst *et al.*, 2010), degradación de Antocianinas en la bebida a base de arándano azul (Torres y Vidaurre, 2015), inactivación de peroxidasa, contenido fenólico en zanahoria (Gonçalves *et al.*, 2009), cinética de la reacción de degradación de antocianinas en jugo de arándano (Pereira *et al.*, 2010). En contraste, el comportamiento cinético encontrado puede ser diferente a otras bebidas o productos debido a las diferencias en la composición fenólica y/o actividad polifenoloxidasa de las frutas (Wu *et al.*, 2010). Y que la constante aparente de velocidad de degradación de la capacidad antioxidante aumenta en medida que aumenta la temperatura (Fennema, 1993).
- En lo que respecta a la vida útil media de la capacidad antioxidante según el modelo planteado por Arrhenius la bebida tendría 53 días a una temperatura de almacenamiento de 7°C tiempo en el cual la bebida mantendría sus características funcionales, lo cual difiera con Cuaspud, (2015) con un tiempo de vida útil media de 65 días a esa misma temperatura), también se puede tomar como referencia la estabilidad de las antocianinas en jugo de agraz que fue de 7,5 semanas (49 días) a 4 °C y sólo de 3,0 semanas(21días) a 37 °C reportados por Martínez *et al.*, (2011) y 21 días de vida media reportados por Moreno (2007) en la evaluación de la estabilidad de bebidas cítricas acondicionadas con dos fuentes naturales de betalaínas: tuna y remolacha.
- Respecto a los resultados de  $E_a$  (Energía de activación) determinándose que es de 7290,191 Cal/Mol°K expresándose también en 7,29 Kcal/ Mol°K ó 30,50 KJ/ Mol°K lo cual es menor a lo reportado por Sánchez *et al.*, 2015 con un resultado de 24,023 kcal/mol°k, Burdurlu *et al.*, (2006) quienes determinaron valores de  $E_a$  de 25,317; 18,720 y 19,149 kcal/mol°k para concentrados cítricos de naranja, toronja y mandarina respectivamente; Martínez *et al.*, (2011) reportando 76,43 KJ/mol°k para jugo y concentrado de Agradz (uva que no está madura ), Torres y Vidaurre, (2015) con 13,4571 Kcal/mol°k en una bebida funcional a base de Arándano Azul, Cedeño (2011) con un valor de 36,881KJ/mol °K, Dominguez (2004) con 7,587 kcal/mol°K en néctar de piña, guayaba y mango, Flores (2004) en jugo de maracuya con 8,85 kcal/mol°K. Si el valor de la  $E_a$  es menor indica una mayor

susceptibilidad de degradación del ácido ascórbico, cuanto más bajo sea el valor de la energía de activación menor será la reacción de degradación del ácido ascórbico (Aucayauri, 2011).

- Se obtuvo un valor de  $Q_{10}$  de 1,597 a temperaturas de 60-50 °C el cual no difiere en gran medida de lo reportado por Martínez *et al.*, (2011) que tiene un valor de 2,92 a temperaturas de 70-80 °C para jugo y concentrado de Agrad, Aucayauri (2011) reporta un 1.291 para el ácido ascórbico en pasteurización de zumo de naranja valencia y Malpica, (2010) con un de 2,55 a temperaturas de 25 y 35°C en una bebida de papelón (jugo de caña de azúcar) con limón y Chirinos (1999) con 1,876 para el zumo de camu camu. El valor de  $Q_{10}$  nos indica que disminuye en 1,597 el tiempo cuando se incrementa 10°C al producto.

# CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 6.1. Conclusiones

- Los parámetros óptimos para la elaboración de la bebida funcional con capacidad antioxidante fueron los siguientes: En la estandarización se añadió 0,12% de CMC como estabilizante 0,36% de Stevia como edulcorante; en una primera pasteurización para el jugo de maracuyá y el extracto de pimienta a una temperatura de 85°C por 5 minutos ; agregándose el extracto de melón pasteurizado por segunda vez a una temperatura de 85°C por 15 segundos; la capacidad antioxidante fue de 1,02 uM Eq Trolox /gr , vitamina C de  $4,32 \pm 0,75$  mg Ác. Ascórbico/ 100 mL, polifenoles de  $150,52 \pm 23,24$  mg EAG /L y  $\beta$  -caroteno de  $113,23 \pm 10,07$   $\mu$ g/100ml.
- Se determinó las proporciones adecuadas de materia prima respecto a la capacidad antioxidante y la evaluación sensorial realizada a los 4 tratamientos estudiados resultando la proporción óptima de 30% de jugo de maracuyá a un °brix de  $13,27 \pm 0,77$  , pH de  $6,53 \pm 0,36$  ; 3% de pimienta con un °brix de  $6,97 \pm 1,2$  ; pH de  $5,06 \pm 0,68$  y 67% de extracto de melón con un °brix de  $7,52 \pm 0,99$  , pH de  $6,53 \pm 0,36$ , en una dilución 1:1 con agua de semillas de linaza como diluyente.
- La vida útil media de la capacidad antioxidante de la bebida para una temperatura de 20°C fue de 44 días. Este estudio logró evaluar la cinética de degradación de la capacidad antioxidante de la bebida, las constantes de velocidad de degradación para el contenido funcional evaluado a las 4 temperaturas evaluadas (30°C, 45°C y 60°C) observándose que las temperaturas altas ejercen influencia en la velocidad de degradación, se obtuvieron los modelos matemáticos que caracterizan la pérdida de capacidad antioxidante ,degradación que responde a una cinética de primer orden, con una energía de activación térmica de 7290,1910 Cal/Mol°K.

## 6.2. Recomendaciones

- Elaborar y consumir bebidas a base de maracuyá, melón y pimiento, dado que se ha demostrado su contenido funcional y que tiene una buena aceptabilidad.
- Se recomienda difundir el uso de verduras en la formulación de bebidas y no solo limitarlo a frutas, dado que se ha evidenciado que no tiene una influencia negativa en la aceptabilidad, solo es cuestión de encontrar el porcentaje adecuado y combinaciones con otras frutas para así enmascarar posibles sabores u olores.
- Se recomienda usar una mezcla de dos frutas: una ácida como la Maracuyá y otra menos ácida como el melón, para obtener la acidez requerida (pH 3,3).
- En presente trabajo se utilizó Stevia procesada, se recomienda realizar investigaciones con Stevia sin procesar y así ver la interacción respecto a la aceptabilidad de los posibles consumidores.
- Evaluar el efecto de la interacción de concentraciones de estabilizantes en bebidas a partir de distintas formulaciones, utilizando otros tipos de estabilizantes.
- Realizar un estudio de análisis y evaluación sensorial durante el tiempo de vida, de manera que se pueda estimar si existe un cambio o no de la calidad organoléptica que puedan afectar el tiempo de vida del producto.
- Realizar un análisis microbiológico a la bebida para validar si está dentro de los parámetros establecidos.

## REFERENCIAS

### 7.1.. Fuentes Bibliográficas

- Acosta, Y, y Terán, T. (2014). *Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (Hordeum Vulgare) y cacao en polvo (Theobroma Cacao L.), edulcorado con stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni)*(Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte – Ecuador .
- Adam, H. W.; Yawger, E. S. (1961). *Enzyme inactivation and color or processed (fresh) peas*. J. Food Technol. 15:314-317.
- Adams, J. B. (1991). Review: *Enzyme inactivation during heat processing of food-stuffs*. J. Food Sci. Technol. 26:1-20.
- Alam Md. N., Bristi N.J., Rafiquzzaman Md. (2012). *Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity*. Saudi Pharmaceutical Journal; 21: 143-152.
- Altamirano, J. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (Justicia Spicigera)*(Tesis de pregrado). Universidad Veracruzana – México.
- Anthon, G. E.; Sekine, &amp. Watanabe, N.; Barret, D. M. (2002). *Thermal inactivation of pectinmethylesterase, polygalacturonase and peroxidase in tomato juice*. J. Agric. Food Chem. 50:6153-6159.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- AOAC. *Association of Official Analytical Chemists*. (2005): Official Methods of Analysis 15Th. Etl Pub. B y AOAC, Washington D.C.
- Arbaisah, S.; Sabih, B.; Junainah, A.; Jamilah, B. (1997). *Purification and properties of pectinesterase from soursop (Annona muricata L.) pulp*. Food Chem. 59: 33-40.
- Arjona, H. E.; Matta, F. B.; Garner, J. O. (1991). *Growth and composition of passion fruit (Passiflora edulis) and maypop (Passiflora incarnata)*. HortScience 26(7): 921-923.
- Artes, I. y Hollman P.(2005). *Polifenoles y riesgo de enfermedad en estudios epidemiológicos*. Revista Americana de Nutrición Clínica. 2005, 81 (suppl): 317S - 325S.

- Argaiz, A.; López M, A.(1995). *Cinéticas de primer cambio en sabor, desarrollo de sabor a cocido e inactivación de pectinesterasa en néctares y purés de mango y papaya*. Rev. Esp. Cienc. Aliment. 35 (1): 92-100.
- Argaiz, A.; López M. .(1996). *Kinetics of first change on flavour, cooked flavour development and pectinesterase inactivation on mango and papaya nectars and purees*. Fruit Processing 6: 148-150.
- Aylward, F.; Haisman, D. R. (1969). *Oxidation System in Fruits and Vegetables-Their Relation to the Quality of Preserved Products*. En: *Advances in Food Research*. (Eds. Chichester, C. O.; Mrak, E. M.; Stewart, G. F). Vol. 17. Academia Press. New York, EUA.
- Alzamora, S. M.; Tapia, M. S.; López-Malo, A. (2000). *Minimally processed fruits and vegetables. Fundamental Aspects and Application*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg. Maryland, EUA.
- Aucayauri, M. (2011). *Estudio de la cinética de degradación térmica del ácido ascórbico durante la pasteurización del zumo de naranja valencia(Citrus sinensis)*(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.
- Aylward, F.; Haisman, D. R. (1969). *Oxidation System in Fruits and Vegetables-Their Relation to the Quality of Preserved Products*. En: *Advances in Food Research*. (Eds. Chichester, C. O.; Mrak, E. M.; Stewart, G. F). Vol. 17. Academia Press. New York, EUA.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta Edición. Editorial Pearson Education. México.
- Bautista, E., R (2011). *Modelos de Mezcla en las Funciones de Supervivencia*. Tesis Chapingo-México.
- Barret, D. M.; Lund, D. B. (1989). *Effect of oxygen on thermal-degradation of 5-methyl-5,6,7,8-tetrahydrofolic acid*. J. Food Sci. 54:146-149.
- Bedoya, J. M. (1999). *Determinación del potencial genético con respecto al contenido de pro-vitamina A y vitamina C en la colección núcleo de yuca (Mahitot esculenta Crantz) del CIAT* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 120 p.
- Bellisle, R.; Diploc, A. T.; Hornstra, G. (1998). *Functional Foods Science in Europe*. British J. Nutr.190-193.
- Beltrán, B., Estévez, R., Cuadrado, C., Jiménez, S y Olmedilla, Alonso. (2012). *Base de datos de carotenoides para valoración de la ingesta dietética de carotenos, xantofilas*

- y de vitamina A; utilización en un estudio comparativo del estado nutricional en vitamina A de adultos jóvenes. Nutrición Hospitalaria. 2012;27(4):1334-1343*
- Bernal, J. A., Tamayo, A., Londoño, M. & Hincapié, M. (2001). *Frutales de clima cálido*. Corpoica SENA-Colombia.
- Berner, L.; O'Donnell, J.(1998). *Functional foods and health claims legislation: Applications to dairy foods*. Intl. Dairy J. 8:355-362.
- Blois, M.S. (1958). *Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical*. Nature, 181, 1199-1200.
- Boyle, F. P.; Shaw, T. N.; Sherman, G. D. (1955). *Passion Fruit*. Food Eng. 27(9): 94-184.
- Brand, W.W., M. Cuvelier y C. Berset. (1995). *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*, Lebensm. Wiss. U. Technol.: 28, 25-30 (1997).
- Brassart, D.; Schiffrin, E. J. (1997). *The use of probiotics to reinforce mucosal defense mechanisms*. Trends Food Sci Technol 9: 321-326.
- Brennan, J. G.; Butters, J. R.; Cowell, N. D.; Lilly, A. E. V. (1980). *Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Burdurlu, H.S.; Koca, N.; Karadeniz, F. (2006). *Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage*. Journal of Food Engineering 74: 211–216.
- Bustamante , B. (2015). *Desarrollo De Una Bebida Funcional A Base De Extracto De Equisetum Arvense "Cola De Caballo" Edulcorado Con Stevia Rebaudiana Bertoni "Stevia"* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Cáceres, L., Tabilo, I., Yagnan, F., (1992). *Características y producción de zumos de frutas no tradicionales. Zumos puros. Alimentación, equipos y tecnología*. Pág:119-121
- Castillo, Q. (2014). *Evaluación de la inclusión del Asai (Euterpe precatoria Mart) en el desarrollo de una bebida funcional* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Castillo, V. (2012). *Efecto de la dilución y concentración de Carboximetilcelulosa Sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de Membrillo (Cydonia Oblonga L.*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Castro, J., Bautista, J. y Becerra, F. (2010). *Una nueva especie de Cuniculus (Rodentia: Cuniculidae) de la Cordillera Central de Colombia*. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas 22: 122-131.

- Carratù B, E. (2005) *Sustancias biológicamente activos presentes en alimentos vegetales*. Ann. Ist. Súper Sanita.41: 7-16.
- Calixto, F. S.; García, A. A.; Goñi, I.; Bravo, L. (2000). *In Vitro Determination of the Indigestible Fraction in Foods: An Alternative to Dietary Analysis*. J. Agric. Food Chem. 48:3342-3347.
- Carvajal, L. M., Turbay, S., Rojano, B., Álvarez, L. M., Restrepo, S. L., Álvarez, J. M., Sánchez, N. (2011). *Algunas especies de Passiflora y su Capacidad antioxidante*. Universidad de Antioquia Medellín-Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Cedeño, S. (2011). *Degradación del ácido ascórbico en la pasteurización de bebidas tipo néctar de durazno* (tesis de post-grado). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Chirinos E. A. (1999). *Cinética de degradación térmica de ácido ascórbico en el zumo y crioconcentrado de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)* (Tesis). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Clydesdale, F. (1997). *A Proposal for the Establishment of Scientific Criteria for Health Claims for Functional Foods*. Nutrition Rev 55:413-422.
- Cormillot, A. (2014). *Plan Cormillot de alimentación y vida sana*. La nación.
- Cuaspud, P. Y. (2015). *Elaboración De Bebidas Naturales A Partir De Taxo (Passiflora Tripartita Var. Mollissima) Y Piña (Ananas Comosus) Enriquecidas Con Lactosuero* (Tesis de pregrado). Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cubero, N. M., Albert, V. J. (2002). *Aditivos Alimentarios*. Madrid, España : Editorial Mundi-Prensa.
- Cummings, J. H.; Macfarlane, G. T.; Englyst, H. H. (2001). *Prebiotic digestion and fermentation*. Am. J. Nutr. (Supplement ) 73:415-420.
- Curia, A., Aguerri, M., Langohr, K., & Hough, G. (2005). *Survival analysis applied to sensory shelf life of yogurts. I: Argentine formulations*. Journal of Food Science 70: S442–S445.
- Davidson, M. H.; Dugan, L. D.; Stocki, J.; Dicklin, M. R.; Maki, K. C.; Coletta, F.; Cotter, R.; McLeod L.; Hoersten, K. (1998). *A Low-Viscosity Soluble-Fiber Juice Supplement Fails to Lower Cholesterol in Hypercholesterolemic Men and Women*. J. Nutr. 128: 1927-1932.
- Delgado V., & Paredes L. (2003). *Natural colorants for Food and nutraceutical uses*. Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp 257-305.

- Deng J., Cheng W., Yang G. (2011). *A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay*. Food Chemistry; 125: 1430–1435.
- Dolores, T. (2017). *Efecto del consumo de una bebida formulada a base de pulpa de Physalis peruviana, Passiflora edulis y Ananas comosus, fibra de Avena sativa y Linum usitatissimum, endulzada con Stevia rebaudiana sobre el perfil lipídico y glicemia, de mujeres adultas con sobrepeso y obesidad* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor De San Marcos, Lima, Perú.
- Domínguez, C. C. (2004). *Formulación y pasterización de una bebida con mezclas de jugos no clarificados de piña, guayaba y mango* (Tesis Maestría en Ciencia de alimentos). Departamento de Ingeniería Química y alimentos. Universidad de las Américas, Puebla. México.
- Durán, S., Cordon, K., Rodríguez, M.P. (2013). *Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso*. Revista chilena de nutrición, 40(3), 309-314.
- Encina, Z. y Carpio, R. (2011). *Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo*. UAEM Redalyc. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3374/337428495011/>.
- Escobar C. (2015). *Evaluación y optimización del proceso de elaboración de una bebida fermentada a base de soja (Glycine max L.)*(Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.
- FAO. (1992). *Codex Alimentarius. Zumos, jugos de fruta y productos afines*. Segunda Edición. Roma – Italia.
- Fennema, O. (1993). *Química de los alimentos*. Edit. Acribia S. A. Zaragoza, ESPAÑA.
- Figueroa, C., Martínez, D., Rodríguez, P., Cruz Á., Beryl, C., Valle, G. y Ramírez, R. (2015). *Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morron (Capsicum annum L.)*. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33941643008>.
- Finkel., T. & Holbrook, NJ .(2000). *Los oxidantes, el estrés oxidativo y la biología del envejecimiento en la naturaleza*. 408, p. 239-247.
- Flores, A. (2004). *Desarrollo de una Bebida Funcional de Maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa)*(Tesis de. Maestría en ciencia de alimentos). Departamento de Ingeniería Química y de alimentos. Universidad de las Americas Puebla. México.
- Fратиanni A, Cinquanta L, Panfili G. (2010). *Degradation of carotenoids in orange juice during microwave heating*. LWT-Food Sc Techno 143: 867 - 871.
- Fuller, R. (1989). *Probiotics in man and animals*. J. Appl. Bacteriol. 66:365-378.

- García A. M, De Pascual T. S, Santos B. C, Rivas G. JC. (2004). *Evaluación de las propiedades antioxidantes de la fruta. Química de Alimentos*.84: 13-18.
- García, J. M., Casado, G. M., García, J. (2013). *Una visión global y actual de los edulcorantes*. Aspectos de regulación. *Nutrición Hospitalaria*, 28, 17-31.
- García, M , Fernández, S. , Fuentes, L.(2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Disponible en : <http://hdl.handle.net/10251/52056>.
- García, M., Ordoñez, O., Mármol, P. (2015). *Determinación del contenido de polifenoles totales y vitamina C presentes en el melón (cucumis melo L.)* (Trabajo de investigación). Universidad Rafael Urdaleta, Maracaibo, Venezuela.
- García, P., Rodríguez, G., Lugo, G. y Rodríguez, V. (2009). *Efecto del cultivar y distancia entre plantas sobre características físico-químicas del fruto melón (Cucumis melo L.)*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 26 (2): 141-158.
- Garay, V., Villafuerte, P. (2015). *Evaluación de diferentes temperaturas de secado en la concentración de antioxidantes y las características organolépticas de la bebida funcional elaborado a partir de la cáscara de Camu Camu (Myrciaria dubia)*(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Intercultural De La Amazonía, Pucallpa, Perú
- Gerlat, P. (2000). *Beverage Stabilizers*.Disponible en:  
<http://www.foodingredientsonline.com/article.mvc/Beverage-Stabilizers-0001>.
- Genovese B. ;Lozano J. (2010). *Effct of hydrocolloids on pulp sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice*. Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X00000539>.
- Gibson, G. R.; Roberfroid, M. B. (1995). *Dietary Modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics*. *J. Nutr.* 125:1401-1412.
- Gibbs, P.A., Williams, A.P., (1990). *In: Using Mathematics for Shelf Life Prediction*.
- Glenn, R.; Gibson, G. R.; Fuller, R. (2000). *Aspects of in Vitro Research Approaches Directed Toward Identifying Probiotics and Prebiotics for Human Use*. *J. Nutr.* (Supplement) 130:391-395.
- Gonçalves, E., Pinheiro, J., Abreu, M., Brandão, T., & Silva, C. (2009). *Carrot (Daucus carota L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching*. *Journal of Food Engineering*.
- Grández, G. (2008). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Piura-Perú.

- Guerrero, E., Palomino, R., Rojas, C., Utia, M., y Dextre, R . (2014). *Aceptabilidad de bebida de uso dietético de camu camu (myrciaria dubia hbk) y stevia (stevia rebaudiana bertonii)*. Libro de resúmenes del 2do Congreso Universitario de Investigación 2014. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Vicerrectorado De Investigacion, Huacho, Perú.
- Guzman, P . (2004). *El cultivo de la patilla, melón, pepino y auyama*. 2da edición. Serie Agrícola Vegetal N° 15. ESPASANDE, S.R.L. Editores. Caracas. Pag. 6-24, 36 - 38, 54, 55, 64, 69.
- Guzmán, C. (2014). *Evaluación de la cinética de degradación térmica de vitamina c en el jugo de papaya (carica papaya l.) y maracuyá (passiflora edulis)*(Tesis de pregrado).Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Hagerman , A .; Riedl , K .; Alexander Jones , G .; Sovik , K .; Ritchard , N .; Hartzfeld , P. Y T. Riechel.(1998) . *Altas polifenoles molecular de plantas de peso (taninos) como antioxidantes biológicos*. J. Agric. Food Chem. Vol. 46.
- Hanzah, H. (2009). *Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage*. Disponible en: [http://eprints.ptar.uitm.edu.my/1038/1/HANISAH\\_HAMZAH\\_08\\_24.pdf](http://eprints.ptar.uitm.edu.my/1038/1/HANISAH_HAMZAH_08_24.pdf).
- Holdsworth, S. D. (1997). *Thermal processing of packaged foods*. Ed. Blackie Academic & Professional. London.
- Holden J.M, Eldridge A.L, Beecher G.R, Buzzard I.M, Bhagwat S, Davis C.S, et al.(1999). *Carotenoid Content of U.S. Foods: An Update of the Database*. Journal of Food Composition and Analysis. Pag. 169-196.
- Hough, G., Langohr, K., Gómez, G., & Curia, A. (2003). *Survival analysis applied to sensory shelf-life of foods*. Journal of Food Science, 68(1), 359–362.
- Hough, G., Garitta, L. (2004). *Vida útil sensorial definida por el consumidor*. Estadística de Supervivencia. Énfasis Alimentación. ISETA. Buenos Aires. Argentina.
- Hough, G., (2010). *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. CRC Press, Boca Ranton, 239 pp.
- Howard L.R, Talcott S.T, Brenes C.H and Villalon B. (2000). *Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (Capsicum Species) as influenced by maturity*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(5):1713-1720.
- Hughes K, Ong CN. (1998). *las vitaminas, selenio, hierro, y el riesgo de enfermedad coronaria en los Indios, Malayos y Chinos en Singapur*. J Epidemiol Salud De La Comunidad..

- Hurst, J.; Contreras, J.; Siems, W. y van Kuijk, F. (2003) .*Oxidation of carotenoids by heat and tobacco smoke*. *Biofactors*, 20(1):23-35.
- Jacob, R.A, Burri, B. J. (1996). *Daño Oxidativo Y Defensa*. *Am J Clin Nutr*.
- Jiménez, E.A.; Rincón, M.; Pulido, R. & Saura, C.F.(2001). *Guava fruit (Psidium guajava L.) as a new source of antioxidant dietary fiber*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001, vol. 49, no. 11, pp. 5489-5493.
- Joyanes, C. V., (2014) *Determinación de edulcorantes artificiales en bebidas* (Tesis de pregrado). Universidad De Jaén, España.
- Kähkönen, Marja; Anu I. Copia And Marina Heinonen. (2001). *Compuestos fenólicos y su actividad antioxidante*. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 49.
- Kader, A. A. (1999). *Passion Fruit: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Department of Pomology, University of California, Davis, Ca., USA . Disponible en : <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/ PassionFruit.html>.
- Kinsella E. J, et al, (1993), *Food Technology*, 85-89.
- Kuskoski E.M, Asuero A.G, Troncoso A.M, Mancini-Filho J and Fett R. (2005). *Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 25(4):727-728.
- Labuza, T.P., Fu, B. (1993). *Growth kinetics for shelf-life predictions: theory and practice*. *J. Ind. Microbiol.*, 12, 309 –323
- Labuza, T. P. (1996). *En Metodología para la determinación de la vida útil en alimentos*. Universidad. Católica de Valparaíso. Chile.
- Labuza, T. P. (1999). *Active Packaging for High Quality Prepared Cuisine*. Department of Food Science and Nutrition. University of Minnesota. St. Paul, MN 55108. USA.
- Lemus, M. R., Vega, G. A., Zura, B. L., & Ah-Hen K. (2011). *Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects*. *Food Chemistry*, 132(2012), 1121-1132.
- Lewis, M.; Heppell, N. (2000). *Pasteurization Continuous: Thermal Processing of Foods Pasteurization and UHT Sterilization*. Aspen Publishers, Inc. EUA.
- López, M. P. (2015). *Determinación de la capacidad antioxidante de Sambucus ebulus L. utilizando el método ORAC* (Tesis de Pregado). Universidad Complutense, Madrid, España.
- Lund, D. B. (1977). *Design of thermal process for maximizing nutrient relation*. *Food Tech*. 25(2): 71-78.

- Lund, D. (1975). *Effects of heat processing on nutrients*. En: Nutritional evaluation of Food Processing. (Eds: Harris, R.; Karmas). The AVI Publishing Co. Inc. Westport EUA.
- Macedo G. (2007), *Efecto de la ingesta de una papilla preparada con harina de linaza sobre el índice de peso para la talla en lactantes alto andinos de Huánuco*. Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Magalhães, L.M.; Santos, F.; Segundo, M.A.; Reis, S.; Lima, J.L.F.C. (2010). *Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity*. Talanta. 83(2), 441-447.
- Man, D. & Jones, A.(1997). *Shelf Life Evaluation of Foods*. USA. Editorial Aspen Publication. Segunda Edición. 2000.
- Manica, I. (1994). *Maracujá: pesquisa e extensão no Rio Grande do Sul*, pp. 157-165. In: Maracujá. Producao e Mercado. Abel Reboucas (ed.) San José. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahía. Vitoria da Conquista. Bahía, Brasil.
- Malatova, E. (1994). *Nutrición y fertilización del maracuyá*. Disponible en : [http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/322nutricion\\_fertilizacion\\_maracuya.pdf](http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/322nutricion_fertilizacion_maracuya.pdf).
- Malpica, V. (2010). *Mejoramiento de la formulación de una bebida de papelon con limón* (Tesis de maestria). Universidad Simón Bolívar-Venezuela.
- Marín DH, Romero RA, Guzmán M, Sutton TB . (2003). *Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation*. Plant Disease 87:208-222.
- Marín A, Ferreres F, Tomás-Barberán FA, Gil M.I .(2004). *Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (Capsicum annum L)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52(12):3861-3869.
- Martínez, Z., Rojas, S., Borda, G., Hastamorir, C. y Medina, R. (2011). *Estabilidad de antocianinas en jugo y concentrado de Agraz (Vaccinium Meridionale Sw.)*(Trabajo de investigación). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Colombia.
- Matysik, J., Alia, B.B. and Mohanty, P. (2002) *Molecular mechanism of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants*. Curr. Sci. 82: 525–532.
- Mehta, S.K. and Gaur, J.P
- McEvily, A.; Iyengar, R.; Otwell, W. (1992). *Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 32: 253-273.
- McKevith, B. (2005). Review. *Nutritional aspects of oilseeds*. Nutri. Bull., Bri. Nutri. Found. 30:13–26.
- Meeker, W.Q.. Escobar, L.A. (1998). *Statistical methods for reliability data*. Nueva Cork: John Wiley & Sons.

- Meyer, L. H. (1960). *Food Chemistry*. Reinhold Publishing Corporation. New York, EUA.
- Mercadante, A. Z., Brintton, G., Rodríguez- Amaya, D. (1998). *Carotenoids from yellow passion fruit (Passiflora edulis)*. Journal Agriculture Food Chemistry, 46, 4102-4106.
- Miller N.J., Rice-Evans C.A., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A. (1993). *A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates*. Clin. Sci. 84, 407-412.
- Moreira, J. L. (1980). *Materia prima: serie de frutas tropicales: Maracuja*. San Paulo. Brazil
- Moreira, O , Carbaja, A, Cabrera, L y Cuadrado, C. (2013). *Tabla de Composición de Alimentos . Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada*. Editorial Pirámide, 2013 (16º ed. revisada y ampliada).
- Moreno, M., Betancourt, M., Pitre, A., Garcia, D., Belen, D., y Medina, C. (2007). *Evaluación de la estabilidad de bebidas cítricas acondicionadas con dos fuentes naturales de Betalaínas: Tuna y Remolacha*. Bioagro 19(3). p149-159
- Muñoz, H. (2007). *Diseño y evaluación de una bebida funcional en base a Cranberry* (Tesis de maestría). Universidad de Chile-Chile.
- Nacz M , Shahidi F. (2006). *Fenólicos en los cereales, las frutas y verduras ocurrencia , extracción y análisis . revista de farmacéuticos y análisis biomédico .*
- Nakai M., Kageyama N, Nakahara K, Miki W. ( 2006). *Phlorotannins as radical scavengers from the extract of Sargassum ringgoldianum*. Marine Biotechnol 8: 409 - 414.
- Nath, N.; Ranganna, S. (1977). *Time/Temperature relationship for thermal inactivation of pectinesterasa in mandarin orange (Citrus reticulata Blanco) juice*. J. Food. Techonol. 12: 411 - 419.
- Nieto, B. M. (2011). *Validación de una Técnica Analítica por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) para Cuantificar Cinamaldehído en Aceite Esencial obtenido de la Corteza del Cinnamomum spp “Canela” y Comparación de su Capacidad Antioxidante*”. Tesis de Bachiller en Farmacia y Bioquímica. UCSM. Arequipa.
- Norma Técnica Peruana 203.110.2009 : Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos . Disponible en : <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/handle/123456789/2041>.
- Nuez, F. (1995). *El cultivo del tomate*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 793 p.

- Nuñez, S.C. y Chumbiray, Q. M. (1991). *Determinación de vida en anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas aceleradas (ASLT)*. Universidad de Lima. Perú.
- Ojha H., Mishra K., Chaudhury N.K. (2012). *Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results*. Food Chemistry; 130: 1036–1043.
- Olavarría E. (2012), *Caracterización funcional de harinas de linaza y su uso en barras de cereales*. Universidad de Chile, Chile.
- Ojasild R. (2009). *Elaboración de néctares de Gulupa (Passiflora edulis f. edulis) y Curuba (Passiflora mollissima)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Colombia. Bogotá D.C.-Colombia.
- Oropeza N. (2006). *Aplicación de diseño central compuesto para la formulación de un néctar a base de melón, maracuyá y limón* (Tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
- Ortega, G. & Nuez F. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Ediciones mundi prensa. España
- Ou, B.; Huagn, D. Hampsch-Woodill, M. Flanagan, J.A. Deemer, E.K. (2002). *Analisis of antioxidant in common vegetable employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study*. J.Agric. Food. Chem. 50. 3122-3128.
- Pacheco, T. y Toledo La Rosa, T. (2013). *Elaboración de extracto concentrado de chalarina (Casimiroa edulis) y stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) y su aceptabilidad en personas con hiperglicemia de 50 a 60 años de edad* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Pamplona, R, J. (2006). *Salud por los alimentos*. Madrid, España. Editorial Safeliz.S.L.
- Panes, M y Rúa, D~ (2009). *Proyecto de Néctar de Maracuyá* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Pereira, K.; Ramos G.; Zapata N.; Tessaro, I.; Ferreira M. (2010). *Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment*. Food Science, 75(2): 173-176.
- Pérez, C y Sandoval, C. (2012). *Formulación de una bebida funcional con propiedades antioxidantes a base de toronja (citrus paradisi, variedad ruby red)*(Trabajo de investigacion). Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer ,El Salvador

- Periago, M. J.; Ros, G.; López, M. C.; Martínez; Rincón, F. (1993). *Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos*. Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment. 33(3):229-246.
- Perucka I, Materska M. (2007). *Antioxidant vitamin contents of Capsicum annum extracts as affected by processing and varietal factors*. Acta Sci. Pol. Technol. Alim. 6: 67-74.
- Pineda, D., Jiménez, F., Pascual, P. (2015). *Desarrollo de una bebida a partir de jugo de maracuyá (Passiflora edulis var. Flavicarpa) estabilizada y baja en calorías* (Trabajo recepcional). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Pisoschi, A. M. & Negulescu, G. P., (2011). *Methods for Total Antioxidant Activity Determination*. A. Review, *Biochem& Anal Biochem.*, 1:106.
- Proestos, C.; Chorianopoulos N.; G. J. E. Nychas Y M. Komaitis. (2005). *Análisis RP-HPLC de los compuestos fenólicos de extractos de plantas. la investigación de su capacidad antioxidante y la actividad antimicrobiana*. J. Agric. Food Chem. Vol. 53, 1190-1195
- Pszczola D. (2002), *Ingredient developments for frozen desserts*. Food Technol, AOCS press, Illinois.
- Quispe, V. (2014). *Optimización de la elaboración de un néctar a base de Maracuyá (Passiflora edulis) y Papaya (Carica papaya L.) mediante el análisis de supervivencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Rajput JC, Parulekar YR (1998). Capsicum En Salunkhe DK, Kadam SS (Eds.) *Handbook of Vegetable Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing*. Dekker. Nueva York, EEUU. pp. 171-201.
- Reilly P.M., Schiller H.J., Bulkey G.B. (1991). *Pharmacologic approach to tissue injury mediated by free radicals and other reactive oxygen metabolites*. An J of Surg. 161:488-503.
- Robbins, R. (2003). *Los ácidos fenólicos presentes en los alimentos: Una visión general de la metodología analítica*. J. Agric. Food Chem. Vol. 51, 2866 a 2887.
- Roberfroid, M. B. (2000). *Concepts and strategy of functional food science: the European perspective*. Am. J. Nutr. 660-1664.
- Roberfroid, M. B. (2001). *Prebiotics: preferential substrates for specific germs*. A. J. Nutr. (Supplement) 73: 406-409.
- Rodrigo, M.; Safon, J. (1982). *Optimización del proceso de esterilización, cocción: bases científicas*. Rev. Agroquí. Tecnol. Aliment. 22(1):22-38.

- Rodríguez Amaya, D.B. (1999) .*Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados*. Primera Impresión en Español. Universidad de Estatal de Campinas, SP, Brasil. 99p.
- Rodríguez, L., López, Leslie., García, M., (2010). *Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, Mora (Rubus glaucus B.), Maracuyá (Passiflora edulis S.), Guayaba (Psidium guajava L.) y Papayuela (Carica cundunam)*. Alimentos hoy, 19 (21), 16-34.
- Safo, K.; Aboagye, P.; Amartey, S. A. y Olaham, J. H. (1984). *Studies on the content of yellow-pigmented cassava*. En: E. R. Terry, E. V. Doku, O. B Arene, N. M. Mahungu (eds.). IDRC, Ottawa, Canada. Trop. Roots Crops Prod. Uses in Africa. p. 103 -104.
- Salminen, S., Boutron, C. ; Boutron-Ruault, M. C. (1998). *Functional Food Science and Gastrointestinal Physiology and Function*. British J. Nutr. (Supplement).147-171.
- Salunkhe , D. K.; Desai, B.B. (1984). *Citrus. Postharvest Biotechnology of Fruits*. V.1. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, USA. pp. 59-76.
- Sánchez, A. & Flores, C. (1999). *Carotenoides: estructura, función, biosíntesis, regulación y aplicaciones*. Rev. Latinoamericana de Microbiología, 41:175-191.
- Sánchez, M.C. (2002) .*Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems*. Food Sci. Tech. Int, 8(3), 121-137.
- Sánchez, N., Sepúlveda, J., y Rojano, B. (2013). *Desarrollo De Una Bebida Láctea Con Extractos De Curuba (Passiflora Mollissima Bailey) Como Antioxidante Natural* (Tesis de post grado). Universidad del Cauca, España.
- Sánchez, W., Cortez, J., Solano, M. y Vidaurre, J. (2015). *Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (Beta vulgaris L.) y miel de abeja* (Trabajo de investigación). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Universidad Señor de Sipán - Perú
- Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). (2006). *Evaluación alianza para el campo 2006-México*. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/maracuya/>.
- Siddhuraju, P.; Mohan, P. Y K. Becker. (2002). *Los estudios sobre la actividad antioxidante de Laburnum India ( Cassia Fistula L. ) : una evaluación preliminar de extractos crudos de corteza del tallo , hojas, flores y pulpa de fruta*. J. Agric. Food Chem . Vol . 79.

- Simon, C. M., Harvey, T., Chan, J., Nakayama, T., (1974). *Passion fruit starch and effect on juice viscosity*. Journal of Food Science 39:431-433.
- Singh. P. R. (1996) .*Computer Applications in Food Technology. Use of Spreadsheets in Graphical, Statistical, and Process Analyses*. Academic Pres. San Diego. California. USA.
- Speisky. C. H. (2013). *Base de datos de la actividad antioxidante (ORAC) y del contenido de polifenoles totales (PFT) en frutas producidas y/o consumidas en Chile*. Laboratorio de Análisis de Antioxidantes del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA).
- Somogy, L., Ramaswamy, H., Hui, Y. (1996). *Processing fruits science and technology*. Vol. 1 & 2. Technomic Publishing Co. Lancaster PA. EUA.
- Swain, T. and Hillis, W.E. (1959). *The Phenolic Constituents of Prunus domestica. I. The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 10, 63-68.
- Talcott, S. T.; Percival, S.; Moore, J. P.; Charity, C. (2003). *Phytochemical Composition and Antioxidant Stability of Fortified Yellow Passion Fruit (Passiflora edulis)*. J. Agric. Food Chem. 51: 935 – 941.
- Taoukis, P. S., Labuza, T. P., & Saguy, I. S. (1997). *Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction*. In K. J. Valentas, E. Rotstein, & R. P. Singh (Eds.), Handbook of food engineering practice. New York: CRC.
- Thornalley, PJ, Vasak, M. (1985). *Posible papel de la Metalotioneína en la protección contra el estrés oxidativo inducido por la radiación cinética y mecanismo de su reacción con superóxido un radicales hidroxilo*. En Bioquímica y Biofísica Acta 827, Pp. 36-44.
- Tinoco O. (2016). *Efecto de la temperatura y concentración en el perfil reológico de la pulpa de melón (cucumis melo)*(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.
- Tominaga, T., Baltenweck, G.,Peyrot D., Dubourdieu, A. (2000) . *Contribution of volatile thiols to the aromas of white wines made from several Vitis Vinifera grape varieties* .american journal of enology and viticulture.
- Torres, Y. y Vidaurre J. (2015).*Cinética de la degradación de compuestos fenoles y antocianinas en una bebida funcional a base de arándano azul (Vaccinium corymbosum L.)*(Tesis de grado).Universidad Señor de Sipán, Lambayeque,Perú.

- USDA. (2000). *Nutrient Data Laboratory*. Disponible en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
- Ulgen, N.; Ozilgen, M. (1991). *Kinetic compensation relations for ascorbic-acid degradation and pectinesterasa inactivation during juice pasteurization*. J. Sci. Food Agric. 57: 93-100.
- Umme A, Asbi B, Salmah Y, Junainah A, Jamilah B. (1997). *Characteristics of soursop natural puree and determination of optimum conditions for pasteurization*. Food Chem; 58(1):119-124.
- Urta, C. (2008) .*Vitamina A y su vital importancia en la salud*. Indualimentos,11(53): 40-44.
- Van Den Broeck, I.; Ludikhuyze, R. L.; Van, L. M. A.; Hendrickx, E. M.( 2000). *Inactivation of orange pectinesterase by combined high-pressure and-temperature treatments: a kinetic study*. J. Agric. Food Chem. 48:1960-1970.
- Van Den Broeck I, Ludikhuyze L, Weemaes C, Loey AV, Hendrickx M. (1998). *Kinetics for isobaric–isothermal degradation of L-ascorbic acid*. J Agric Food Chem 46: 2001 - 2006.
- Vargas, J.; Pisfil, E. (2008). *Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de Mespilus germánica L. (níspero de palo) procedente de la provincia de Vilcashuamán, departamento de Ayacucho*(Tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Velioglu , Y.S. , Mazza , G .; Gao , L. Y B.D. Oomah . (1998). *La actividad antioxidante y fenoles totales en las frutas seleccionadas, verduras y productos de grano* . J. Agric. Food Chem . Vol . 46 .
- Venereo Gutiérrez, J.R. (2002). *Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes*. Rev Cubana Med Milit. 31(2):126-133.
- Verbeyst L, Oey I, Van der Plancken I, Hendrickx M, Van Loey A. (2010). *Kinetic study on the thermal and pressure degradation of anthocyanins in strawberries*. Food Chem 123: 269 – 274.
- Vinci, G.; Botre, G.; Mele, G. (1995). *Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation*. Food Chem. 53: 211-214.
- Wu R, Frei B, Kennedy JA, Zhao Y. (2010). *Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries*. Food Sc Techno 143: 1253 - 1264.

- Xiong & Hernández, (2002). *Desde el punto de vista de la industria alimentaria*.  
Disponible en:  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/aula\\_2\\_iii\\_unidad.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/aula_2_iii_unidad.pdf)
- Yachai M. (2009). *Carotenoid production by Halophilic Archaea and its applications*.  
Prince of Songkla University. cd
- Zamora, A. (2014). *Scientific Psychic*. Disponible en :  
<http://www.scientificpsychic.com/fitness/edulcorantes-artificiales.html>.
- Zanoni B, Pagliarini E, Galli A, Laureati M. (2005). *Shelf life prediction of fresh blood orange juice*. J Food Eng 70: 512 - 517.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**Título : Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón “*Cucumis melo*”, Maracuyá “*Passiflora edulis*”, y Pimiento “*Capsicum annum*”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<p>General: -¿En qué medida la elaboración de una bebida a base de Melón - “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá- “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” su influye su capacidad antioxidante?</p> <p>Específico: -¿En qué medida la proporción adecuada de extracto de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, jugo de Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>” y extracto de Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” permitirá obtener una bebida funcional con cierta capacidad antioxidante? -¿Cómo se relaciona la vida útil de la bebida funcional a base de extracto de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, jugo de Maracuyá “<i>Passiflora edulis</i>”, y extracto de Pimiento “<i>Capsicum annum</i>” respecto a su capacidad antioxidante?</p>	<p>General: -Elaborar una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>”</p> <p>Específicos: -Determinar la proporción adecuada de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” que permite obtener una bebida con la capacidad antioxidante . - Evaluar la vida útil de la bebida funcional a base de extracto de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, jugo de Maracuyá “<i>Passiflora edulis</i>” y extracto de Pimiento “<i>Capsicum annum</i>” respecto a su capacidad antioxidante.</p>	<p>General: -La capacidad antioxidante de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” influye directamente con la elaboración de la bebida funcional. -La proporción adecuada de jugo de extracto de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>”, y extracto de Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” permitirá obtener una bebida funcional con ciertas capacidad antioxidante. Específicas: -La proporción adecuada de la mezcla de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá – “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento - “<i>Capsicum annum</i>” influye con la capacidad antioxidante en la bebida. - La vida útil de la bebida funcional a base de Melón “<i>Cucumis melo</i>”, Maracuyá “<i>Passiflora edulis</i>” y Pimiento “<i>Capsicum annum</i>” esta relaciona con la capacidad antioxidante.</p>	<p>Independiente: -Proporción adecuada de melón , maracuyá y pimiento</p>	<p>Dimensión 1: -Grado Brix -pH</p> <p>Dimensión 2: -Aspecto sensorial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aroma</li> <li>• Color</li> <li>• Sabor</li> <li>• Apariencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH : Método potenciométrico recomendado por la (AOAC, 1995)</li> <li>• Determinación de grados brix : método Indirecto por refractometría recomendado por la (AOAC, 1995)</li> </ul>
			<p>Dependiente: -Capacidad antioxidante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compuestos fenólicos</li> <li>- Vitamina C</li> <li>- Carotenoides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos DPPH, ORAC Y ABTS para la capacidad antioxidante.</li> <li>• Método de Polifenoles totales por reactivo de Folin-Ciocalteu,</li> <li>• Método espectrofotométrico directo para carotenoides (<math>\beta</math>-caroteno y licopeno)</li> <li>• Método de 2,6 diclorofenol - indofenol para la vitamina C</li> </ul>

## Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial de la bebida funcional a base de melón, maracuyá y pimienta

Nombre del evaluador: .....Fecha : ...../...../.....

Prueba cada una de las 4 muestras codificadas y marque X a su juicio según la escala en cada muestra una a la vez.

<b>COLOR</b>	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ESCALA</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>444</b>
Muy aceptable				
Bastante aceptable				
Moderado				
Levemente aceptable				
Color ni oscuro ni aceptable				
Levemente oscuro				
Moderadamente oscuro				
Muy oscuro				
Extremadamente oscuro				

<b>SABOR</b>	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ESCALA</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>444</b>
Muy agradable				
Bastante agradable				
Moderadamente agradable				
Levemente agradable				
Sabor moderado				
Levemente desagradable				
Moderadamente desagradable				
Muy desagradable				
Extremadamente desagradable				

<b>ACIDEZ</b>	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ESCALA</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>444</b>
Acidez muy aceptable				
Acidez aceptable				
Acidez regular y aceptable				
Regula aceptable				
Moderadamente ácido				
Ligeramente ácido				
Muy ácido				
Demasiado ácido				
Intensamente ácido				

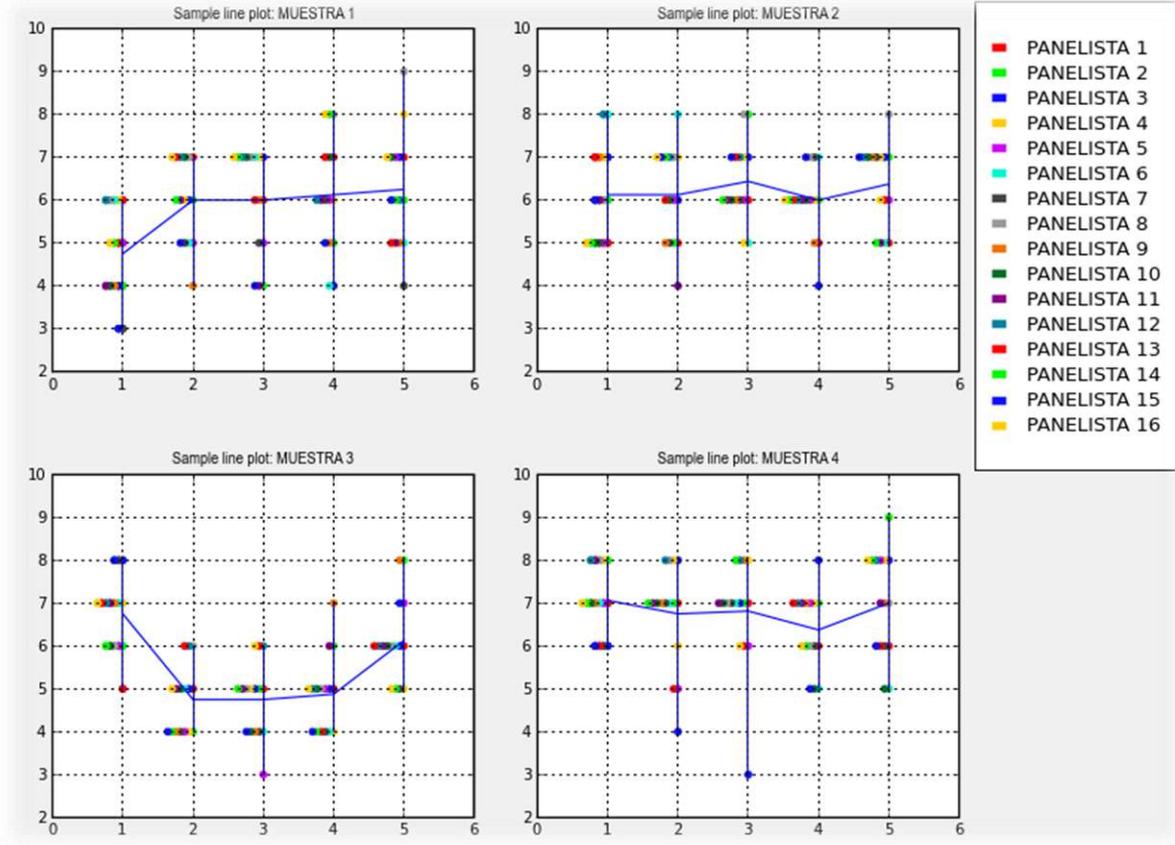
<b>ACEPTABILIDAD</b>	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ESCALA</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>444</b>
Me gusta extremadamente				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta levemente				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta extremadamente				

<b>OLOR</b>	<b>MUESTRAS</b>			
<b>ESCALA</b>	<b>111</b>	<b>222</b>	<b>333</b>	<b>444</b>
Muy aceptable				
Bastante agradable				
Moderadamente agradable				
Levemente agradable				
Olor moderado				
Levemente desagradable				
Moderadamente desagradable				
Muy desagradable				
Extremadamente desagradable				

**Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial de 4 tratamientos**

PANELISTA	MUESTRA 1					MUESTRA 2					MUESTRA 3					MUESTRA 4				
	Color	Sabor	Acidez	Aceptab.	Aroma	Color	Sabor	Acidez	Aceptab.	Aroma	Color	Sabor	Acidez	Aceptab.	Aroma	Color	Sabor	Acidez	Aceptab.	Aroma
1	6	7	6	7	7	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	7	7	7	6	6
2	4	6	4	5	6	6	5	8	6	7	6	4	5	6	8	8	7	7	7	9
3	4	6	7	4	7	7	6	7	4	7	8	5	5	5	6	6	8	7	8	8
4	6	6	7	6	8	7	7	7	6	7	7	4	5	4	5	8	8	8	7	8
5	5	5	5	6	7	5	6	6	6	6	6	4	3	5	7	7	5	6	7	8
6	6	5	7	4	5	8	8	5	7	5	7	5	4	4	6	7	7	7	5	5
7	3	5	5	6	4	5	5	6	7	7	8	4	4	4	5	6	7	7	6	6
8	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	6	6	5	5	6	8	8	7	6	7
9	4	4	6	5	5	7	5	6	5	7	7	4	4	7	8	7	7	8	7	7
10	4	7	7	7	7	5	6	6	6	7	6	5	4	5	6	7	7	7	5	5
11	4	6	4	6	5	6	4	6	6	5	7	5	5	6	6	8	7	7	7	7
12	6	7	7	6	6	8	7	7	6	7	7	6	6	5	6	8	8	8	7	8
13	5	7	6	7	5	7	6	7	6	6	7	6	6	4	6	6	5	6	7	6
14	5	6	7	8	6	5	7	6	6	5	6	4	5	4	5	7	7	8	6	8
15	3	5	4	5	6	6	7	7	7	7	8	4	4	4	7	6	4	3	5	6
16	5	7	7	8	7	5	7	5	6	6	7	5	6	5	5	7	6	6	6	8
<b>PROM.</b>	<b>4.75</b>	<b>6.0</b>	<b>6</b>	<b>6.125</b>	<b>6.25</b>	<b>6.13</b>	<b>6.13</b>	<b>6.44</b>	<b>6</b>	<b>6.375</b>	<b>6.75</b>	<b>4.75</b>	<b>4.75</b>	<b>4.875</b>	<b>6.125</b>	<b>7.06</b>	<b>6.75</b>	<b>6.81</b>	<b>6.375</b>	<b>7</b>

**Anexo 4. Performance del desempeño de los panelistas en la evaluación sensorial de las 4 bebidas**



Eje X: 1= Color, 2= Sabor, 3= Acidez, 4= Aceptabilidad y 5= Aroma  
 Eje Y: Escala hedónica de 9 puntos

Anexo 5. Ficha de evaluación sensorial de Stevia

**Ficha de evaluación sensorial de bebida funcional a base de melón, maracuyá y pimiento**

Nombre:.....

Fecha: .....

Producto : Bebida funcional

INSTRUCCIONES:

- Por favor observe el producto, pruebe las muestras de bebida secuencial mente y responda SI ,si el producto le agrado o marque NO si no le agrado.

645	468	891	918	598	789
SI <input type="radio"/>					
NO <input type="radio"/>					

OBSERVACIONES:

.....  
.....  
.....

Gracias

**Anexo 6. Evaluación sensorial: respuestas de aceptación o rechazo a las concentraciones de Stevia en la bebida final, tipo de censura y código**

Consumidor	CONCENTRACION						Concentración inicial	Concentración final	Censura	Código de censura
	0%	0.2 %	0.4 %	0.6 %	0.8 %	1%				
1	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
2	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
3	NO	NO	NO	SI	SI	NO	0.4	0.6	Intervalo	3
4	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
5	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
6	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
7	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
8	NO	SI	SI	SI	SI	NO	0.2	0.2	Izquierda	2
9	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
10	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
11	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
12	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
13	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
14	SI	SI	SI	NO	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
15	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
16	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
17	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
18	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
19	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
20	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
21	NO	SI	SI	SI	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
22	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
23	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
24	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
25	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
26	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
27	NO	SI	SI	SI	SI	NO	0.2	0.2	Izquierda	2
28	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
29	SI	SI	SI	NO	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
30	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
31	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
32	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3

33	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
34	NO	NO	NO	NO	SI	SI	0.6	0.8	Intervalo	3
35	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
36	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
37	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
38	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
39	NO	NO	NO	SI	SI	NO	0.4	0.6	Intervalo	3
40	SI	SI	SI	NO	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
41	NO	SI	SI	NO	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
42	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
43	NO	SI	SI	SI	SI	NO	0.2	0.2	Izquierda	2
44	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
45	NO	SI	SI	SI	SI	NO	0.2	0.2	Izquierda	2
46	NO	NO	SI	SI	SI	NO	0.2	0.4	Intervalo	3
47	NO	NO	NO	SI	SI	SI	0.4	0.6	Intervalo	3
48	NO	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3
49	NO	SI	SI	SI	SI	SI	0.2	0.2	Izquierda	2
50	NO	SI	SI	SI	SI	SI	0.2	0.2	Izquierda	2
51	NO	SI	SI	SI	SI	SI	0.2	0.2	Izquierda	2
52	NO	SI	SI	SI	SI	SI	0.2	0.2	Izquierda	2
53	SI	SI	NO	NO	NO	NO	1.0	1.0	Izquierda	2
54	NO	NO	NO	NO	NO	SI	0.8	1.0	Intervalo	3
55	NO	NO	SI	SI	NO	SI	0.2	1.0	Intervalo	3
56	NO	SI	SI	NO	SI	SI	0.8	0.8	Izquierda	2
57	NO	NO	SI	NO	SI	SI	0.2	0.8	Intervalo	3
58	NO	SI	NO	NO	SI	SI	0.8	0.8	Izquierda	2
59	NO	SI	SI	NO	SI	NO	0.8	0.8	Izquierda	2
60	SI	NO	SI	SI	SI	SI	0.2	0.4	Intervalo	3

**CONTEO**

<b>SI</b>	5	17	39	44	52	38
<b>NO</b>	55	43	21	16	8	22

## Anexo 7. Análisis de distribución de Weibull

Inicio = i y fin = f

Inicio de la variable: i Fin: f

Información de censura	Conteo
Valor censurado del intervalo	43
Valor censurado por la izquierda	17

Método de cálculo: Máxima verosimilitud

Distribución: Weibull

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimación	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Forma	2.20205	0.270020	1.73161	2.80029
Escala	0.428078	0.0303654	0.372515	0.491929

Log-verosimilitud = -66.511

Bondad de ajuste

Anderson-Darling (ajustado) = 0.749

Características de distribución

	Estimaciones	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Media (MTTF)	0.379117	0.0269462	0.329817	0.435787
Desviación estándar	0.181760	0.0196105	0.147116	0.224562
Mediana	0.362442	0.0291166	0.309640	0.424247
Primer cuartil (Q1)	0.243110	0.0279976	0.193988	0.304671
Tercer cuartil (Q3)	0.496526	0.0331836	0.435567	0.566017

Rango intercuartil (IQR)            0.253416   0.0258944   0.207423   0.309607

Tabla de percentiles

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
1	0.0529992	0.0152937	0.0301053	0.0933030
2	0.0727733	0.0182582	0.0445054	0.118996
3	0.0876892	0.0200745	0.0559864	0.137344
4	0.100161	0.0213721	0.0659284	0.152169
5	0.111105	0.0223693	0.0748784	0.164858
6	0.120983	0.0231692	0.0831214	0.176091
7	0.130068	0.0238295	0.0908285	0.186259
8	0.138534	0.0243855	0.0981124	0.195610
9	0.146504	0.0248610	0.105052	0.204312
10	0.154063	0.0252721	0.111704	0.212485
20	0.216621	0.0275055	0.168896	0.277832
30	0.268040	0.0283102	0.217920	0.329688
40	0.315532	0.0287004	0.264009	0.377109
50	0.362442	0.0291166	0.309640	0.424247
60	0.411416	0.0299379	0.356731	0.474484
70	0.465728	0.0316876	0.407585	0.532166
80	0.531347	0.0353593	0.466373	0.605372
90	0.625191	0.0437665	0.545035	0.717135
91	0.638024	0.0451854	0.555334	0.733027
92	0.652012	0.0467994	0.566446	0.750502
93	0.667446	0.0486588	0.578576	0.769965
94	0.684746	0.0508371	0.592017	0.791999
95	0.704552	0.0534472	0.607213	0.817495
96	0.727918	0.0566771	0.624894	0.847927
97	0.756772	0.0608766	0.646387	0.886009
98	0.795326	0.0668232	0.674570	0.937698
99	0.856480	0.0769609	0.718175	1.02142

**Anexo 8. Resumen de características y cálculos de la distribución de Weibull**

	<b>Estimaciones</b>	<b>Error estándar</b>	<b>IC normal de 95.0%</b>	
			<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
<b>Media(MTTF)</b>	0.379117	0.0269462	0.329817	0.435787
<b>Desviación estándar</b>	0.18176	0.0196105	0.147116	0.224562
<b>Mediana</b>	0.362442	0.0291166	0.30964	0.424247
<b>Primer cuartil(Q1)</b>	0.24311	0.0279976	0.193988	0.304671
<b>Tercer cuartil(Q3)</b>	0.496526	0.0331836	0.435567	0.566017
<b>Rango intercuartil(IQR)</b>	0.253416	0.0258944	0.207423	0.309607

**Anexo 9. Data de los resultados en el programa Design Expert (versión trial) para su evaluación como diseño de mezcla.**

C:\Users\Public\Documents\DX10 data\bebidapimientodxpx - Design-Expert 10.0.1

File Edit View Display Options Design Tools Help Tips

Run	Component 1 A:Maracuya %	Component 2 B:Melón %	Component 3 C:Pimiento %	Response 1 pH	Response 2 Color	Response 3 Sabor	Response 4 Acidez	Response 5 Aroma	Response 6 Aceptación	Response 7 Act. Antiox.
1	30	52	18	3.17	4.75	6	6	6.25	6.13	1.6431
2	30	67	3	3.13	6.13	6.13	6.44	6.38	6	2.0392
3	45	52	3	3.02	6.75	4.75	4.75	6.13	4.88	1.9796
4	35	57	8	3.13	7.06	6.75	6.81	7	6.38	1.034

C:\Users\Public\Documents\DX10 data\bebidapimientodxpx - Design-Expert 10.0.1

File Edit View Display Options Design Tools Help Tips

Name	Units	Type	Changes	Std. Dev.	Low	High
Maracuya	%	Component	Easy	0	30	45
Melón	%	Component	Easy	0	52	67
Pimiento	%	Component	Easy	0	3	18
pH		Response		0.0202073	3.02	3.17
Color		Response		1.0248	4.75	7.06
Sabor		Response		0.972835	4.75	6.75
Acidez		Response		0.935307	4.75	6.81
Aroma		Response		0.646632	6.13	7
Aceptación		Response		0.614878	4.88	6.38
Act. Antiox.		Response		0.738979	1.034	2.0392

CA:\Users\Public\Documents\DX10 data\bebidapimientod.ppx - Design-Expert 10.0.1

File Edit View Display Options Design Tools Help Tips

Notes for bebidapimientod

Design (Actual)

Summary

Graph Columns

Evaluation

Constraints

Analysis

R1:pH (Analyzed)

R2:Color (Analyzed)

R3:Sabor (Analyzec

R4:Acidez (Analyze

R5:Aroma (Analyze

R6:Aceptación (An

R7:Act. Antiox. (An

Optimization

Numerical

Graphical

Post Analysis

Point Prediction

Confirmation

Coefficients Table

### Design Summary

File Version 10.0.1.0

Study Type Mixture Subtype Randomized

Design Type User Defined Runs 4

Design Mode Quadratic Blocks No Blocks Build Time (r 16.00)

Component	Name	Units	Type	Minimum	Maximum	Coded	Values	Mean	Std. Dev.
A	Maracuya	%	Mixture	30	45	0.000=30	1.000=45	35	7.07107
B	Melón	%	Mixture	52	67	0.000=52	1.000=67	57	7.07107
C	Pimiento	%	Mixture	3	18	0.000=3	1.000=18	8	7.07107
Total =				100.00	L_Pseudo Coding				

Response	Name	Units	Obs	Analysis	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Ratio	Trans	Model
R1	pH		4	Polynomial	3.02	3.17	3.1125	0.0644851	1.04967	None	Linear
R2	Color		4	Polynomial	4.75	7.06	6.1725	1.02412	1.48632	None	Linear
R3	Sabor		4	Polynomial	4.75	6.75	5.9075	0.838188	1.42105	None	Linear
R4	Acidez		4	Polynomial	4.75	6.81	6	0.896698	1.43368	None	Linear
R5	Aroma		4	Polynomial	6.13	7	6.44	0.38704	1.14192	None	Linear
R6	Aceptación		4	Polynomial	4.88	6.38	5.8475	0.663997	1.30738	None	Linear
R7	Act. Antiox.		4	Polynomial	1.034	2.0392	1.67398	0.460911	1.97215	None	Linear

Notes for bebidapimientod

Criteria Solutions Graphs

Solutions 1

### Constraints

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A:Maracuya	is in range	30	45	1	1	3
B:Melón	is in range	52	67	1	1	3
C:Pimiento	is in range	3	18	1	1	3
pH	none	3.02	3.17	1	1	3
Color	maximize	4.75	9	1	1	3
Sabor	maximize	4.75	9	1	1	3
Acidez	none	4.75	9	1	1	3
Aroma	none	6.13	7	1	1	3
Aceptación	maximize	4.88	9	1	1	3
Act. Antiox.	maximize	1.034	2.0392	1	1	3

### Solutions

Number	Maracuya	Melón	Pimiento	pH	Color	Sabor	Acidez	Aroma	Aceptación	Act. Antiox.	Desirability
1	30.000	67.000	3.000	3.136	6.426	6.411	6.710	6.567	6.178	1.826	0.442

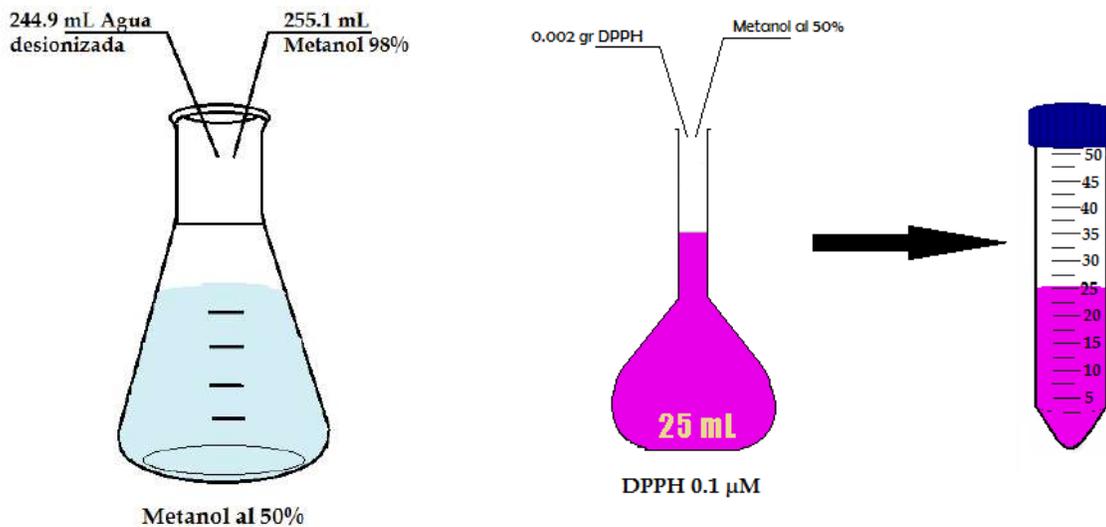


## Anexo 10. Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH- Bebidas.

### ➤ PREPARACION DE REACTIVOS

✓ Metanol al 50%

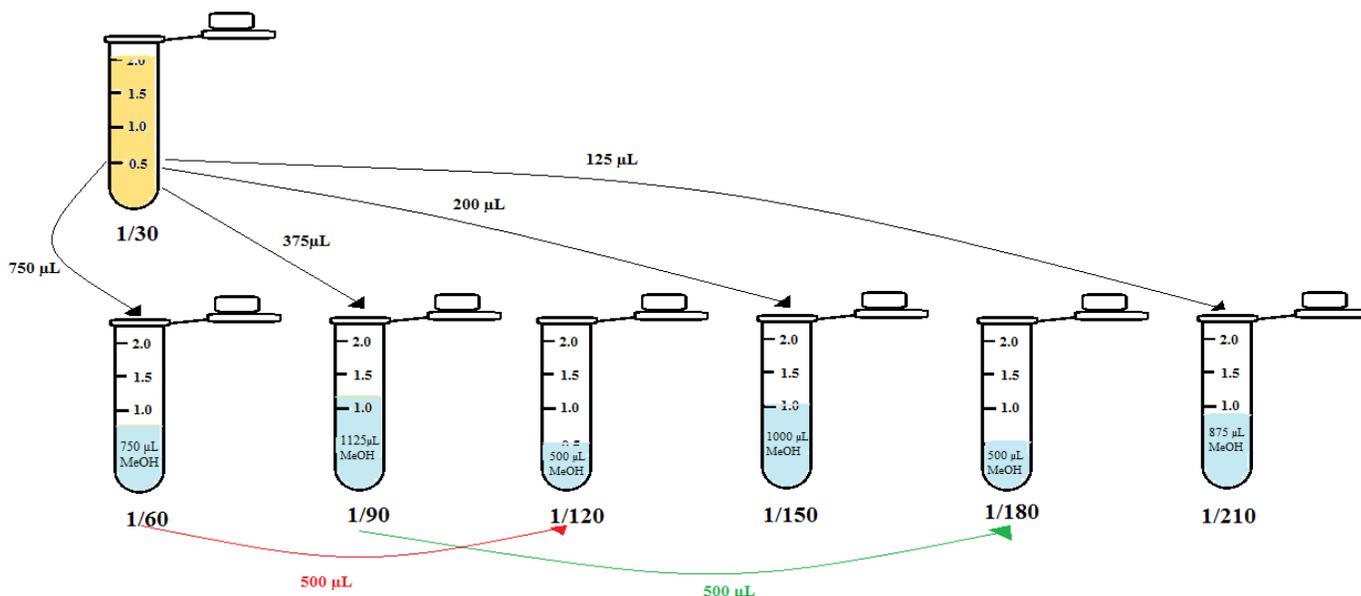
✓ DPPH 0.1  $\mu$ M



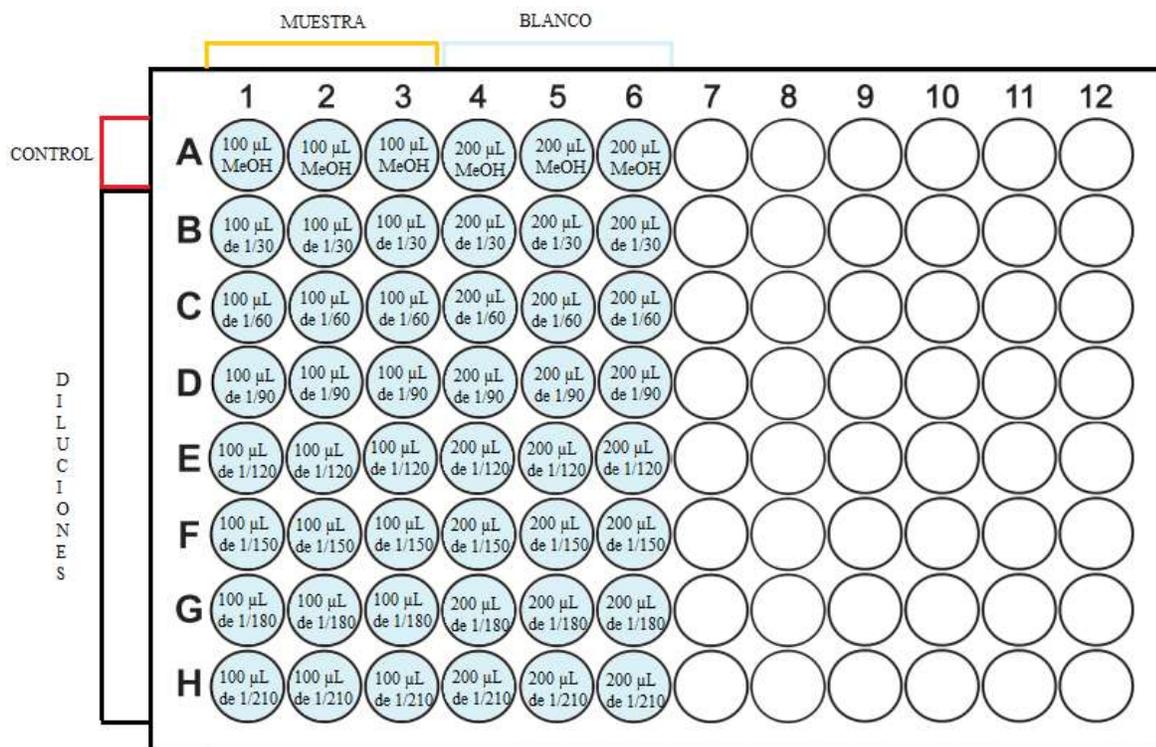
### ➤ PREPARACION DE MUESTRAS



✓ **Diluciones de las muestras**



➤ **DISTRIBUCIÓN EN LA MICROPLACA**



➤ **LECTURA DE MICROPLACA**

- ✓ Inyectar 100 µL de DPPH 0.1 µM → A1 a H3
- ✓ Leer a 505 nm desde t= 0 min a t= 30 min, cada 5 min.



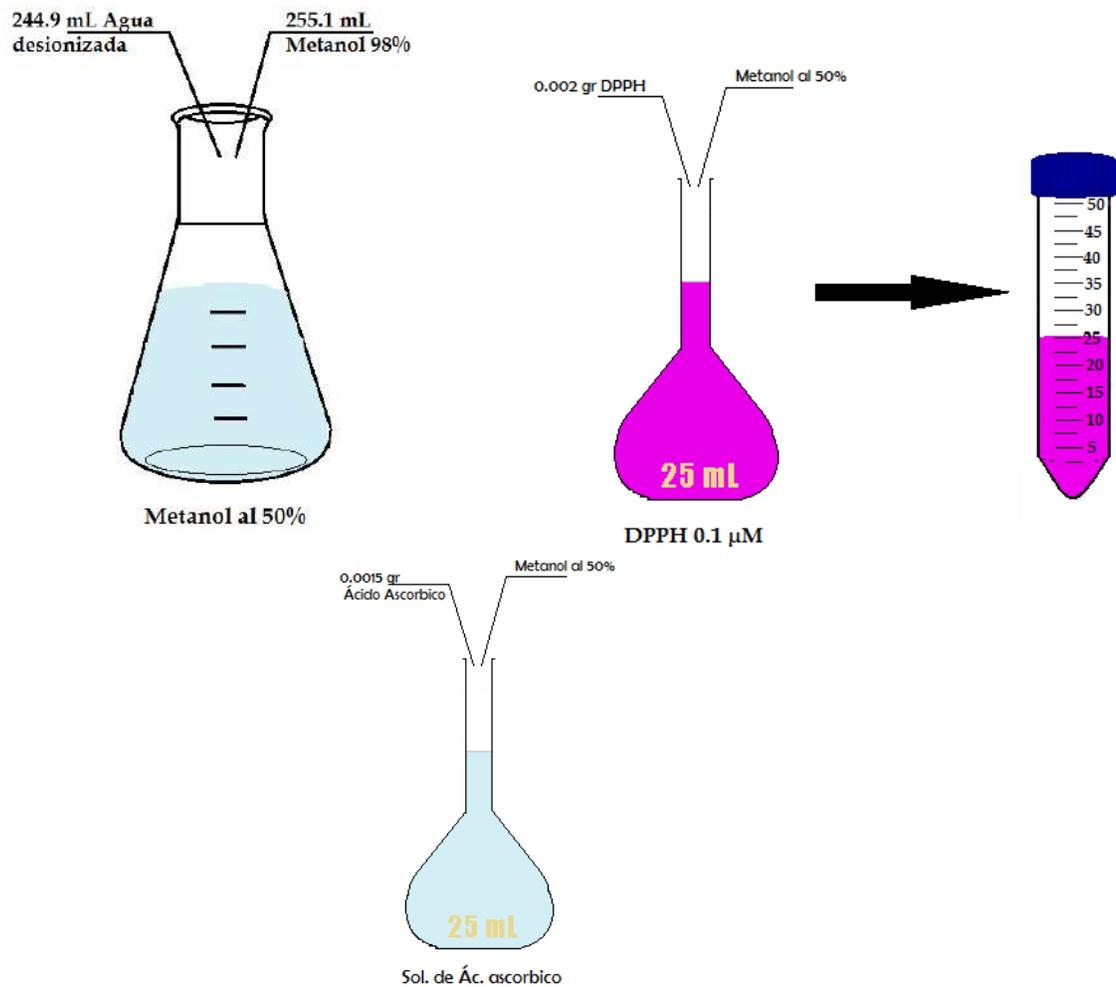
**Anexo 11. Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método  
DPPH - Materia prima**

➤ **PREPARACION DE REACTIVOS**

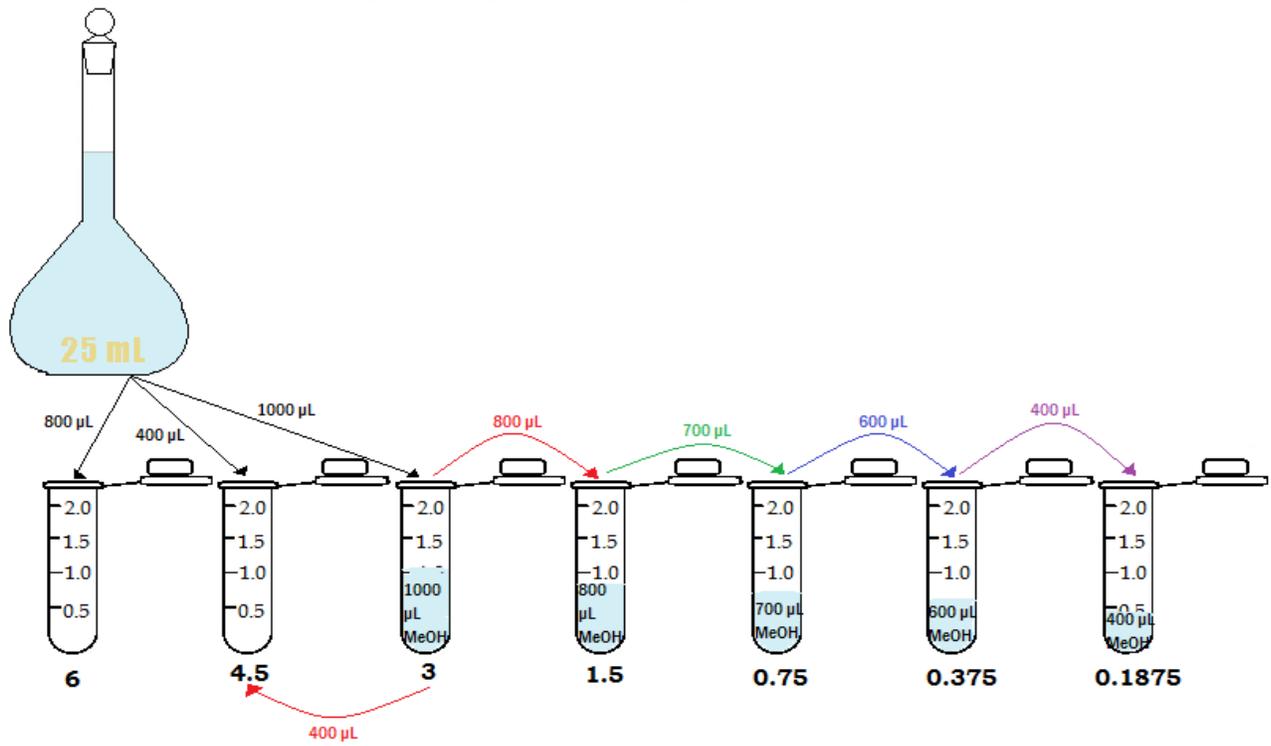
✓ Metanol al 50%

✓ DPPH 0.1  $\mu$ M

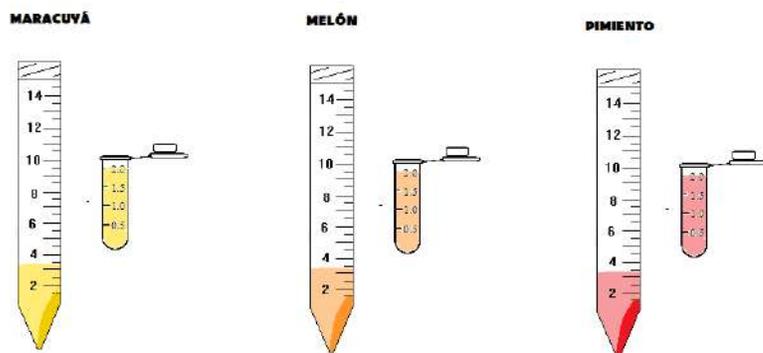
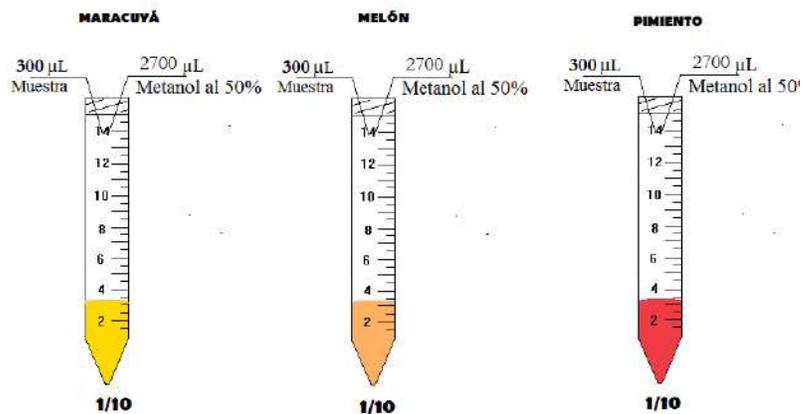
➤ **PREPARACIÓN DE LA CURVA PATRÓN**



✓ **DILUCIONES DE LA CURVA PATRÓN**



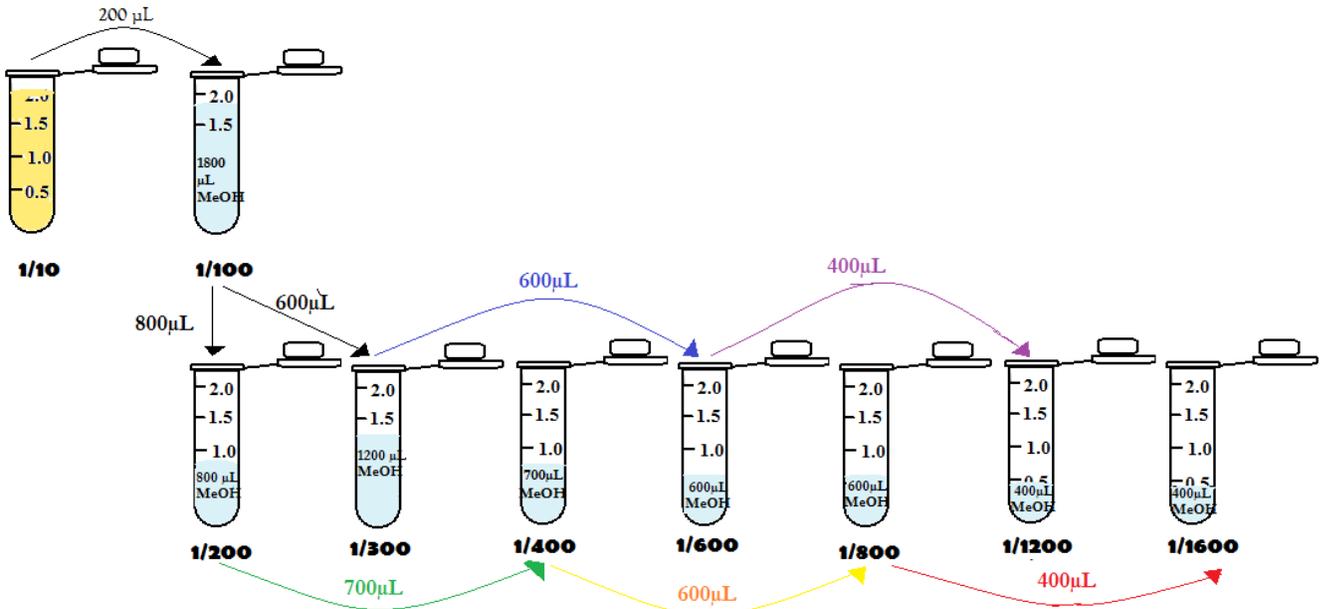
➤ **PREPARACIÓN DE MUESTRAS**



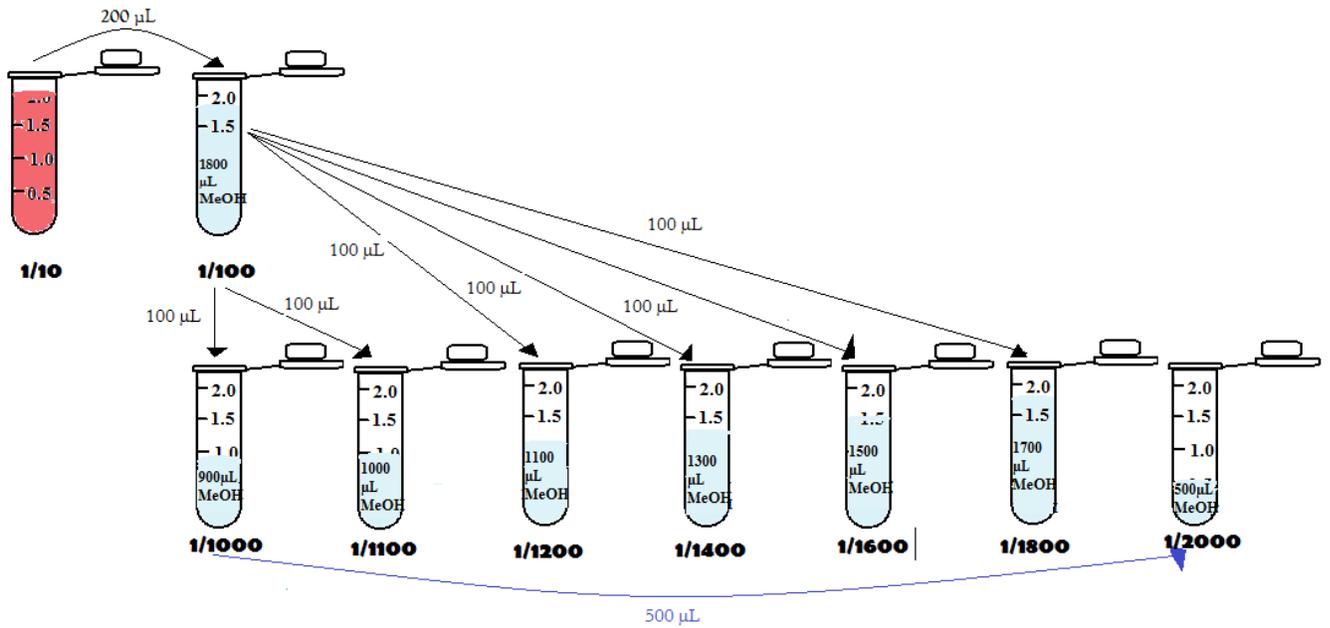
Separar sobrenadante

✓ **DILUCIONES DE LAS MUESTRAS**

- Melón y maracuyá



- Pimiento



➤ **DISTRIBUCIÓN EN LA MICROPLACA**

		ESTANDAR			MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
DILUCIONES	CONTROL	A	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	100 µL MeOH	
		B	100 µL STD 1 0.1875	100 µL STD 1 0.1875	100 µL STD 1 0.1875	100 µL Maracuya 1/1600	100 µL Maracuya 1/1600	100 µL Maracuya 1/1600	100 µL Melón 1/1600	100 µL Melón 1/1600	100 µL Melón 1/1600	100 µL Pimiento 1/2000	100 µL Pimiento 1/2000	100 µL Pimiento 1/2000
		C	100 µL STD 2 0.375	100 µL STD 2 0.375	100 µL STD 2 0.375	100 µL Maracuya 1/1200	100 µL Maracuya 1/1200	100 µL Maracuya 1/1200	100 µL Melón 1/1200	100 µL Melón 1/1200	100 µL Melón 1/1200	100 µL Pimiento 1/1800	100 µL Pimiento 1/1800	100 µL Pimiento 1/1800
		D	100 µL STD 3 0.75	100 µL STD 3 0.75	100 µL STD 3 0.75	100 µL Maracuya 1/800	100 µL Maracuya 1/800	100 µL Maracuya 1/800	100 µL Melón 1/800	100 µL Melón 1/800	100 µL Melón 1/800	100 µL Pimiento 1/1600	100 µL Pimiento 1/1600	100 µL Pimiento 1/1600
		E	100 µL STD 4 1.5	100 µL STD 4 1.5	100 µL STD 4 1.5	100 µL Maracuya 1/600	100 µL Maracuya 1/600	100 µL Maracuya 1/600	100 µL Melón 1/600	100 µL Melón 1/600	100 µL Melón 1/600	100 µL Pimiento 1/1400	100 µL Pimiento 1/1400	100 µL Pimiento 1/1400
		F	100 µL STD 5 3.0	100 µL STD 5 3.0	100 µL STD 5 3.0	100 µL Maracuya 1/400	100 µL Maracuya 1/400	100 µL Maracuya 1/400	100 µL Melón 1/400	100 µL Melón 1/400	100 µL Melón 1/400	100 µL Pimiento 1/1200	100 µL Pimiento 1/1200	100 µL Pimiento 1/1200
		G	100 µL STD 6 4.5	100 µL STD 6 4.5	100 µL STD 6 4.5	100 µL Maracuya 1/300	100 µL Maracuya 1/300	100 µL Maracuya 1/300	100 µL Melón 1/300	100 µL Melón 1/300	100 µL Melón 1/300	100 µL Pimiento 1/1100	100 µL Pimiento 1/1100	100 µL Pimiento 1/1100
		H	100 µL STD 7 6	100 µL STD 7 6	100 µL STD 7 6	100 µL Maracuya 1/200	100 µL Maracuya 1/200	100 µL Maracuya 1/200	100 µL Melón 1/200	100 µL Melón 1/200	100 µL Melón 1/200	100 µL Pimiento 1/1000	100 µL Pimiento 1/1000	100 µL Pimiento 1/1000

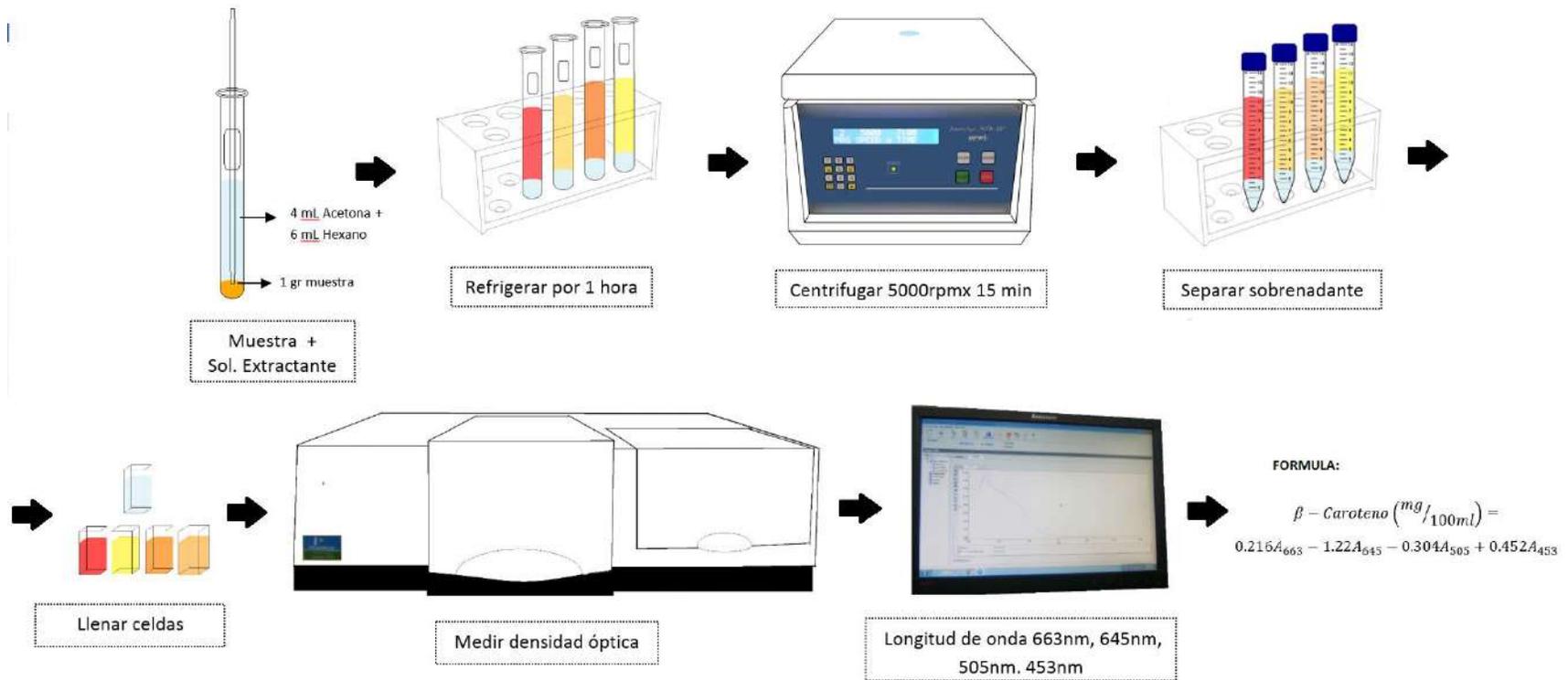
➤ **LECTURA DE MICROPLACA**

Inyectar 100 µL de DPPH 0.1 µM → TODA LA PLACA

Leer a 505 nm desde t= 0 min a t= 30 min, cada 5 min.

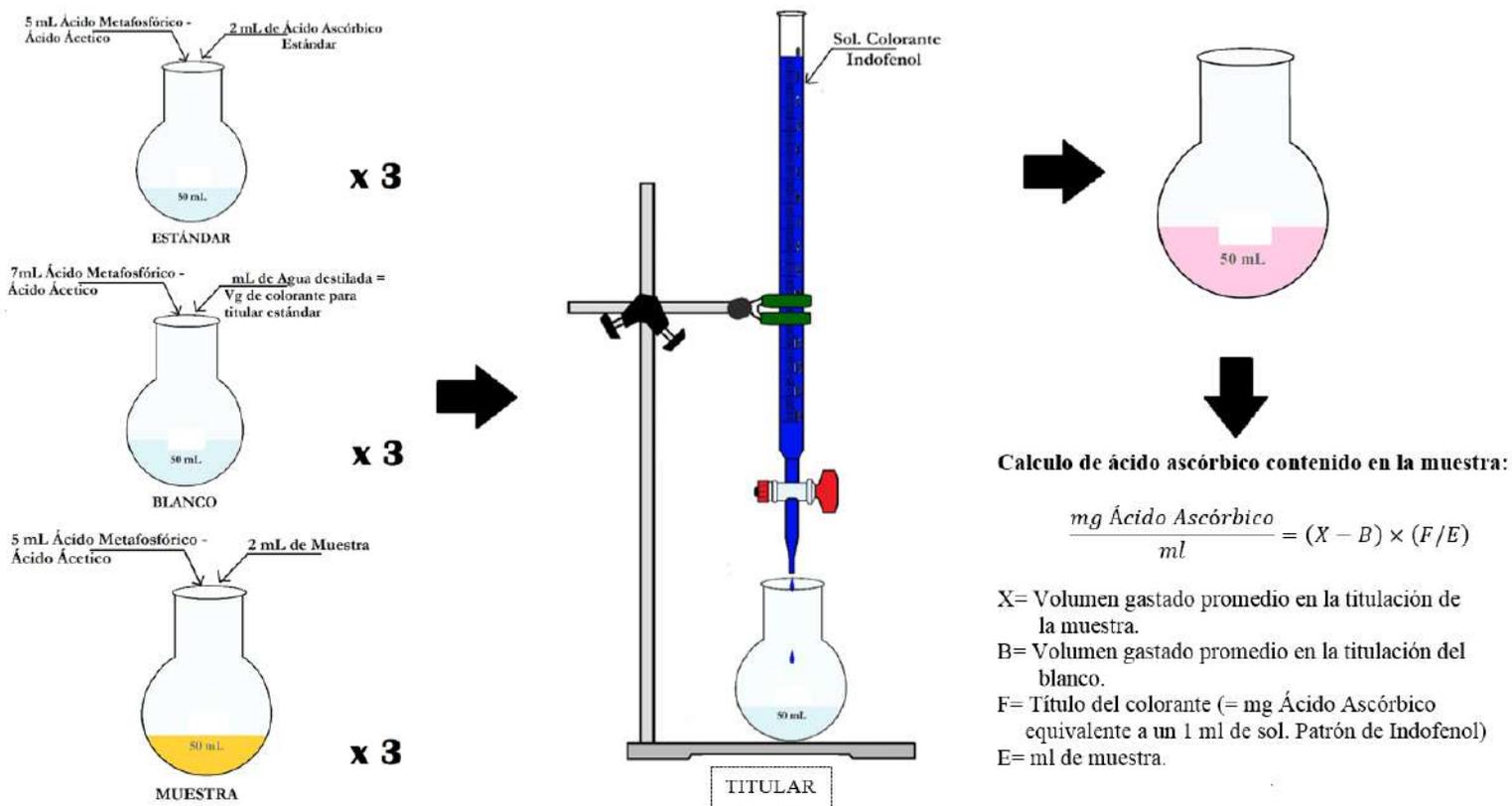


Anexo 12. Protocolo para la determinación espectrofotométrica de Beta-caroteno





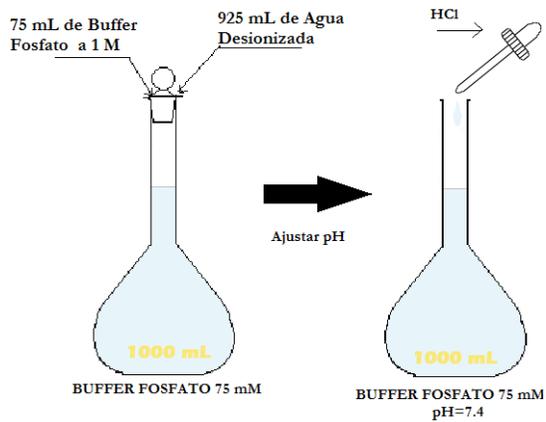
### Anexo 13. Protocolo para la determinación de vitamina c: método volumétrico – 2.6 diclorofenol



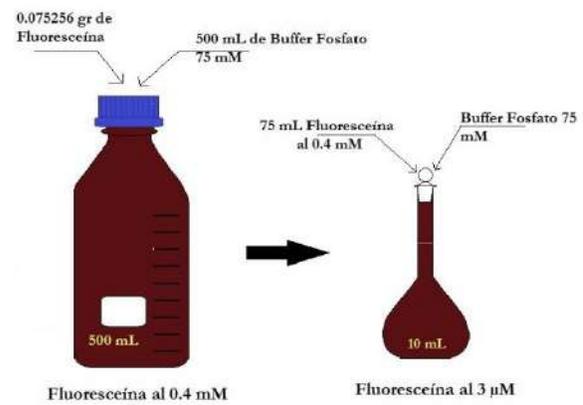


### Anexo 14. Protocolo para la determinación de capacidad antioxidante: Método Orac

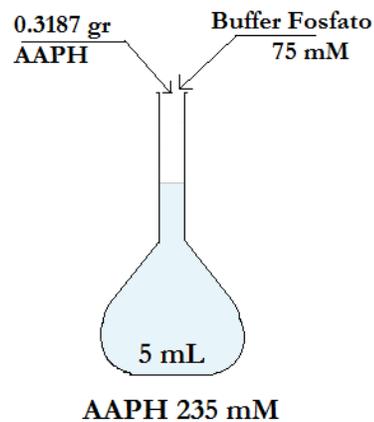
#### ✓ Preparación de Buffer Fosfato 75 mM



#### ✓ Preparación de fluoresceína



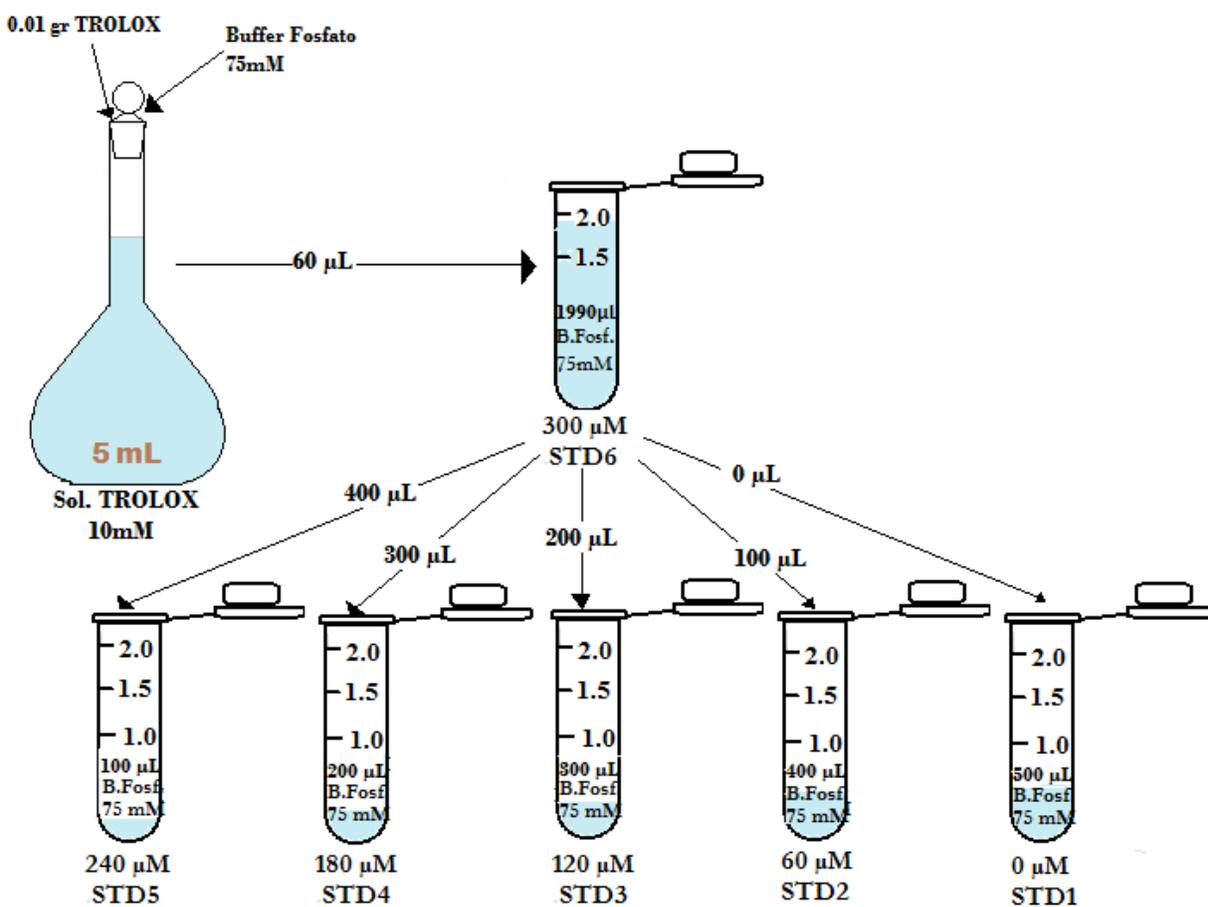
#### ✓ Preparación de radical AAPH



✓ Preparación de la muestra



✓ Preparación de TROLOX y curva patrón



✓ **Distribución en la microplaca**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	250µL Agua destilada											
B	250µL Agua destilada	25 µL STD 6	25 µL STD 4	25 µL STD 2	25 µL SPL 1	25 µL SPL 3	25 µL SPL 5	25 µL SPL 7	25 µL SPL 9	25 µL SPL 11	25 µL BLK	250µL Agua destilada
C	250µL Agua destilada	25 µL STD 6	25 µL STD 4	25 µL STD 2	25 µL SPL 1	25 µL SPL 3	25 µL SPL 5	25 µL SPL 7	25 µL SPL 9	25 µL SPL 11	25 µL BLK	250µL Agua destilada
D	250µL Agua destilada	25 µL STD 6	25 µL STD 4	25 µL STD 2	25 µL SPL 1	25 µL SPL 3	25 µL SPL 5	25 µL SPL 7	25 µL SPL 9	25 µL SPL 11	25 µL BLK	250µL Agua destilada
E	250µL Agua destilada	25 µL STD 5	25 µL STD 3	25 µL STD 1	25 µL SPL 2	25 µL SPL 4	25 µL SPL 6	25 µL SPL 8	25 µL SPL 10	25 µL CTL	25 µL BLK	250µL Agua destilada
F	250µL Agua destilada	25 µL STD 5	25 µL STD 3	25 µL STD 1	25 µL SPL 2	25 µL SPL 4	25 µL SPL 6	25 µL SPL 8	25 µL SPL 10	25 µL CTL	25 µL BLK	250µL Agua destilada
G	250µL Agua destilada	25 µL STD 5	25 µL STD 3	25 µL STD 1	25 µL SPL 2	25 µL SPL 4	25 µL SPL 6	25 µL SPL 8	25 µL SPL 10	25 µL CTL	25 µL BLK	250µL Agua destilada
H	250µL Agua destilada											

Los pozos del borde deben contener 250 µL de agua destilada

**B2 - G11 → 150 µL Sol. Fluoresceína**

**B11 - G11 → 25 µL Sol. Buffer Fosfato 75 Mm (BLK)**

**B2 - G4 → 25 µL Diluciones de Trolox (STD)**

**B5 – D11 → 25 µL de muestras (SPL)**

**E10 - G10 → 25 µL de Buffer Fosfato 75 Mm (CTL)**

Lectura de la microplaca

Fijar temperatura 37 °C por 15 min.

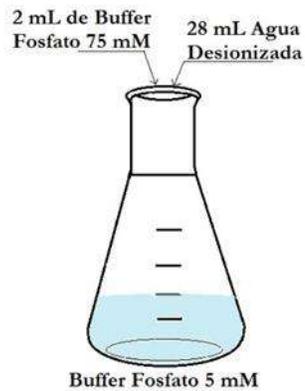
Inyectar 25 µL de AAPH (B2-G11)

La lectura es cada 2 min durante 90 min con longitud de onda de excitación y emisión 485 y 520 nm respectivamente.

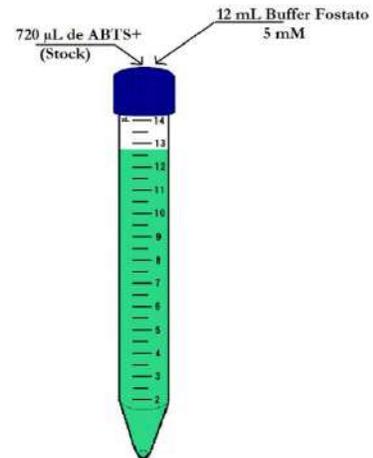


### Anexo 15. Determinación de capacidad antioxidante: Método ABTS+

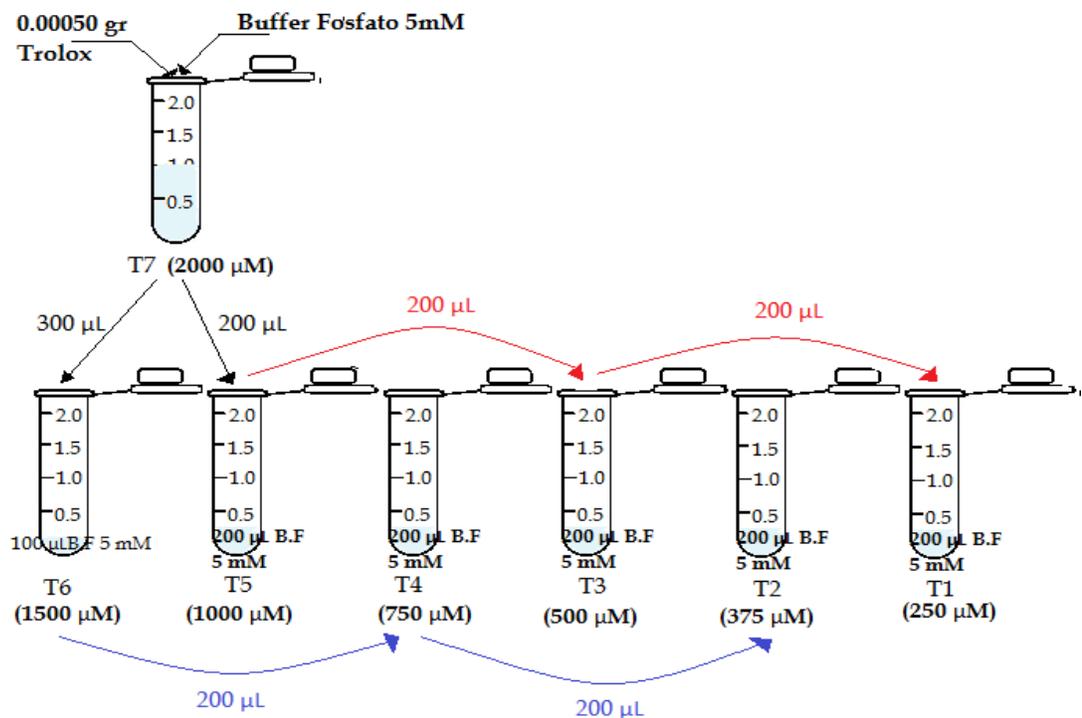
✓ Preparación de buffer fosfato 5Mm



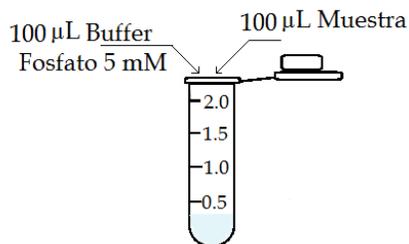
✓ Preparación de ABT



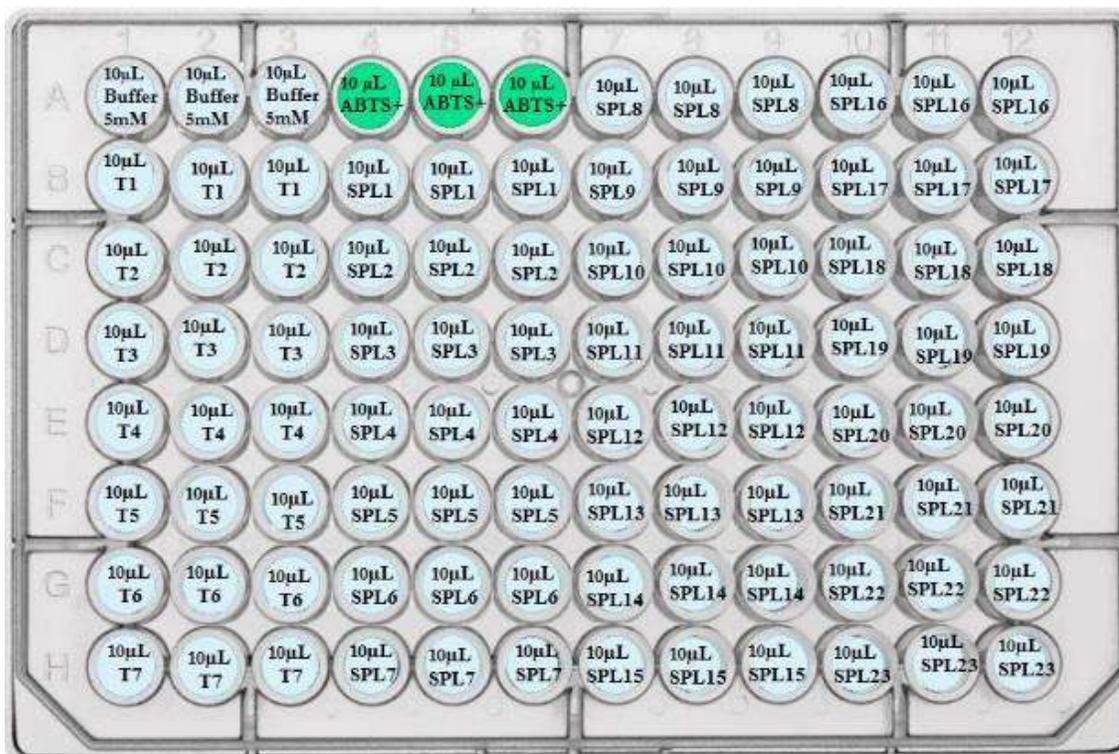
✓ Preparación de Trolox y diluciones de la curva patrón



✓ **Preparación de la muestra**



✓ **Distribución en la microplaca**



✓ **Lectura de la microplaca**

- En el lector de microplacas inyectar 100 µL de ABTS+ en cada pocillo.
- Encubar durante 6 min.
- Realizar la lectura 734 nm.

## Anexo 16. Protocolo para determinación de polifenoles totales.

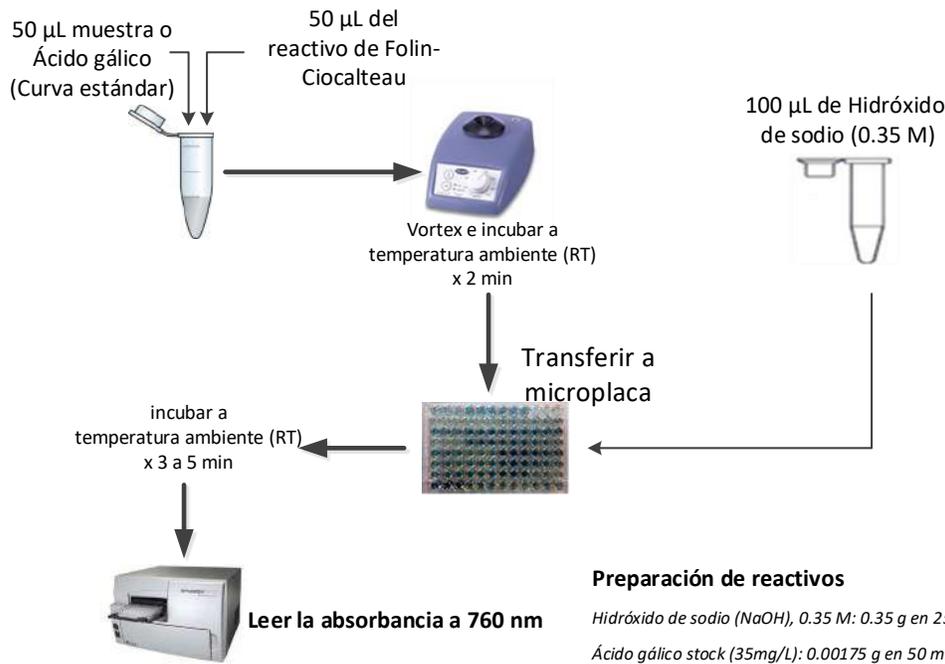


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN - HUACHO

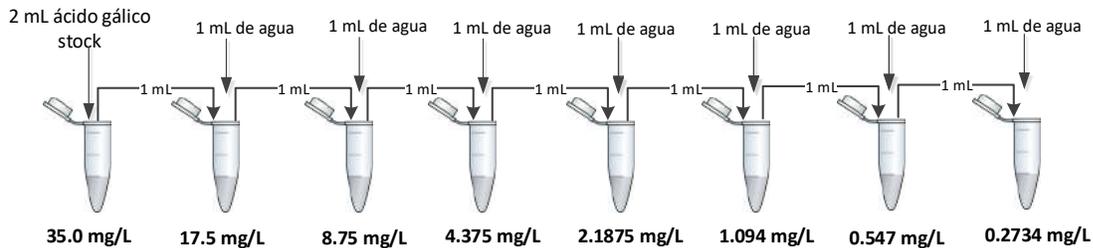
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MODALIDAD FOCAM:

FORMULACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A BASE DE FRUTAS Y VERDURAS

### Protocolo Polifenoles totales



#### Dilución seriada: Curva estándar



#### Referencia

Magalhães, L.M.; Santos, F.; Segundo, M.A.; Reis, S.; Lima, J.L.F.C. (2010). Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity. *Talanta*. 83(2), 441-447.

## Anexo 17. Galería de fotos de la elaboración y evaluación de las bebidas

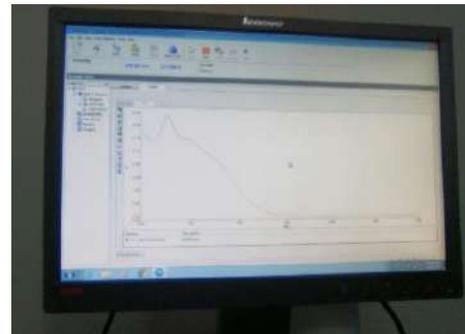
### ✓ Elaboración de la bebida funcional



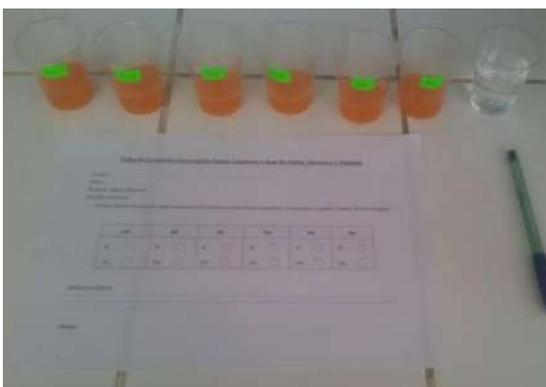
### ✓ Evaluación sensorial de los cuatro tratamientos



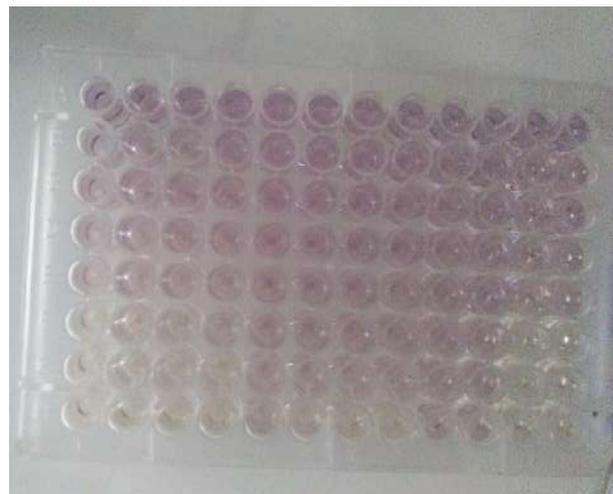
✓ **Determinación de  $\beta$ -caroteno**



✓ **Evaluación sensorial de Stevia**

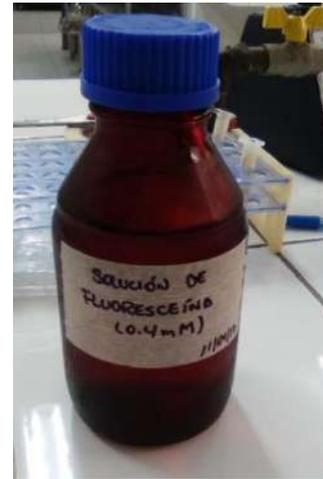


✓ **Determinación de capacidad antioxidante por DPPH**





✓ **Determinación de Capacidad antioxidante : Método ORAC**



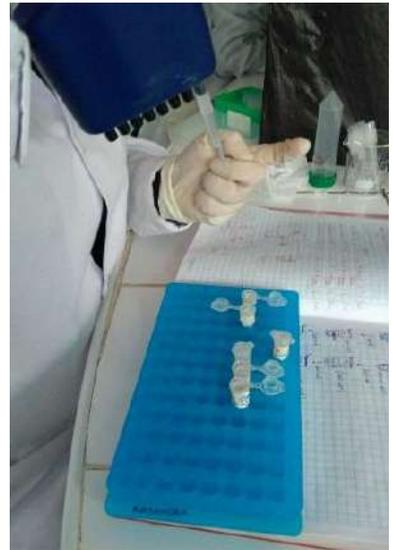
✓ Determinación de vida media de la bebida optimizada



✓ Determinación de vitamina C



✓ **Determinación de Capacidad antioxidante : Método ABTS+**



✓ Reactivos

