

# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO QUÍMICO**

TEMA:

**“Procesamiento del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) para obtener una bebida alimentaria de bajos grados Brix”**

ELABORADO POR:

VEGA MATIAS DÉBORA HAYDEE

DIRECTOR DE TESIS:

Q.F. LUÍS FELIPE ZALAMEA MOLINA

GUAYAQUIL-ECUADOR

2013

## DECLARACIÓN

La responsabilidad del contenido desarrollado en este trabajo de investigación me corresponde exclusivamente; y la propiedad intelectual del mismo a la Universidad de Guayaquil según lo establecido por la ley vigente.

*Debona Vega matias*

VEGA MATIAS DÉBORA HAYDEE.

Autor

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por ser mi guía en el camino de la vida, por haberme ayudado a superar todos los obstáculos y por haberme dado fuerza de voluntad, sabiduría y fe al momento de tomar decisiones.

A mi madre que con sus consejos, y experiencias a sabido guiarme por el sendero de la vida, y ha formado una persona con valores, principios y buenos modales.

A cada uno de los miembros de mi familia, que con su granito de arena contribuyeron en la culminación de mi carrera como profesional, y en mi formación integral como persona.

A mi director de tesis el Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, que supo guiarme de la mejor manera para poder concluir mi tesis, y de esta manera dar el último paso para cerrar un ciclo de estudio y así alcanzar mi tan anhelada graduación como Ingeniera química.

Un agradecimiento de manera muy especial a los Docentes de la Facultad de Ingeniería Química que imparten sus conocimientos en beneficio del estudiante y de la industria hacia donde nos dirigimos, y a mis amigos y compañeros por hacer de mi etapa universitaria llevadera, con risas, alegrías, tristezas y un sinfín de emociones y momentos que sin duda alguna, dejaron una huella en mi corazón y mi memoria.

Gracias.

## **DEDICATORIA.**

La concepción del presente trabajo de investigación, la dedico de manera especial a mi madre, pilar fundamental en mi vida, quien siempre me ofreció su apoyo incondicional para seguir adelante a pesar de las adversidades; su vida es un ejemplo de lucha y entereza.

También dedico este proyecto a mi tía, quien deposito su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar en mi inteligencia y capacidad. Es debido a la ayuda de ellas que yo estoy en el sitio, en el que ahora me encuentro.

Las amo mucho.

**DEBORA.**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Facultad De Ingeniería Química  
P.O. Box 09-01-471  
2292949 - telefax: 593-4-2294772  
e-mail: [fquimica@ug.edu.ec](mailto:fquimica@ug.edu.ec)

Guayaquil, Diciembre 6 de 2013

Señor Ingeniero  
José Quiroz Pérez  
**DECANO FAC. ING. QUÍMICA**  
Ciudad.-

Por la presente comunicamos a Usted que el tribunal designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad, se reunió el Viernes 6 de Diciembre de 2013 a las 12h00 para oír la defensa del proyecto de Tesis titulado **PROCESAMIENTO DEL TOMATE DE ARBOL (CYPHOMANDRA BETACEA) PARA OBTENER UNA BEBIDA ALIMENTARIA DE BAJOS GRADOS BRIX** de la egresada *Debora Haydee Vega Matias*. Finalizado el evento antes mencionado este tribunal decide **APROBAR** la defensa del tema de Tesis y solicita se prosiga con los trámites legales respectivos previo a la obtención del título de **INGENIERA QUÍMICA**.

Sin otro particular, nos suscribimos de Usted.

Atentamente.

Ing. José Valdez Díaz  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

Dr. Luis Zalamea  
**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Carlos Muñoz Cajiao  
**MIEMBRO**

Ing. Lilia Casabona Thomas  
**MIEMBRO**

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar el procesamiento del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), para obtener una bebida alimentaria con bajos grados Brix, que mediante los ensayos adecuados permitieron su elaboración obteniendo así la formulación deseada.

Para lograrlo se diseñó un diagrama de bloques del proceso más adecuado previa la obtención del producto que se lo puso en práctica siguiendo y ejecutando correctamente cada una de las operaciones de trabajo, para de esta manera obtener un producto de buena calidad.

Estudios realizados demuestran que en la caracterización físico química y nutricional de la materia prima se encontró que la pulpa es rica en vitamina C, b-carotenos, minerales poli fenoles y antioxidantes. Se cuantifico la capacidad antioxidante de la variedad más común de tomate de árbol originaria de la vertiente de los Andes específicamente Perú, Ecuador, Colombia, a través de 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH.) que es el método espectrofotométrico, todas las muestras presentaron un alto contenido de actividad antioxidante, que le va dar el valor agregado al producto.

Para la conservación y demostrar la calidad de la bebida procesada se realizaron análisis físicos químicos: Ph, Brix, Acidez a diferentes muestras la bebida de tomate de árbol. También se realizo análisis microbiológicos lo cual es la pauta para decidir si son aptos para el consumo, así mismo se evaluó sensorialmente a dicha bebida y de esta manera se determino el grado de satisfacción del producto.

En cuanto a los ensayos que se realizo de los grados Brix (°Brix), dichos valores tomados fueron bajos en comparación con una bebida de versión original, esto es debido a que en el proceso se utilizo un endulzante natural el cual no aporta calorías al producto.

Finalmente se realizo un análisis del costo de producción de la bebida procesada, lo que nos permite establecer el precio de venta al público del producto que resulto \$1.07.

## ABSTRACT

The objective of the present study was make processing tomato tree (*Cyphomandra betacea*), to get a drink food with low Brix degrees, allowing its production, thus obtaining the desired formulation using the appropriate tests.

To achieve this design a block diagram of the most suitable process prior obtaining the product that was implemented in following and running properly each of the working operations, to thus obtain a product of good quality.

Studies show that in characterizing chemical and nutritional raw physical was found that the pulp is rich in vitamin C, b-carotene, minerals poly phenols and antioxidants. They quantified the antioxidant capacity of the most common variety of tree tomato originally from the slopes of the Andes specifically Peru, Ecuador, Colombia, through 2, 2-diphenyl-1-picrilhidracil (DPPH.) which is the Spectrophotometric method, all samples showed a high content of antioxidant activity, which will give the value added to the product.

For the conservation and demonstrate the quality of the processed beverage were chemical physical analysis: Ph, Brix, acidity to different samples of tree tomato drink. I was also conducted microbiological tests which is the guideline for deciding whether they are fit for consumption, same sensorially assessed this drink and in this way was determined the degree of satisfaction of the product.

In terms of trials took place of the degrees Brix ( $^{\circ}$ Brix), these values taken were low in comparison with a drink from the original version, this is because that in the process, a natural sweetener that does not add calories to the product was used.

I was finally conducted an analysis of the cost of processed beverage production, allowing us to establish the selling price to the public of the product that turned out to \$1.07.

## INDÍCE

DECLARACIÓN	I
AGRADECIMIENTO	li
DEDICATORIA	iii
CERTIFICACIÓN	iv
RESUMEN	V
ABSTRACT	Vi
INDICE	Vii
INDÍCE DE TABLAS	x-xi
INDÍCE DE FIGURAS	Xii
INDÍCE DE GRÁFICOS	Xiii
INDÍCE DE ANEXOS	Xiv
INTRODUCCION	1
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS ALCANZAR	2-3
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	3
HIPÓTESIS	3
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b>	
1.1. TOMATE DE ÁRBOL	4
1.1.1. Introducción	4
1.1.2. Origen, taxonomía e importancia del cultivo	4-5
1.1.3. Descripción botánica y fenológica	6
1.1.4. Cosecha	7
1.1.5. Zonas y producción del tomate de árbol	8
1.1.6. USOS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	9
1.1.6.1. Usos.	9
1.1.6.2. Composición nutricional.	9
1.2. STEVIA	10
1.2.1. Introducción	10
1.2.2. Descripción botánica.	11

1.2.3. Origen.	11
1.2.4. Distribución de Stevia en Ecuador	12
1.2.5. Cosecha	12
1.3. BEBIDA DE BAJOS GRADOS BRX	15
1.4. ANTIOXIDANTES	16
1.4.1. Definición	16
1.4.2. Alimentos portadores de vitaminas antioxidantes.	17
1.4.3. Método para determinar la cantidad de antioxidante	17
1.4.4. Otros métodos para determinar actividad antioxidante	18-19

## **CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS**

2.1. UBICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	20
2.2. PROCESO	20
2.2.1. Equipos de producción	20
2.2.2. Componentes de producción	20
2.2.3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración	21
2.2.4. PROCEDIMIENTOS DE LA ELABORACIÓN	22-36
2.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO	37
2.3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.3.2. MATERIALES	37
2.3.3. Procedimiento y evaluación de muestras almacenadas	38
2.3.3.1. Análisis físico-químico	38
2.3.3.2. Análisis microbiológico	38
2.3.3.3. CUANTIFICACION DE LOS ANTIOXIDANTES	39
2.3.3.3.1. Método utilizado	39
2.3.3.3.2. Preparación del extracto metanólico del tomate de árbol	39
2.3.3.3.3. Determinación de la capacidad antioxidante de la muestra	39-41
2.3.3.4. ACEPTACION Y ANALISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA	41
2.3.3.4.1. Aceptabilidad del producto	41
2.3.3.4.2. Análisis sensorial	42

## **CAPITULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	43
3.1.1. Rendimiento de la fruta	43
3.1.2. Formulación del producto	43
3.2. BALANCES	44
3.2.1. Balance de materia	44
3.2.1.1. Datos obtenidos en el proceso de elaboración	45
3.2.1.2. Balance de materia general	45
3.2.1.3. Balance de materia por operación	46
3.3. ANÁLISIS FISICO QUÍMICO	47
3.3.1. Evaluación del Ph	47
3.3.2. Evaluación de los grados Brix	48
3.3.3. Evaluación de la acidez	49
3.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	51
3.5. CUANTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	52
3.5.1. Resultados de la calibración del espectrofotómetro	52
3.5.2. Resultados del ensayo metanol (blanco)	53
3.5.3. Cálculos de los antioxidantes del extracto del tomate de árbol	54-59
3.5.4. Cálculo de la eficiencia antioxidante a 30 seg	59
3.6. ANÁLISIS DE LA ACEPTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PRODUCTO	60
3.6.1. Aceptabilidad del producto	61
3.6.2. Evaluación sensorial	62-65
3.7 ANÁLISIS FINANCIERO	66-71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74-76

## INDÍCE DE TABLAS

<b>Tabla.1.</b> Producción anual del tomate de árbol del Ecuador en toneladas métricas	8
<b>Tabla.2.</b> Composición nutricional del tomate de árbol en 100g de pulpa	10
<b>Tabla.3.</b> Ficha nutricional de la Stevia	14
<b>Tabla.4.</b> Derivados de la Stevia	14
<b>Tabla.5.</b> Formulación para la bebida de bajos °Brix	30
<b>Tabla.6.</b> Rendimiento de la fruta	43
<b>Tabla.7.</b> Formulación de la bebida en base al 20% y 30% en pulpa	44
<b>Tabla.8.</b> Formulación de la bebida en base al 35% en pulpa	44
<b>Tabla.9.</b> Pesos durante el proceso de producción	45
<b>Tabla.10.</b> Lectura de Ph de diferentes muestras	47
<b>Tabla.11.</b> Lectura de °Brix de diferentes muestras	48
<b>Tabla.12.</b> Datos de acidez expresado en porcentajes de ácido cítrico	49
<b>Tabla.13.</b> Determinación de gérmenes aeróbicos, coliformes totales, mohos y levaduras	51
<b>Tabla.14.</b> Datos de concentración y absorbancia de la calibración del equipo	52
<b>Tabla.15.</b> Datos obtenidos del gráfico de calibración del espectrofotómetro	53
<b>Tabla.16.</b> Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia	54
<b>Tabla.17.</b> Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia	55
<b>Tabla.18.</b> Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia	56
<b>Tabla.19.</b> Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia	57
<b>Tabla.20.</b> Valores porcentajes de inhibición a diferentes concentraciones	58
<b>Tabla.21.</b> Datos de concentración y absorbancia del extracto de tomate de árbol	59
<b>Tabla.22.</b> Información recopilada de la encuesta realizada	61
<b>Tabla.23.</b> Datos de análisis sensorial de color	62

<b>Tabla.24.</b> Datos de análisis sensorial de sabor	63
<b>Tabla.25.</b> Datos de análisis sensorial de acidez	64
<b>Tabla.26.</b> Materiales directo del proceso de producción	66
<b>Tabla.27.</b> Mano de obra directa de producción	67
<b>Tabla.28.</b> Mano de obra indirecta	67
<b>Tabla.29.</b> Materiales indirectos de producción	67
<b>Tabla.30.</b> Depreciacion	68
<b>Tabla.31.</b> Equipos que intervienen en el proceso de producción	68
<b>Tabla.32.</b> Maquinarias y Equipos	69
<b>Tabla.33.</b> Suministros	69
<b>Tabla.34.</b> Reparaciones y mantenimiento	69
<b>Tabla.35.</b> Seguros	70
<b>Tabla.36.</b> Imprevisto de la carga fabril	70
<b>Tabla.37.</b> Costo de producción	71

## INDÍCE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Variedades de tomate de árbol	5
<b>Figura 2.</b> Plantaciones de Stevia en el Ecuador	13
<b>Figura 3.</b> Cosecha	13
<b>Figura 4.</b> Estructura química del radical estable DPPH	17
<b>Figura 5.</b> Recepción de la materia prima	22
<b>Figura 6.</b> Selección de los tomates de árbol	23
<b>Figura 7.</b> Desinección del área de trabajo	23
<b>Figura 8.</b> Pesaje de la materia prima	24
<b>Figura 9.</b> Lavado por inmersión	25
<b>Figura 10.</b> Lavado por aspersion	25
<b>Figura 11.</b> Cortado del pedúnculo	26
<b>Figura 12.</b> Cortado del pedúnculo	26
<b>Figura 13.</b> Escaldado	27
<b>Figura 14.</b> Enfriamiento a 30°C	27
<b>Figura 15.</b> Pelado de tomate de árbol	28
<b>Figura 16.</b> Separación de la pulpa y semilla	28
<b>Figura 17.</b> Pulpa del fruto	29
<b>Figura 18.</b> Pesaje de la pulpa	29
<b>Figura 19.</b> Pesaje de los residuos	30
<b>Figura 20.</b> Mezclado de los componentes	31
<b>Figura 21.</b> Pasteurización de la mezcla	31
<b>Figura 22.</b> Agua para esterilización de los envases	32
<b>Figura 23.</b> Esterilización de frascos y tapas	32
<b>Figura 24.</b> Envasado del producto	33
<b>Figura 25.</b> Envasado del lote del producto	33
<b>Figura 26.</b> Eliminación de aire del producto	34
<b>Figura 27.</b> Esterilización del producto	35
<b>Figura 28.</b> Enriamiento del producto	35
<b>Figura 29.</b> Almacenado del lote de 25 muestra	36

## INDÍCE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Gráfico promedio de lecturas de Ph	47
<b>Gráfico 2.</b> °Brix vs muestras	48
<b>Gráfico 3.</b> Porcentaje de acidez vs. Muestras	49
<b>Gráfico 4.</b> Calibración del espectrofotómetro	52
<b>Gráfico 5.</b> Gráfico dado del ensayo con metanol	53
<b>Gráfico 6.</b> Curva de A vs. Tiempo	55
<b>Gráfico 7.</b> Curva de A vs. Tiempo	56
<b>Gráfico 8.</b> Curva de A vs. Tiempo	57
<b>Gráfico 9.</b> Curva de A vs. Tiempo	58
<b>Gráfico 10.</b> Concentración extracto vs. % inhibición	59
<b>Gráfico 11.</b> Concentración vs. Absorbancia	60
<b>Gráfico 12.</b> Información recopilada de la encuesta realizada expresada en porcentaje	61
<b>Gráfico 13.</b> Análisis sensorial de color	63
<b>Gráfico 14.</b> Análisis sensorial de sabor	64
<b>Gráfico 15.</b> Análisis sensorial de acidez	65

## INDÍCE DE ANEXOS

<b>ANEXO a.</b> Nomenclatura	76-79
<b>ANEXO b.</b> Diagrama de flujo del proceso productivo según la norma ASME	80
<b>ANEXO c.</b> Línea del proceso de producción de la bebida	81
<b>ANEXO d.</b> Encuesta de la evaluación del grado de satisfacción de los alimentos	82
<b>ANEXO e.</b> Análisis Físico Químico realizado al producto	83-84
<b>ANEXO f.</b> Análisis microbiológico del producto	85
<b>ANEXO g.</b> Preparación del baño fúngico e imágenes del procedimiento de preparación del extracto metanolico	86
<b>ANEXO h.</b> Ensayos del extracto metanolico en el espectrofotómetro	87

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador se ha desarrollado la explotación de frutales andinos, de ellos sobresale el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

En los últimos 15 años el cultivo de esta especie ha crecido. El libre comercio en el Pacto Andino y en general a nivel mundial, así como la expectativa en mercados de Europa han abierto algunas perspectivas de crecimiento, desarrollo y exportación de frutos andinos, principalmente de tomate de árbol, mismo que por su alta rentabilidad, en pequeñas áreas ha dado oportunidad de sustento a muchas familias ecuatorianas.

Por otro lado hay que entender que desde el punto de vista competitivo la explotación racional del tomate de árbol es posible debido a las condiciones que tiene el país, donde las zonas productoras tienen las condiciones agroclimáticas ideales para el desarrollo del cultivo al tratarse de que es uno de los países del posible origen del tomate de árbol. No obstante lo anterior la especie tiene muchos problemas relacionados con el manejo, ataque de enfermedades, plagas, inadecuada nutrición e insuficiente manejo pos cosecha.

Para el desarrollo de la investigación de este tema de tesis, se enfatiza en el procesamiento del tomate de árbol para la obtención de una bebida alimentaria de bajos °Brix utilizando como endulzante Stevia, consiguiendo darle un valor agregado, ya que esta fruta según estudios realizados presenta elevados porcentajes de antioxidante lo que lo hace beneficiario para el consumidor, y de esta manera dar nuevas alternativas en el mercado de bebidas bajas en calorías.

Además se da conocer nuevos productos innovadores para el mercado nacional a partir de la investigación y desarrollo de este tema de tesis, presentando la información teórica y práctica en la obtención del producto procesado.

## **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

En el mercado se comercializa muchas bebidas que a pesar de que se autodenominan light siguen teniendo importantes dosis de azúcar en su formulación, que incluso tiene la misma cantidad de calorías que los comunes. Esto está representando un riesgo en la alimentación, ya que los consumidores beben mucho más puesto que creen que las bebidas "light" son inofensivas para el organismo, por ello no se le debe culpar al consumidor. Por lo que es importante que las personas afectadas presten especial atención al etiquetado, descartando todas aquellas bebidas que contengan trazas de azúcar.

De ahí la necesidad de la obtención e innovación de una bebida de bajos grados Brix, y que no lleve azúcar en su composición, la cual va ser reemplazada por un endulzante natural que no contiene calorías, además que contribuya con un alto valor nutricional para una dieta balanceada bajas en calorías.

## **Diagnóstico del problema**

Obtener una bebida de bajos grados Brix (°Brix) utilizando como endulzante la Stevia (endulzante de origen natural que no contiene calorías), a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), debido a que el peligro de consumir bebidas "light" es incluso superior al de ingerir las versiones clásicas del producto.

## **OBJETIVOS A ALCANZAR:**

### **Objeto de estudio**

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*)

### **Objetivo general:**

Procesar el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), para obtener una bebida alimentaria de bajos °Brix.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar la disponibilidad de tomates de árbol en el Ecuador.
- Ofrecer una alternativa de endulzante natural (STEVIA) al mercado nacional para la elaboración de bebidas procesadas
- Obtener una bebida alimentaria de bajos grados Brix (°Brix) a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).
- Seleccionar las operaciones indicadas para la realización del proyecto.
- Evaluar la factibilidad del proceso.
- Evaluar los resultados físicos químicos y microbiológicos.
- Determinar y valorar de la capacidad antioxidante empleando el método de DPPH.
- Evaluar los resultados obtenidos.
- Evaluación sensorial.

### **OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

Obtener una bebida alimentaria de bajos grados Brix, a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) utilizando como edulcorante la STEVIA (endulzante natural) que no contiene calorías, y que presente cantidades considerables de antioxidante, para que de esta manera constituya como aporte nutricional en la dieta diaria de las personas.

### **HIPÓTESIS**

Esta investigación se basa en que a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) se va producir una bebida alimentaria de bajos °Brix, que sea fuente de nutrimentos que garantice al consumidor inocuidad, calidad y sabor, además que sea una alternativa viable para introducir al mercado nacional un producto libre de azúcar y funcional, que dejara el campo abierto con el presente estudio para la obtención de bebidas bajas en calorías.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. TOMATE DE ÁRBOL**

##### **1.1.1. Introducción.**

Es una planta arbustiva de tallos semileñosos, de forma erecta y se ramifica a una altura que varía entre 1.5 m y 2m con la copa alcanza 3 m de altura. El tomate de árbol es propio de clima medio a frío, crece bien entre los 1600 y 2600 metros sobre el nivel de mar, con temperaturas promedio entre los 16 y 22°C y alta nubosidad o ambiente sombreado. Puede resistir temperaturas de 0°C sin sufrir daños graves, siempre que sea por corto tiempo. (GRACIA, Hugo).

##### **1.1.2. Origen, taxonomía e importancia del cultivo.**

El género *Cyphomandra*, al cual pertenece el tomate de árbol, abarca entre 25 y 50 especies originarias de América tropical, en latitudes que van desde los 20°N hasta los 30°S, encontrándose dispersas en América del Sur (García et al, 2002 citado por León et al, 2004).

Hasta hace pocos años, muchos autores mantenían que el tomate de árbol era nativo de la región andina, principalmente de la vertiente oriental del Ecuador y Perú, sin embargo de acuerdo a evidencias moleculares, estudios morfológicos y datos de campo, el tomate de árbol está relacionado con un complejo de materiales silvestres bolivianos por lo que se cree que la variedades cultivadas se originaron en esa región (Bohs y Nelson, 1999 citado por León et al, 2004).

El tomate de árbol es un cultivar autóctono ecuatoriano, puesto que existen variedades propias, seleccionadas y domesticadas por los pobladores aborígenes, colonos y agricultores, a partir de las especies silvestres que aun se conservan entre la vegetación montañosa subtropical y de altura (Albornoz, 1992).

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), posee la siguiente estructura taxonómica (Feican et al, 1999, citado por León et al, 2004).

<b>REINO:</b>	Plantae (vegetal)
<b>DIVISION:</b>	Magnoliphyta (Angiosperma)
<b>CLASE:</b>	Magnoliopsida (Dicotiledoneas)
<b>ORDEN:</b>	Solanales
<b>FAMILIA:</b>	Solanaceae
<b>GENERO:</b>	Cyphomandra
<b>ESPECIE:</b>	Cyphomandra Betacea

Se le conoce popularmente con el nombre de tomate de árbol aunque recibe otros nombres comunes tales como: “tomate cimarrón, tomate extranjero, granadilla y contra gallinazo” en Centroamérica; “berenjena y tomate de palo” en México; “tomate de monte, tomate silvestre, pepino de monte, gallinazo panga y tamarillo” en Colombia y Perú; “chilto, sima, tomate de lima” en Bolivia; “tomate chimango, tomateiro de serra” en Brasil; y en Nueva Zelanda país donde ha sido introducido alrededor del año 1970, se la designo como “Tamarillo”.

El cultivo del tomate de árbol es antiguo en el Ecuador principalmente en zonas como Patate y Baños, a pesar de que se cultivan en toda la serranía ecuatoriana. Desde hace 15 años atrás se ha incrementado la demanda interna, extendiéndose comercialmente a otras zonas de producción principalmente en los valles interandinos temperados, en donde se cultivan alrededor de 5000 has, con rendimientos que oscilan entre 60-80 ton/ha/año. La variedad más difundida es la tradicional anaranjada, habiéndose introducido últimamente el tomate “mora”, de color morado y de pulpa mas rojiza, pero de palatabilidad inferior.

**Figura 1:** Variedades de tomate de árbol



**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

Este cultivo es altamente productivo, ya que ha dado sustento y desarrollo económico a agricultores, que en pequeñas extensiones de terreno (0.5-1 ha) ha logrado incrementar sus ingresos y mejorar sus condiciones de vida.

El tomate de árbol tiene excelentes cualidades nutritivas y medicinales que han sido poco difundidas. Es considerado dentro de la medicina natural como una de las frutas que fortalecen el cerebro, y contribuye a curar migrañas y cefaleas severas.

### **1.1.3. Descripción botánica y fenológica.**

#### **TALLO:**

El tallo inicialmente es suculento para luego tornarse leñoso a medida que se desarrolla y ramifica (tres ramas principales), lo que ocurre cuando alcanza una altura entre 1 y 2 metros dependiendo del genotipo de la planta, el clima y fertilidad del suelo, sin embargo esta forma de desarrollo puede variar con podas de formación ( Sánchez et al, 1996).

#### **HOJA:**

La hoja es de inserción alterna y caducifolia, tiene cierto aroma a almizcle y forma más o menos acorazonada, en la base, y ovalada con punta en el ápice. Su rango de tamaño está entre 10 a 30 cm de largo, y de 4 a 12 cm de ancho. Son de color verde oscuro o brillante, la nervadura central y laterales son prominentes (Feican et al, 1999).

#### **FLORES:**

Son fragantes y están distribuidas en pequeños racimos auxiliares o en cimas escorpioides. Tienen color blanco o rosado con cinco pétalos largos unidos por la base. El cáliz se forma de una base semejante a una campana de cinco dientes agudos. Son por lo regular autógamas, es decir de auto polinización, existiendo también la posibilidad de polinización cruzada por factores como el viento y la presencia de insectos. Las flores no polinizadas tienden a caer prematuramente.

#### **FRUTO:**

Son largos y colgantes nacen solos o en racimos en número de tres a 12 frutos. El rango de tamaño oscila entre 5 a 10 cm de largo y de 3.8 a 5 cm de ancho. Tienen forma elipsoidal u ovoide masa o menos alargada. El color de la pulpa o carne del fruto varia en un rango que va desde anaranjada claro a oscuro, tiene contextura firme, succulenta y muy agradable al paladar, se presenta rodeando las dos bandas de semillas insertas longitudinalmente.

La cascara o piel del fruto es dura y desagradable al gusto, de colores anaranjado y morado. (Sánchez et al, 1996).

#### SEMILLAS:

Las semillas de naturaleza comestible son delgadas, casi planas y circulares, más largas y duras que las del tomate de riñón y se encuentran rodeadas de la pulpa. (Feican et al, 1999).

#### DESCRIPCIÓN FENOLOGICA.

No se encuentran reportadas investigaciones que permitan conocer las fases de crecimientos de esta planta, por esta razón se dispone de descripciones fenológicas muy ambiguas y son el resultado de observaciones de campo e información proporcionada por campesinos. (Albornoz, 1992).

La propagación más frecuente es por la semilla, sin embargo también puede hacerse por esquejes. La planta tiene un tiempo de vida aproximado de tres a cuatro años y la floración inicia de ocho a diez meses después de la siembra. (Feican et al, 1999).

El periodo de la floración comienzan simultáneamente con la ramificación del tallo principal donde aparece la primera inflorescencias esta en relación directa con la ramificación de la planta. (Albornoz, 1992).

La planta es perennifolia y la emisión de hojas es continua, sin embargo estas caen sucesivamente quedando el tallo principal y la parte inferior de las ramas desprovistas de follaje. (Feican et al, 1999).

#### **1.1.4. Cosecha**

Según la variedad, el tomate de árbol se cosecha cuando esta amarillo con visos rojos y textura firme. La cosecha es manual y se debe dejar el péndulo inserto en el fruto para evitar excesiva deshidratación. Generalmente

dependiendo de la cantidad de frutos maduros y de la extensión a cosechar, se realizan cosechas cada 10 a 15 días.

#### **1.1.5. Zonas y producción del tomate de árbol.**

El cultivo comercial de esta especie se inicia en el país en 1970, desde ahí, ha demostrado un incremento tanto en su área cosechada, como en su producción, es así que la superficie cultivada para 1991 fue de 1 020 ha, mientras que para 1998 fue de 2 287 ha así también, la producción nacional en 1991 fue de 10 865 t en comparación con la producción nacional para el año de 1998, que fue de 21 163 t lo que significa que en el período desde 1991 a 1998, los datos de superficie cosechada y producción han duplicado sus valores.

Entre los 120 y 150 días del desarrollo del fruto, el color morado reemplaza al verde paulatinamente. En su interior la pulpa cambia a color naranja y el pedúnculo pierde flexibilidad. Los mayores cambios de acidez, astringencia y azúcares ocurren entre los 150 y 180 días. El fruto puede ser cosechado a los 120 días de desarrollo, sin embargo el grado óptimo de madurez lo alcanza a los 140 días.

**Tabla 1:** Producción anual de tomate de árbol del Ecuador en toneladas métricas.

<b>AÑOS</b>	<b>PRODUCCION TM.</b>
1995	18.354,00
1996	17.867,00
1997	24.654,00
1998	21.163,00
1999	19.183,00
2000	14.031,00
2001	18.135,00
2002	22.389,00
2003	22.389,00
2004	23.511,00
2005	27.323,00

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG.

**Elaborado por:** Débora H Vega Matías.

### **1.1.6. USOS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.**

Las características nutricionales y los usos que se dan al tomate de árbol se detallan a continuación.

#### **1.1.6.1. Usos.**

Se sirve fresco sin emplear la corteza, y se utiliza para la preparación de jaleas, jugos, helados, dulces, mermeladas y ensaladas. Industrialmente se han fabricado mermeladas, néctares, jugos turbios, y conservas con resultados muy satisfactorios. Se observa un rendimiento del 83 a 86% en pulpa en comparación a otras frutas como la tuna, el mango y el melón que ofrecen rendimientos de 45%, 64%, 59% respectivamente.

#### **1.1.6.2. Composición nutricional.**

El tomate de árbol tiene gran contenido de agua, siendo un fruto de moderado valor calórico a expensas de su aporte de hidratos de carbono. Destaca su contenido de provitamina A o beta caroteno.

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Contiene además vitamina C que interviene en la formación del colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece a la absorción del hierro en los alimentos y la resistencia de las infecciones ambas vitaminas (AyC), cumplen una función antioxidante. En menor proporción contiene otras vitaminas del grupo B, como la B6 o piridoxina, necesarias para el buen funcionamiento del sistema nervioso.

El tomate de árbol tiene buenas cualidades físicas, nutritivas y organolépticas, pese a sus características alimentarias sobresalientes no se da la importancia que merece dentro de la alimentación humana. (Feican, 1999).

**Tabla 2:** Composición nutricional del tomate de árbol en 100g de pulpa.

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>Acidez</b>	1.93-1.60
<b>Brix</b>	11.60-10.50
<b>Calorías</b>	30
<b>Ph</b>	3.17-3.80
<b>Humedad (%)</b>	86.03-87.07
<b>Carbohidratos (g)</b>	7
<b>Cenizas (g)</b>	0.6
<b>Fibra (g)</b>	1.1
<b>Proteína (g)</b>	2
<b>Caroteno (IU)</b>	1000
<b>Calcio (mg)</b>	9
<b>Fosforo (mg)</b>	41
<b>Hierro (mg)</b>	0.9
<b>Niacina (mg)</b>	1.07
<b>Riboflavina (mg)</b>	0.03
<b>Tiamina (mg)</b>	0.1
<b>Vitamina C (mg)</b>	25
<b>Vitamina E (mg)</b>	2010

Fuente: Caribbean Fruit. CORPEI

Elaborado por: Débora H. Vega Matías.

## **1.2. STEVIA**

### **1.2.1. Introducción.**

En la actualidad existe un sinnúmero de plantas que han sido estudiadas y utilizadas por sus grandes beneficios una de ellas es la llamada planta de STEVIA o la hierba dulce.

El nombre completo de la planta es Stevia Rebaudiana Bertoni, los nativos Guaraníes conocieron la planta mucho antes de que los europeos, y la empleaban para endulzar la yerba mate.

### **1.2.2. Descripción botánica.**

*Stevia rebaudiana* pertenece a la familia Asteraceae es una planta herbácea perenne, tallo erecto, subleñoso, pubescente; durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones, tornándose multicaule después del primer ciclo vegetativo, llegando a producir hasta 20 tallos en tres a cuatro años; puede alcanzar hasta 90 cm de altura en su hábitat natural y en los trópicos puede llegar a tener alturas superiores a 100 cm. La raíz es, pivotante, filiforme, y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie. La *S. rebaudiana* tiene hojas elípticas, ovales o lanceoladas, algo pubescentes; presentan disposición opuesta en sus estados juveniles, y alternas cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica, previa a la floración.

La flor es hermafrodita, pequeña y blanquecina; su corola es tubular, pentalobulada, en capítulos pequeños terminales o axilares, agrupados en panículas corimbosas (Shock, 1982).

La planta es auto incompatible (protandria), por lo que la polinización es entomófila; se dice que es de tipo esporofítico y clasificada como apomíctica obligatoria (Monteiro, 1982).

Existen otras especies como: *Stevia eupatoria*, *S. obata*, *S. plummerae*, *S. salicifolia*, *S. serrata*. En Ecuador se han determinado *S. anisostemma*, y *S. bertholdii* en Chimborazo Imbabura: *S. crenata*; en Loja *S. bertholdii*; en Pichincha, *S. anisostemma*, *S. crenata*, *S. dianthoidea*., en Tungurahua *S. tunguraguensis* (Valencia, et al.).

### **1.2.3. Origen.**

*Stevia rebaudiana* Bertoni es una planta originaria del Sudeste de Paraguay, de la parte selvática subtropical de Alto Paraná, fue usada ancestralmente por sus aborígenes, como edulcorante y medicina (Shock, 1982).

Sin embargo, el género *Stevia* consta de más de 240 especies de plantas nativas de Sudamérica, Centroamérica y México, con muchas especies encontradas en lugares tan lejanos como Arizona, Nuevo México y Texas.

El botánico suizo Moisés Santiago Bertoni fue el primero que la describió, en 1887, detallando su sabor dulce. En 1900 el químico paraguayo Ovidio Rebaudi, logró aislar dos principios activos: uno dulce y otro amargo. Posteriormente, estos compuestos fueron llamados esteviósido y rebaudiosido,

que son de 200 a 300 veces más dulces que la sucrosa, estables al calor y no fermentan.

Entre los principales productores de STEVIA a nivel mundial son: Japón, China, Corea, Taiwán, Tailandia, Indonesia, Laos, Malasia y Filipinas; todos estos países representan el 95% de la producción mundial. Cabe destacar que Japón es el país con mayor cantidad de fábricas procesadoras y extractoras de esteviósido.

#### **1.2.4. Distribución de Stevia en Ecuador.**

La Stevia es un cultivo introducido a nuestro país desde Colombia; se presume que las primeras plantas entraron por la frontera norte del Ecuador desde el Putumayo, hacia los sectores de Nueva Loja y Francisco de Orellana; sin embargo, el material vegetativo para las primeras plantaciones comerciales fue importado desde empresas colombianas dedicadas a la propagación y cultivo de ésta planta desde el valle de El Cauca, llegando a costar cada plántula entre 12 a 15 centavos de dólar americano. Los sembríos de Stevia rebaudiana en Ecuador se caracterizan por ser pequeños; van desde pocos metros cuadrados, cultivados por agricultores pertenecientes a asociaciones y asesorados por entidades gubernamentales u ONGs, cuyo producto final se lo comercializa como hoja seca, hasta 15 hectáreas como el existente en la península de Santa Elena.

La siembra de los diferentes lotes de plantación se ha dado por iniciativa de agricultores progresistas, que han demostrado un gran interés por este cultivo, debido a sus beneficios y sus bondades económicas, a pesar que no han recibido asistencia técnica de entidades oficiales de estado o las Universidades, a diferencia de lo que ocurre en Paraguay, Colombia y Perú, que han logrado organizar empresas que se dedican a la plantación, propagación, cultivo y procesamiento de la hoja en productos ya terminados.

#### **1.2.5. Cosecha.**

Se realiza cuando presente como máximo un 5% de botones florales, haciendo un corte entre los 6 y 8 cm del suelo para que permanezcan en la

planta de 2 a 3 pares de hojas. El mayor rendimiento del cultivo se presenta en los 3 primeros años y, si las condiciones ambientales y de mercado son favorables, se realiza hasta 4 cosechas al año; conforme pasa este tiempo conviene que sean 2.

**Figura 2:** Plantaciones de Stevia en el Ecuador.



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/www.baraderoteinforma.com.ar%2Ffla-stevia-el-dulce-cultivo>

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 3:** Cosecha



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/www.baraderoteinforma.com.ar%2Ffla-stevia-el-dulce-cultivo>.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 3:** Ficha nutricional de la Stevia

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CONCENTRACIÓN %</b>
Carbohidratos de fácil asimilación	Mas del 50%
Fibras, poli péptidos	Mas del 10%
Lípidos, potasio	Mas del 1%
Ca,Mg,P	Entre el 0.3 y el 1%
Cr,Co,Fe,Mn,Se,Si,Zn	Menos del 0.1%
Indicios de acido ascórbico, aluminio, beta caroteno C, estaño, vitamina B1	
Varios aceites esenciales	

**Fuente:** ROBINSON, II Seminario Brasileiro sobre la Stevia, Minas Gerais 2006.**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 4:** Derivados de la Stevia.

	<b>PRODUCTO</b>
HOJAS	Hojas secas Hojas molidas o en polvo
EXTRACTOS	Extracto claro Extracto oscuro
POLVOS	Polvos con 40%-50% de glucósidos Polvos con 85%-97% de glucósidos
COMBINACIONES	Tabletas

**Fuente:** MORALEJO GONZALEZ. Aproximación a la compresión de un endulzante natural.

### **1.3. BEBIDA DE BAJOS GRADOS BRUX.**

#### **1.3.1. Definición.**

Estas bebidas son aquellas que presentan pequeños porcentajes de sólidos solubles (°Brix), debido a que estas en su composición llevan un tipo de endulzante natural.

#### **1.3.2. Composición.**

##### **AGUA DE PROCESO:**

Es el agua que esta apta para el consumo humano, que es utilizada como materia prima para la elaboración de diversos productos. (Gutiérrez Sofía 2002).

##### **PULPA DE LA FRUTA:**

La pulpa del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) es la materia prima para la elaboración de la bebida de bajos grados Brix, es pastoso anaranjado de textura homogénea.

El tomate de árbol tiene buenas cualidades físicas, nutritivas y organolépticas, pese a sus características alimentarias sobresalientes no se da la importancia que merece dentro de la alimentación humana. (Feican, 1999).

##### **ENDULZANTE:**

Existen diferentes tipos de endulzante como lo es el azúcar, endulzantes naturales y artificiales, en la composición de la bebida procesada se incorpora un endulzante natural como lo es la STEVIA, que es 15 veces más dulce que el azúcar de mesa (sucrosa) y el extracto es de 100 a 300 veces más dulce que el azúcar. (Alimentación sana).

##### **SORBATO DE POTASIO:**

Es un polvo blanco, soluble en agua que no es toxico, es utilizado como conservante para envasados en la industria de alimentos.

## **1.4. ANTIOXIDANTES.**

### **1.4.1. Definición.**

Se denominan antioxidantes todos aquellos elementos que tiene como función eliminar de nuestro organismo los radicales libres.

Los radicales libres se producen como resultado de la oxidación celular. Un número limitado y controlado de estos elementos resulta beneficioso para el organismo, por su papel que desempeñan en el organismo dentro del sistema inmunológico, dado que son capaces de eliminar microorganismos patógenos. Cuando el número de radicales libres aumenta y se inestabiliza produce resultados negativos.

### **1.4.2. Alimentos portadores de vitaminas antioxidantes.**

Las frutas contienen diversos nutrientes alimenticios, los cuales actúan (Rupasinghe y Clegg, 2005), especialmente las frutas cítricas, la manzana, frambuesas, moras, tomate de árbol. Por esta razón es recomendable consumir diariamente varias porciones de estas, ya que algunas pueden llegar a contener varios cientos de antioxidantes diferentes, por ejemplo, las nueces se encuentran entre las frutas con mayor concentración de antioxidantes (Halvorsen et al, 2002).

Un antioxidante importante es la vitamina A, la cual se encuentra en alimentos de origen animal como productos lácteos, yema de huevo y aceite de pescado, también en vegetales de color amarillos a rojos o verdes oscuros como la zanahoria, calabaza, espinacas, lechuga, brócoli entre otros y en frutas como el durazno, melón, papaya y mango.

La vitamina C es otro antioxidante que se encuentra en la gran mayoría de las frutas y verduras, las que tienen mayor contenido son los cítricos, coles, coliflor, espinacas, papas, frutas como el plátano, mango, manzana, piña y melón. Los vegetales de hojas verdes, cereales y panes integrales son portadores de vitamina E, otro antioxidante importante en nuestra dieta (Monsen, 2000).

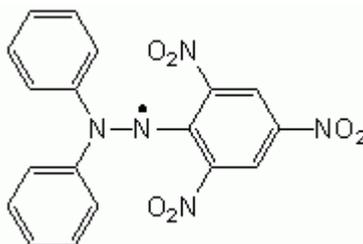
En un estudio se mostró que las frutas mediterráneas, como la manzana, cereza, limón, mandarina, melón, naranja, pera y frutas tropicales como el aguacate, plátano, lima, mango, papaya entre otras, tenían muy buena actividad captadora de los radicales OH (Murcia et al, 2002).

### 1.4.3. Método para determinar la cantidad de antioxidante.

#### 1.4.3.1. Método DPPH (difenil picril hidrazilo).

Este ensayo fue propuesto originalmente por (Brand–Williams). El DPPH (figura 8) es uno de los pocos radicales orgánicos estable, presenta una fuerte coloración violeta, es comercialmente disponible y no tiene que ser generado in situ como el ABTS•+. El ensayo se fundamenta en la medición de la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical DPPH, esta medición puede hacerse espectrofotométricamente siguiendo el decaimiento de la absorbancia a 517 nm y genera un producto incoloro cuando captura un antioxidante. De esta forma, se mide la disminución de la absorbancia de una disolución estable del radical DPPH en presencia de sustancias antioxidantes con grupos OH activos donadores de H capaces de capturar los radicales libres (Kaneda et al, 1995).

**Figura 4:** Estructura química del radical estable DPPH.



**Fuente:** [https://.merckmillipore.com%2Flife-science-research%2Fdpph-free-radical%2FEMD\\_BIO](https://.merckmillipore.com%2Flife-science-research%2Fdpph-free-radical%2FEMD_BIO).

**Elaborado por:** Débora H Vega Matías.

La reacción de estabilización se considera que transcurre principalmente mediante un mecanismo TE, con un aporte marginal de TAH. (HUANG, Op).

Los resultados se suelen expresar como EC50, es decir, la concentración de antioxidante necesaria para estabilizar un 50% del DPPH•. Sin embargo, han surgido otros parámetros como la eficiencia anti-radicalaria (EA) basada en la cinética de la reacción y que involucran, además de la concentración de antioxidante, el tiempo necesario para ejercer su efecto.

Entre las ventajas de este método están su simplicidad y el bajo requerimiento instrumental; sin embargo, entre las desventajas están la dificultad de interpretar los resultados cuando se tienen sustancias cuyo espectro de absorción se solapa con el del radical; adicionalmente el DPPH• es un radical estable, centrado en nitrógeno, que dista mucho de parecerse a las especies reactivas de importancia biológica; de hecho muchos antioxidantes que reaccionan rápidamente con radicales peroxilo no lo hacen así con DPPH•, debido al impedimento estérico que representa la estructura química que rodea al radical, lo cual hace que sustancias pequeñas generalmente muestren una mayor actividad.

#### **1.4.4. Otros métodos para determinar actividad antioxidante.**

##### **1.4.4.1. Voltametría cíclica.**

La Voltametría cíclica es un procedimiento reportado recientemente como una herramienta promisorio para evaluar actividad antioxidante.

Los estudios de Voltametría cíclica aplicados a mezclas complejas no permiten la determinación de antioxidantes individuales pero dan información valiosa acerca de la cantidad de grupos funcionales responsables de los picos en el voltamograma. (COSIO, María).

##### **1.4.4.2. Método de folin-ciocalteau**

La determinación del contenido total de compuestos fenólicos, utilizando el método originalmente propuesto por Folin en 1927 y modificado por Singleton y Rossi, no es considerada en sí misma una metodología para medir actividad

antioxidante, a pesar de que su principio se basa en la capacidad redox de los polifenoles.

Sin embargo, la alta correlación de los resultados con otros métodos como CARO y DPPH ha hecho que este método se popularice como una herramienta simple y rápida para predecir actividad antioxidante, principalmente en matrices complejas, donde la cantidad de compuestos fenólicos más que la composición específica de estas sustancias determinan la actividad antioxidante. (TAWAHA, Khaled).

El método se fundamenta en la oxidación de los compuestos fenólicos presentes en una muestra, por la acción del polianión molibdotungstosfosfórico para generar un producto coloreado con un máximo de absorción a 765 nm.

Sin embargo, múltiples trabajos han utilizado igual variedad de estándares, entre los que se cuentan: catequina, ácido tánico, ácido clorogénico, ácido protocatecúico y ácido ferúlico, lo cual imposibilita la comparación entre muestras, además de las variaciones que implica la no estandarización del método en cuanto a condiciones críticas como proporciones de reactivos, temperatura y tiempo de lectura. (PRIOR).

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS.**

#### **2.1. UBICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO.**

El presente estudio se realizó en el laboratorio de alimentos, Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la universidad de Guayaquil, ubicado en la Cda. Universitaria, Av. Kennedy y Francisco Boloña en Guayaquil, Ecuador.

#### **2.2. PROCESO**

##### **2.2.1. Equipos de producción.**

Se dispone de una adecuada infraestructura eléctrica y de agua potable así como de una buena instrumentación:

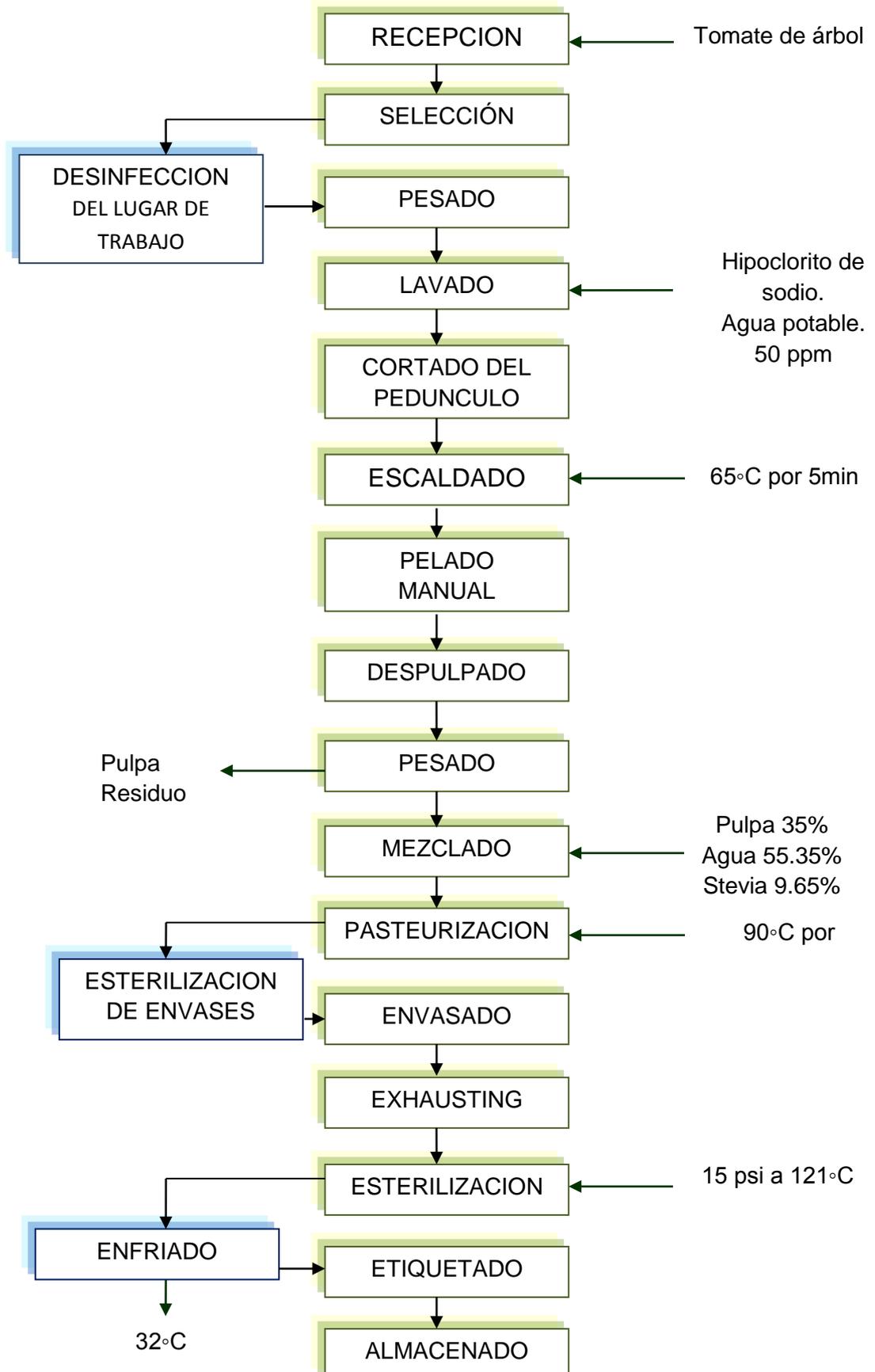
Balanzas	Mesa de trabajo
Tamiz	Cronometro
Marmitas	Refractómetro
Mezclador	Peachimetro
Pasteurizador	Termómetros
Exhauster	Vidriería
Autoclave	Recipientes de plásticos

##### **2.2.2. Componentes de producción.**

- Tomate de árbol
- Stevia
- Agua
- Sorbato de potasio
- Solución de hipoclorito de sodio ( para desinfección y lavado)

### 2.2.3. Diagrama de flujo del proceso de Elaboración.

**Gráfico:** Diagrama de flujo de la Elaboración de la bebida de bajos °Brix a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).



## **2.2.4. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN.**

Para la elaboración de la bebida alimentaria de bajos °Brix a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) se describe el siguiente procedimiento:

### **2.2.4.1. Recepción y selección de la materia prima**

#### **Recepción**

Existen variedades de tomates de árbol, para la elaboración de nuestra bebida vamos a utilizar el morado-rojo debido a su exquisito sabor y a su alto a valor nutricional.

**Figura 5:** Recepción de materia prima



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **Selección:**

En esta operación se retira aquellos frutos que estén en mal estado, cortes picaduras defectos en forma y color, con ataque de plagas y / o enfermedades, o con daños fisiológicos que afecten en el proceso de producción.

**Figura 6:** Selección de tomates de árbol



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.2. Desinfección del lugar de trabajo.**

Este procedimiento es de gran importancia, ya que de esta manera controlamos la presencia de microorganismo en la superficie de trabajo, así como se remueve residuos, impurezas y demás suciedad visible, esta desinfección la realizamos al inicio y el termino de la sesión de trabajo.

**Figura 7:** Desinfección del área de trabajo



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.3. Pesado.**

Pesamos la materia prima tomates de árbol (*Cyphomandra betacea*) en la balanza mecánica industrial, el peso varía de acuerdo a la cantidad que se va producir, para la elaboración de un lote de 25 envases pesamos 3 kilos de la materia prima.

**Figura 8:** Pesaje de la materia prima



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.4. Lavado.**

Esta operación se la realiza de la siguiente manera:

- Se realiza una limpieza del fruto para retirar impurezas, mugre y materiales extraños, esto se hace por el método de inmersión, como desinfectante se utiliza cloro disuelto en agua a una proporción de 50 ppm (hipoclorito de sodio) esta limpieza debe ser rápida y cuidadosa para evitar daños. (Suarez M., 2007).

**Figura 9:** Lavado por inmersión



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Lugo realizamos un lavado por aspersión ya que de esta manera se elimina los restos de hipoclorito de sodio.
- Por último se realizó un lavado con sorbato de potasio al 0.01 % para de esta manera evitar el crecimiento fúngico en el fruto.

**Figura 10:** Lavado por aspersión.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### 2.2.4.5 Cortado del pedúnculo.

Se quita el pedúnculo realizando un cortado donde se extrae la parte blanca de la fruta, de esta manera se evita el sabor amargo de la pulpa.

**Figura 11:** Cortado del pedúnculo.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 12:** Cortado del pedúnculo.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.6. Escaldado.**

Esta operación se la realiza en una marmita, es un tratamiento térmico de la fruta con agua a 65°C, durante 5 minutos, para reducir la acción de las enzimas y la carga microbiana, facilita el pelado. Posteriormente se deja enfriar hasta una temperatura de 30°C.

**Figura 13: Escaldado**



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 14: Enfriamiento a 30 °C.**



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.7. Pelado.**

Esta operación consiste en la separación de la pulpa con la cascara del fruto y se lo realiza manualmente.

**Figura 15:** Pelado de tomates de árbol



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.8. Despulpado.**

Esta separación se la realiza manualmente, para obtener la pulpa del fruto libre de semilla.

**Figura 16:** Separación de la pulpa y semilla.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 17:** Pulpa del fruto



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### **Tamizado de la pulpa.**

Complementa la operación de despulpado para retirar completamente la semilla.

### **2.2.4.9. Pesaje de la pulpa y los residuos.**

Esta operación del pesado de la pulpa y los residuos se la realiza con la finalidad de conocer el rendimiento de la fruta y a partir de esto calcular la formulación de la bebida.

**Figura 18:** Pesaje de la pulpa.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 19:** Pesaje de los residuos



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.10. Formulación de los componentes.**

De acuerdo con las características definidas para la bebida a elaborar, y las características de la pulpa del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), se determinan las cantidades de cada componente a utilizar pulpa, Stevia, agua.

**Tabla 5:** Formulación para la bebida de bajos °Brix.

<b>Componente</b>	<b>100%</b>
Pulpa	35%
Stevia	9.65%
Agua	55.35%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Campos A., 2006

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

Cabe destacar que la utilización de la pulpa de la frutas para la elaboración de las bebidas, néctares es del 10% a 40% según la Norma Técnica Colombiana (NTC 1001).

De acuerdo con la siguiente formulación, para obtener un lote de 25 frascos de la bebida se requieren de 2.5 kilos de pulpa de tomate de árbol, 0.2 kilos de Stevia endulzante natural y 4 litros de agua (NTC 1001).

#### **2.2.4.11. Mezclado de los componentes.**

Se mezcla la pulpa del tomate de árbol, Stevia, agua en las cantidades establecidas en la formulación.

**Figura 20:** Mezclado de los componentes.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.12. Pasteurización de la mezcla.**

Es un tratamiento térmico aplicado a la mezcla durante 15 minutos manteniendo una temperatura de 90°C, además contribuye a la conservación de la bebida ya que es un medio físico de conservación.

**Figura 21:** Pasteurización de la mezcla



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

Luego procedemos a realizar un enfriamiento rápido de modo que se afiance el sabor del producto.

### 2.2.4.13. Esterilización de los envases.

Esta operación consiste:

- Desinfección de los frascos de vidrios y de las tapas con hipoclorito de sodio.
- Procedemos a colocar agua en la marmita hasta que llegue a ebullición la misma que trabaja a 20 psi.

**Figura 22:** Agua para esterilización de los envases.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- La esterilización de los envases se la realiza a medida que se va envasando.

**Figura 23:** Esterilización de frascos y tapas.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.14. ENVASADO.**

Esta operación se la realiza manualmente en frascos de vidrios respetando un espacio de cabeza llamado también espacio libre para que el producto pueda desarrollar vacío, que favorece a la vida útil y estabilidad del producto.

**Figura 24:** Envasado del producto.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Figura 25:** Envasado del lote del producto.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.15. Exhausting.**

Es una pre esterilización o precalentamiento que se aplica para evitar que surjan defectos en el producto final, básicamente consiste en la eliminación de oxígeno, ya que este es el causante de una serie de reacciones de deterioro. Se la realiza con el envase semi abierto.

**Figura 26:** Eliminación de aire del producto.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.2.16. Esterilización.**

Con esta operación se consigue eliminar toda forma microbiana del producto, además la estabilidad del mismo. Esto se lleva a cabo en el autoclave que trabaja a una presión de 20 psi y una temperatura de 121°C durante 15 minutos.

**Figura 27:** Esterilización del producto.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

#### **2.2.4.17. Enfriamiento.**

La bebida una vez que sale de la esterilización debe enfriarse hasta una temperatura aproximadamente de 32°C.

**Figura 28:** Enfriamiento del producto.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### **2.2.2.18. Etiquetado.**

Esta operación se la realiza manualmente, realizándola con total cuidado para evitar daños a la etiqueta o al envase, para una presentación óptima del producto y capte la atención del consumidor..

### **2.2.2.19. Almacenado del producto.**

El almacenado de la bebida de tomate de árbol debe realizarse en un ambiente limpio, seco, fresco y protegido de la luz solar.

**Figura 30:** Almacenado del lote de 25 muestras.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### 2.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Se utilizaron los siguientes parámetros para de esta manera evaluar las características de la bebida de bajos grados Brix de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*):

- Análisis físico-químico: pH, Acidez, Grados Brix
- Análisis microbiológico: Gérmenes aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras
- Análisis de antioxidantes
- Análisis sensorial: Sabor, Color, Acidez, Aceptabilidad

#### 2.3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente estudio se realizó en el laboratorio de microbiología de la facultad de ingeniería química de la universidad de Guayaquil, ubicado en la Av. Kennedy y Av. Delta (Campus principal) en Guayaquil, Ecuador.

#### 2.3.2. MATERIALES.

##### **Equipo de logística:**

Equipos de muestreo, balanza analítica, estufa eléctrica, espectrofotómetro, balanza digital, molino, pipetas automáticas, potenciómetro, refractómetro, pissetas, vidriería, cubetas, agujas desechables, equipos de cómputo, internet.

##### **Reactivos:**

Metanol grado reactivo 99.98% (CH<sub>3</sub>-OH), Dpph en polvo C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>, agua destilada, sorbato de potasio, fenolftaleína.

##### **Otros:**

Papel de aluminio, papel filtro, tabla de picar, cuchillos, recipientes y tomate de árbol.

### **2.3.3. PROCEDIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS ALMACENADAS.**

#### **2.3.3.1. Análisis físico-químico.**

Se procedió a realizar el análisis de las bebidas evaluando los siguientes parámetros:

**pH:** Se determinó con el método potenciómetro, en la cual se debe calibrar el potenciómetro con soluciones de buffer, una vez calibrado se coge una pequeña muestra de la bebida en un vaso de precipitación, se introduce en la muestra el electrodo del potenciómetro y procedemos a la lectura del pH (anexo e). Instituto tecnológico Ecuatoriano de Productividad.

**Acidez:** Se utilizara el método de acidez total en la cual la alícuota de 25 ml de muestra con gotas de fenolftaleína, se titula con hidróxido de sodio NaOH 0.1N hasta coloración ligeramente rosada (anexo e). Instituto tecnológico Ecuatoriano de Productividad.

**Grados Brix °Bx:** se utiliza el refractómetro, el mismo que previamente se calibra con agua desionizada, luego procedemos a colocar una gota de la bebida y realizamos la lectura dada por dicho instrumento y esto se realiza a cada una de las muestras (anexo e). Instituto tecnológico Ecuatoriano de Productividad.

#### **2.3.3.2. Análisis microbiológico.**

Se procedió a realizar un análisis de coliformes totales, de gérmenes aeróbicos mesofilos, ya que estos microorganismos son indicadores de la calidad higiénica sanitaria de los alimentos.

También realizamos una determinación de mohos y levaduras para dichas bebidas, esto se lo realizo en el instituto de investigaciones de la universidad de Guayaquil. (Anexo e).

### **2.3.3.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES.**

#### **2.3.3.3.1. Método utilizado.**

El método a seguir en la siguiente investigación es el del radical DPPH 2,2-DIFENIL –1-PICRYLHYDRAZYL, desarrollado por Brand-William y col. (1995).

#### **2.3.3.3.2. Preparación del extracto metanolico del tomate de árbol.**

Se utilizaron 700 g de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), realizamos un escaldado de la fruta, luego pelamos y retiramos todas las semillas con la finalidad de solo tener la pulpa del fruto, procedemos a cortar en rebanadas pequeñas, luego pesamos y la sometemos a un baño fúngico al 0.1%.

Luego en un pedazo de papel de aluminio ponemos las pequeñas rebanadas de tomate de árbol y lo colocamos en la estufa que trabaja a una temperatura de 52°C se lo deja secando durante 5 a 6 días aproximadamente debido a que la fruta presenta una humedad de 87%.

Procedemos a moler la pulpa seca y pesamos 5g en la balanza analítica y lo depositamos en un frasco de vidrio, para macerarlo en metanol al 99.98%, se dejara en reposo entre 24 a 48 horas protegido de la luz solar y a una temperatura de 18°C.

Posteriormente se separó el extracto metanolico de la pulpa seca por filtración, de la cual se van a tomar alícuotas para ser analizadas en el espectrofotómetro. (Anexo g)

#### **2.3.3.3.3. Determinación de la capacidad antioxidante de la muestra.**

#### **2.3.3.3.4. Preparación de la solución de DPPH C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>.**

Para preparar una solución de DPPH 0.1 mili molar, primero pesamos en la balanza analítica 0.19716g de DPPH en polvo, luego lo trasvasamos a un matraz aforado de 500ml y enrasamos con metanol (CH<sub>3</sub>-OH), agitando fuertemente para que quede bien diluido. (Anexo g)

#### **2.3.3.3.5. Ensayo preliminar.**

Pipeteamos 2ml de la solución de DPPH para cada cubeta, luego procedemos a pipetear 50, 100, 200 y 250  $\mu$ l y le agregamos respectivamente a cada cubeta que contiene la solución de DPPH, luego se espera 1 minuto como tiempo de reacción y observamos la coloración.

#### **2.3.3.3.6. Calibración del espectrofotómetro.**

Colocamos en la mesa de trabajo cuatro matraces aforados de 10 ml donde agregamos 1, 2, 4,5 ml de solución de DPPH respectivamente, luego enrasamos con metanol.

Contamos con 6 cubetas de las cuales a la primera le agregamos 2ml de metanol (blanco) y la colocamos en la celda B del espectrofotómetro, a la segunda, tercera, cuarta, quinta cubeta le agregamos dos ml de las disolución de DPPH que realizamos y la colocamos en la celda 1, 2, 3, 4 respectivamente, y por último en la quinta cubeta agregamos 2ml de DPPH y lo colocamos en la celda 5. (Anexo h).

Procedemos a la calibración del equipo en donde como resultado debe darnos una recta con pendiente positiva.

#### **2.3.3.3.7. Ensayo con la muestra de metanol.**

Para el ensayo con metanol (blanco) se trabaja en las siguientes condiciones:

- Con una longitud de onda  $\lambda$  de 517 nm.
- 10 mediciones.
- 1 segundos.

En una cubeta agregamos 2ml de metanol y lo colocamos en la celda B y procedemos a presionar START, lo que nos arroja una recta como resultado.

#### **2.3.3.3.8. Ensayos con el extracto metanólico de *Cyphomandra betacea*.**

Una vez que realizamos el ensayo con el blanco, procedemos a colocar una cubeta con 2ml de solución de DPPH en la celda 1, preparamos el equipo, y con mucho cuidado empezamos agregar el extracto metanólico a evaluar.

Se trabaja en las siguientes condiciones:

- Con una longitud de onda  $\lambda$  de 517 nm.
- 30 mediciones (esta la podemos ajustar de acuerdo a nuestra necesidad).
- 30 segundos.

Cabe recalcar que la variante en todo este proceso para la estabilidad de la curva es la concentración del extracto metanolico del tomate de árbol, que es la encargada de saturar los radicales libres de la solución de DPPH.

Trabajamos con las siguientes concentraciones: 500, 250, 200, 100, 50  $\mu$ l, en nuestro caso no hubo la necesidad de realizar diluciones.

#### **2.3.3.4. ACEPTACION Y ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA.**

##### **2.3.3.4.1. Aceptabilidad del producto.**

Esta investigación está orientada a una población de 2350.915 habitantes que actualmente tiene la ciudad de Guayaquil con una tasa anual media de crecimiento de 2.50%, para la cual extraeremos una muestra del sector Florida Norte para aplicar las encuestas.

La muestra es un porcentaje de la población y se obtiene de la siguiente de la formula.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{E^2 \cdot N - 1 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

$$n=40$$

El nivel de confianza utilizado fue del 95% con un porcentaje de error del 5%, se empleo un nivel de probabilidad de aceptación del producto de 50% al igual que un 50% de probabilidad de no aceptación.

Los resultados obtenidos los reflejamos en una encuesta (anexo d), para la evaluación del grado de satisfacción.

#### **2.3.3.4.2. Análisis sensorial.**

Para el análisis de los atributos sensoriales sabor, color y acidez de la bebida para diabéticos, realizadas en dos sesiones, se contó con un panel de 10 catadores, se presentó una muestra a cada catador y se le hizo la entrega de un formato para su evaluación, recolectando información para el análisis.

Los resultados obtenidos los reflejamos en una encuesta (anexo d), para la evaluación del grado de satisfacción.

## CAPITULO III

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

##### 3.1.1. Rendimiento de la fruta.

Para determinar el rendimiento de la fruta tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), aplicamos la siguiente fórmula:

$$\%rendimiento = \frac{p.Pulpa - p.residuos}{p.Pulpa}$$

**Tabla 6:** Rendimiento de la fruta.

	Peso ( g )	Rendimiento de la fruta (%)
<b>Pulpa</b>	2613	85.46
<b>Residuos</b>	380	

**Fuente:** Débora H. Vega Matías

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

Observando la tabla podemos decir que el rendimiento de la fruta con que se está trabajando es del 85.46%.

##### 3.1.2. Formulación del producto.

Según la Norma Técnica Colombiana (NTC 1001) para néctares o bebidas se puede utilizar de un 10 a 40% de pulpa, el mínimo de contenido de sólidos solubles de 10°Bx, pH mínimo de 2.5 y acidez titulable de 0.2% expresada como ácido cítrico.

Se realizó formulaciones con los porcentajes de 20%, 30% y 35% de pulpa de tomate de árbol.

Primera y segunda formulación:

**Tabla 7:** Formulación de la bebida en base al 20% y 30% en pulpa

<b>Componente</b>	<b>Primera formulación</b>	<b>Segunda formulación</b>
	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Pulpa	20%	30%
Stevia	9.65%	9.65%
Agua	70.35%	60.35%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Campos A., 2006.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

Tercera formulación:

**Tabla 8:** Formulación de la bebida en base al 35% en pulpa

<b>Componente</b>	<b>100%</b>
Pulpa	35%
Stevia	9.65%
Agua	55.35%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Campos A., 2006.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

De las tres formulaciones realizadas las tres cumplen con las especificaciones en cuanto se refiere a sus características físicas químicas.

Se utilizó la última formulación, la que se trabaja con el 35% de pulpa de la fruta para la elaboración de la bebida alimentaria de bajos grados Brix ya que le va a dar un aspecto y sabor más agradable al consumidor.

### **3.2. BALANCES.**

#### **3.2.1. Balance de materia.**

### 3.2.1.1. Datos obtenidos en el proceso de elaboración.

**Tabla 9:** pesos durante el proceso de producción

Operación	Cantidad	Unidad gramos
Recepción tomates de árbol.	3000	g
Pesado de Stevia	200	g
Agua utilizada	4000	g
Lavado del fruto	3000	g
Antes del escaldado	3000	g
Después del escaldado	2993	g
Pesado de la pulpa	2613	g
Pesado pulpa cernida	2600	g
Pesado de los residuos	380	g
Pesado de la pulpa después de mezclar	2500	g
Sorbato de potasio	0.001	g
Producto total	6250	g

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### 3.2.1.2. Balance de materia general.

Para 25 envases:

Las cantidades utilizadas fueron transformadas en gramos

- Balance general

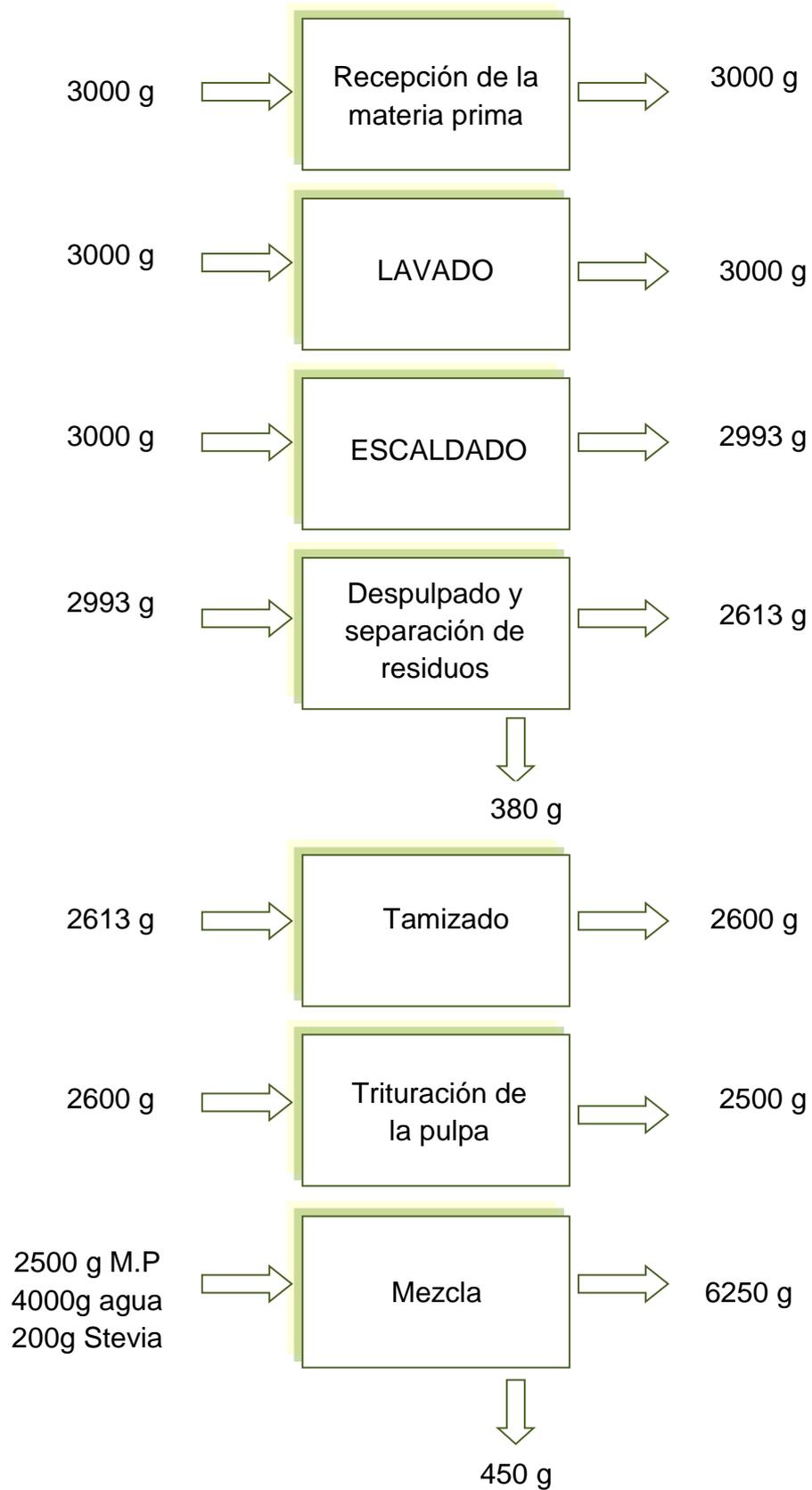
$$E=S$$

Pulpa de tomate de árbol + Stevia + agua = Producto + perdidas (agua evaporada)

$$2500g+200g+4000g=6250g+450g$$

$6700g=6700g$
---------------

### 3.2.1.3. Balance de materia por operación.



### 3.3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.

#### 3.3.1. Evaluación del pH.

Este análisis se realizó a 10 muestras almacenadas de la bebida, realizando 5 repeticiones a cada muestra, utilizando un potenciómetro debidamente calibrado con el fin de que no exista ningún error en la lectura.

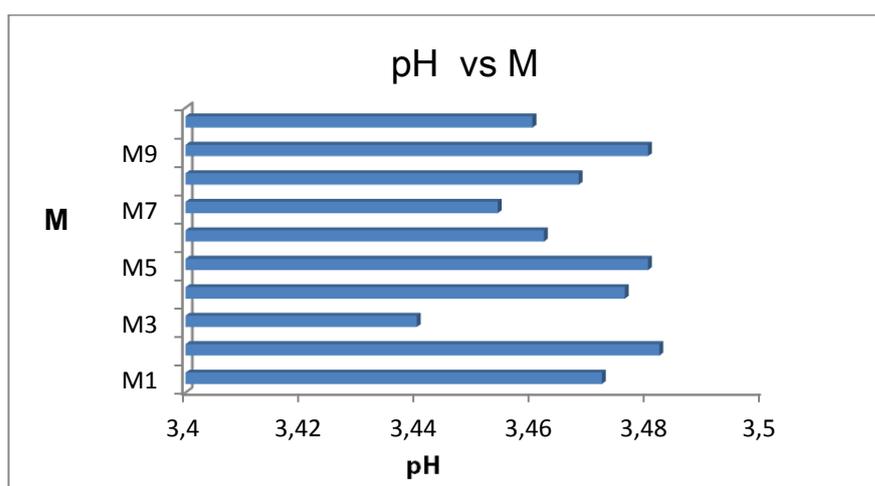
**Tabla 10:** Lectura de pH de diferentes muestras.

Repeticiones	Muestras									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
1	3.47	3.48	3.32	3.50	3.48	3.46	3.51	3.46	3.48	3.44
2	3.47	3.49	3.44	3.46	3.48	3.46	3.44	3.46	3.48	3.44
3	3.46	3.49	3.48	3.48	3.48	3.46	3.44	3.48	3.48	3.48
4	3.48	3.47	3.48	3.48	3.48	3.46	3.44	3.46	3.48	3.47
5	3.48	3.48	3.48	3.46	3.48	3.47	3.44	3.48	3.48	3.46
<b>promedio</b>	3.472	3.482	3.44	3.476	3.48	3.462	3.454	3.468	3.48	3.46

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Grafico 1:** Gráfico del promedio de lecturas de pH.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Para la elaboración del gráfico de pH vs M, como se realizó varias tomas de pH a las distintas muestras se saca una media a cada una de ellas y ese valor es el que graficamos.
- Luego de haber realizado las lecturas de pH a las diez muestras almacenadas, se puede observar tanto en la tabla 10 como en el gráfico 1 que el valor menor del pH es de 3.44 en la muestra 3 y el valor más alto es de 3.48 presente en tres muestras (M2, M5, M9).
- Con la observación de la tabla 10 y el gráfico 1 elaborados se establece que el pH de la bebida procesada a partir del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) es ácido.
- Las muestras no presentan mucha variación en la lectura del pH, ya que se puede establecer que el valor de pH de nuestra bebida alimentaria de bajos °Brix es de 3.46.

### 3.3.2. Evaluación de grados Brix.

Este análisis se realizó a 10 muestras almacenadas de la bebida, realizando 5 repeticiones a cada muestra, utilizando el refractómetro debidamente calibrado con el fin de que no exista ningún error en la lectura.

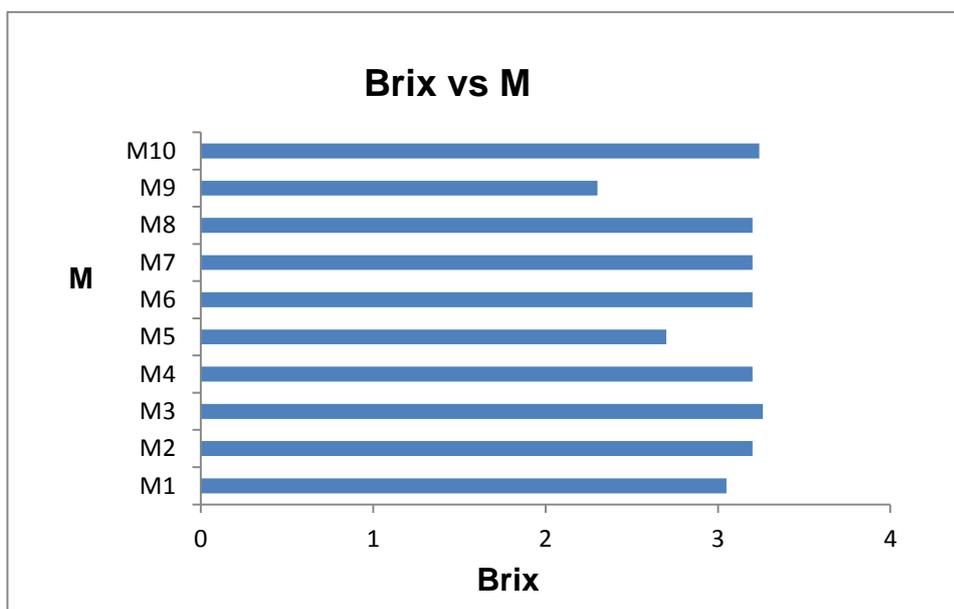
**Tabla 11:** Lectura de °Brix de diferentes muestras.

	Muestras									
Repeticiones	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
1	2.48	3.2	3.2	3.2	2.6	3.2	3.2	3.2	2.5	3.3
2	3.2	3.2	3.4	3.2	2.8	3.2	3.2	3.2	2.3	3.3
3	3.2	3.2	3.3	3.2	2.6	3.2	3.2	3.2	2.1	3.2
4	3.2	3.2	3.2	3.2	2.7	3.2	3.2	3.2	2.3	3.2
5	3.2	3.2	3.2	3.2	2.8	3.2	3.2	3.2	2.3	3.2
<b>promedio</b>	3.05	3.2	3.26	3.2	2.7	3.2	3.2	3.2	2.3	3.24

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 2:** °Brix vs muestras.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Realizado el debido análisis de °Brix a las diferentes muestras almacenada de la bebida alimentaria de tomate de árbol se puede observar en la tabla 11 y gráfico 2 que los valores promedios se encuentran entre 3 y 3.22.
- Como se puede observar existe una notable caída de los grados Brix, si comparamos con la versión original del producto que es endulzado con azúcar, lo que se puede decir que el descenso de los grados Brix se debe a que se reemplazó por un endulzante no calórico.

### **3.3.3. Evaluación de acidez.**

Para realizar este análisis, se utilizó el método de acidez total, dichos análisis se representan en la siguiente tabla y gráfico, con la finalidad de determinar el porcentaje de ácido cítrico en la bebida.

Esta evaluación se realizó a 10 muestras almacenadas de la bebida, realizando 5 repeticiones a cada muestra.

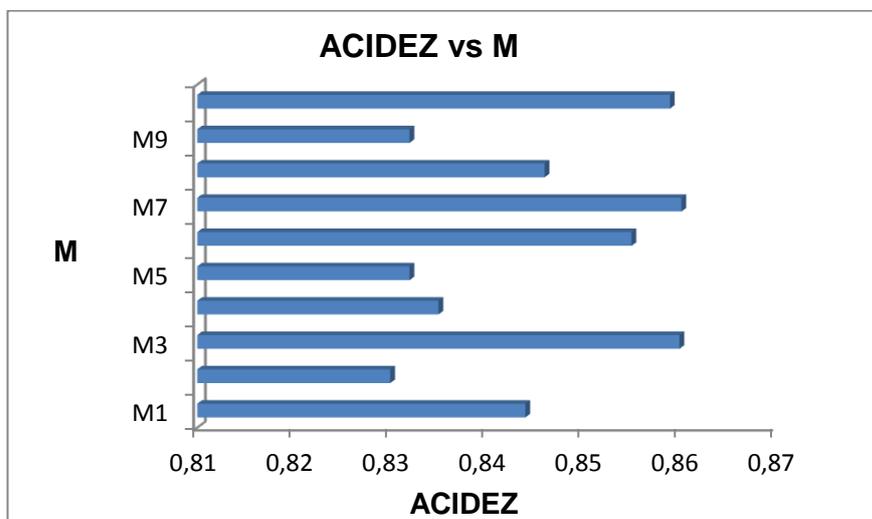
**Tabla 12:** Datos de acidez expresado en porcentajes de ácido cítrico.

Repeticiones	Muestras									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
1	0.849	0.832	0.925	0.799	0.832	0.856	0.785	0.856	0.832	0.879
2	0.849	0.819	0.879	0.856	0.832	0.856	0.879	0.856	0.832	0.879
3	0.856	0.819	0.832	0.832	0.832	0.856	0.879	0.832	0.832	0.832
4	0.832	0.849	0.832	0.832	0.832	0.856	0.879	0.856	0.832	0.849
5	0.832	0.832	0.832	0.856	0.832	0.849	0.879	0.832	0.832	0.856
<b>Promedio</b>	0.844	0.830	0.860	0.835	0.832	0.855	0.8602	0.846	0.832	0.859

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 3:** Porcentaje de acidez vs muestras.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Observando la tabla 12 y el gráfico 3 de acidez total de todas las muestras de las bebidas procesada, podemos ver que todos los valores pasan de 0.2 que es el valor mínimo en porcentaje de acidez para bebidas según la norma.

- Comparando la tabla 10 y grafico 1 del análisis de pH, con la tabla 12 y grafico 3 de la acidez expresada en ácido cítrico, podemos observar que a medida que se presenta un leve descenso del pH aumenta la acidez a partir del mismo. Lo que podemos llegar a decir que a menor valor de pH se obtiene mayor acidez y viceversa.

### 3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Este análisis fue realizado en el instituto de investigaciones tecnológicas de la Universidad de Guayaquil, es de gran importancia ya que determina la calidad de producto, así como también la calidad de higiénico sanitaria del producto durante la elaboración.( anexo f).

**Tabla 13:** Determinación de gérmenes aeróbicos, coliformes totales, mohos y levaduras.

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Valores	Condiciones Ambientales	Métodos
Gérmenes aerobios mesofilos	ufc/g	0	35° Temperatura Incubación	Recuento En placas
Coliformes totales	ufc/g	0	35° Temperatura Incubación	Recuento En placas
Mohos y levaduras	ufc/g	0	35° Temperatura Incubación	Recuento En placas

**Fuente:** Instituto de investigaciones tecnológicas de la Universidad de Guayaquil.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Observando la tabla 13 verificamos que los resultados de gérmenes aerobios mesofilos, coliformes totales, mohos y levaduras son de 0 porque se deduce que todas las bebidas procesadas de tomate de árbol, tienen un resultado satisfactorio en cuanto se refiere a calidad higiénico-sanitaria.

### 3.5. CUANTIFICACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

#### 3.5.1. Resultados de la calibración del espectrofotómetro.

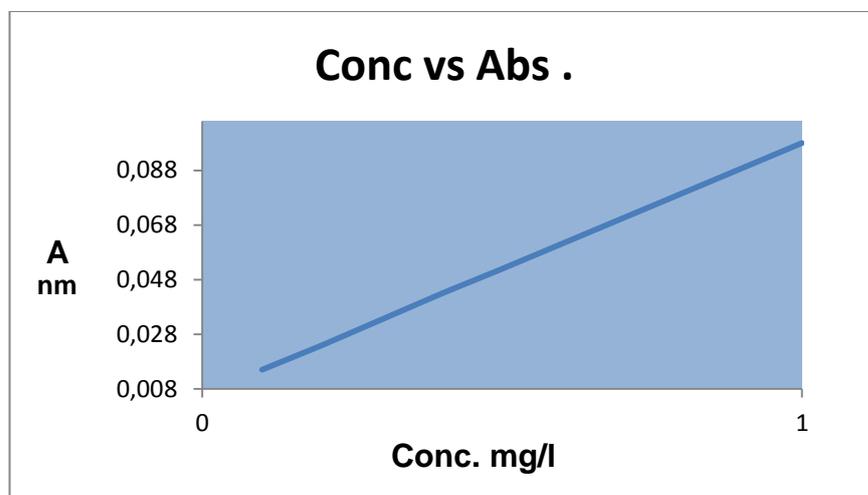
**Tabla 14:** Datos de concentración y absorbancia de la calibración del equipo.

Est. #	Conc. mg/L	Abs 760 nm
1	0.100	0.016
2	0.200	0.023
3	0.400	0.044
4	0.500	0.052
5	1.000	0.098

**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 4:** Calibración del espectrofotómetro.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 15:** Datos obtenidos del gráfico de calibración del espectrofotómetro.

Datos	
Pendiente	0.092
Intercepto	0.00611
Desv. Estdr.	1.15 E-03
Coef.corr.	1.00E+00

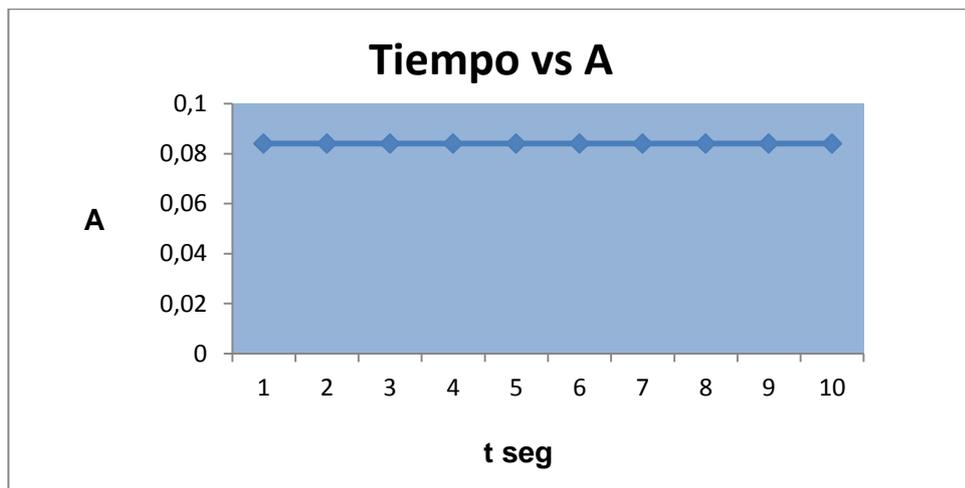
**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Analizando el grafico 4 podemos observar que como resultado de graficar la absorbancia expresada en nanómetros (nm) vs la concentración expresado en miligramos por litros (mg/L) tenemos una recta con pendiente positiva, lo que nos indica que el espectrofotómetro esta calibrado.

### 3.5.2. Resultados del ensayo con metanol (blanco).

**Grafico 5:** Gráfico dado del ensayo con metanol.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### 3.5.3. Cálculos de los antioxidantes del extracto de tomate de árbol.

Se procedió a realizar la lectura de los ensayos realizados del extracto metanólico de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

Condiciones de trabajo:

$\lambda =$  517nm  
Mediciones= 30  
Tiempo= 30 seg

$$\% \text{ inhibicion} = \frac{A_o - A_e}{A_o} \times 100$$

#### Ensayo 1:

50  $\mu$ l de extracto metanólico, presento los siguientes resultados:

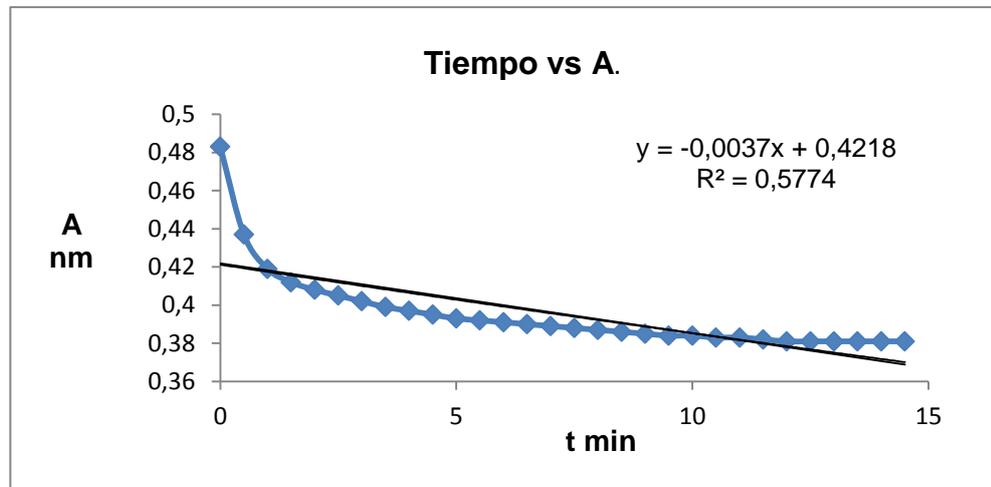
**Tabla 16:** Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia.

t/s	t/min	ABS	t/s	t/min	ABS
0,049	0,00	0,483	450,018	7,5003	0,387
30,003	0,50005	0,437	480,034	8,00056667	0,387
60,017	1,00028333	0,419	510,049	8,50081667	0,386
90,032	1,50053333	0,412	540,062	9,00103333	0,385
120,046	2,00076667	0,409	570,016	9,50026667	0,384
150,062	2,50103333	0,405	600,028	10,0004667	0,383
180,011	3,00018333	0,401	630,045	10,50075	0,383
210,028	3,50046667	0,399	660,059	11,0009833	0,382
240,042	4,0007	0,397	690,01	11,5001667	0,382
270,056	4,50093333	0,395	720,024	12,0004	0,381
300,009	5,00015	0,393	750,041	12,5006833	0,381
330,023	5,50038333	0,391	780,055	13,0009167	0,38
360,04	6,00066667	0,391	810,005	13,5000833	0,379
390,053	6,50088333	0,389	840,022	14,0003667	0,378
420,004	7,00006667	0,388	870,035	14,5005833	0,378

**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 5 julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

**Gráfico 6:** Curva de A vs tiempo.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

## Ensayo 2:

100 µl de extracto metanólico, presento los siguientes resultados:

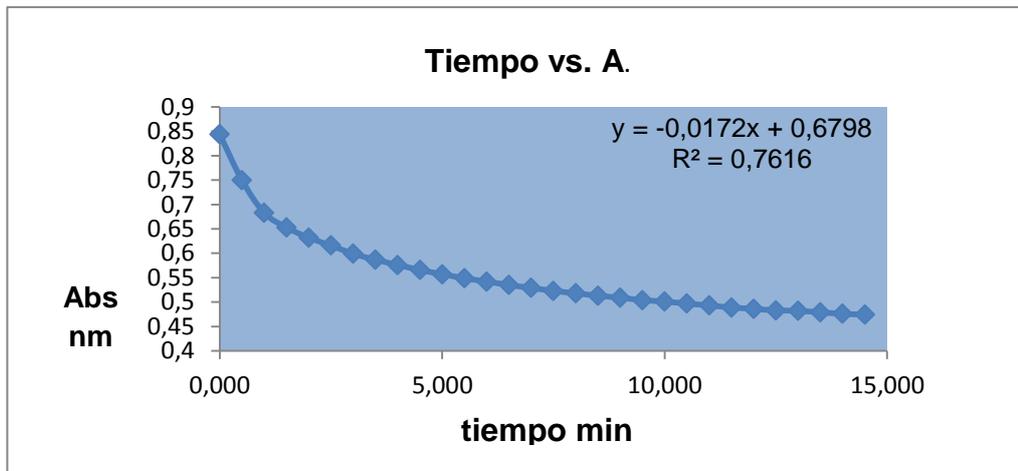
**Tabla 17:** Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia.

t/s	t/min	ABS	t/s	t/min	ABS
0,0	0,001	0,844	450,0	7,500	0,523
30,0	0,500	0,697	480,0	8,001	0,518
60,0	1,000	0,673	510,0	8,501	0,513
90,0	1,501	0,654	540,0	9,000	0,509
120,0	2,001	0,632	570,0	9,500	0,504
150,1	2,501	0,616	600,0	10,000	0,501
180,0	3,000	0,599	630,0	10,501	0,497
210,0	3,500	0,587	660,1	11,001	0,493
240,0	4,001	0,576	690,0	11,500	0,489
270,1	4,501	0,566	720,0	12,000	0,486
300,0	5,000	0,557	750,0	12,501	0,483
330,0	5,500	0,549	780,1	13,001	0,482
360,0	6,001	0,542	810,0	13,500	0,479
390,1	6,501	0,535	840,0	14,000	0,476
420,0	7,000	0,529	870,0	14,501	0,474

**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 7:** Curva de A vs tiempo.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Ensayo 3:**

200 µl de extracto metanólico, presento los siguientes resultados:

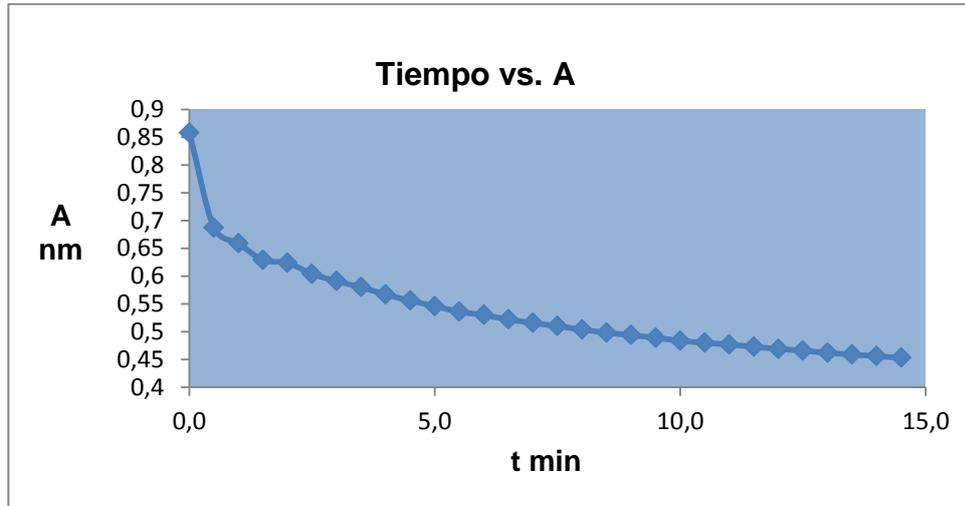
**Tabla 18:** Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia.

t/s	t/min	ABS	t/s	t/min	ABS
0.1	0	0.858	450.0	7.5	0.51
30.0	0.5	0.687	480.0	8.0	0.504
60.0	1.0	0.659	510.1	8.5	0.498
90.0	1.5	0.629	540.0	9.0	0.494
120.1	2.0	0.624	570.0	9.5	0.489
150.0	2.5	0.604	600.0	10.0	0.484
180.0	3.0	0.591	630.1	10.5	0.48
210.0	3.5	0.58	660.0	11.0	0.477
240.1	4.0	0.567	690.0	11.5	0.473
270.0	4.5	0.546	720.0	12.0	0.469
300.0	5.0	0.536	750.1	12.5	0.466
330.0	5.5	0.53	780.0	13.0	0.462
360.0	6.0	0.53	810.0	13.5	0.459
390.0	6.5	0.522	840.0	14.0	0.456
420.0	7.0	0.516	870.0	14.5	0.453

**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 8:** Curva de A vs tiempo.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Ensayo 4:**

500 µl de extracto metanólico, presento los siguientes resultados:

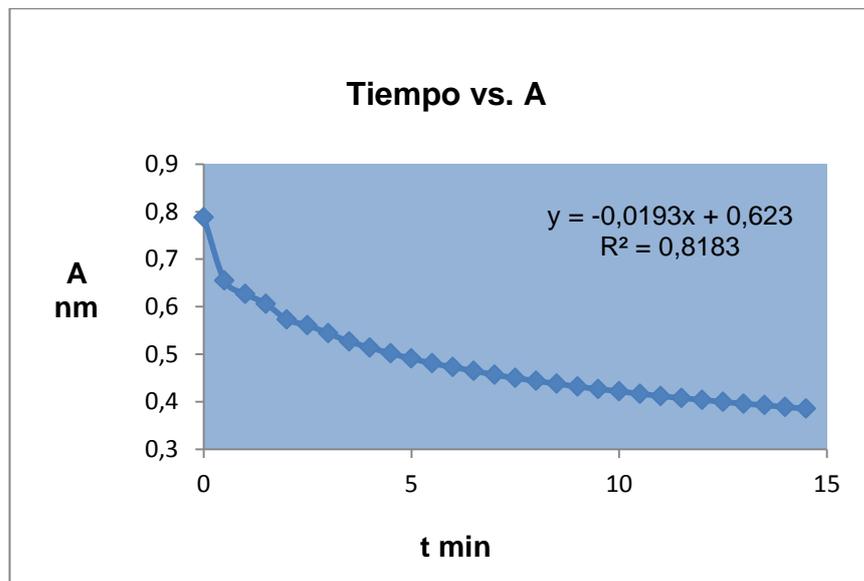
**Tabla 19:** Datos obtenidos del espectrofotómetro de tiempo y absorbancia.

t/s	t/min	ABS	t/s	t/min	ABS
0.049	0.0	0.788	450.035	7.5	0.45
30.020	0.5	0.655	480.049	8.0	0.444
60.033	1.0	0.627	510.001	8.5	0.438
90.046	1.5	0.606	540.016	9.0	0.432
120.061	2.0	0.573	570.001	9.5	0.427
150.014	2.5	0.561	600.014	10.0	0.422
180.027	3.0	0.544	630.059	10.5	0.417
210.043	3.5	0.527	660.014	11.0	0.412
240.059	4.0	0.514	690.025	11.5	0.408
270.009	4.5	0.502	720.041	12.0	0.404
300.025	5.0	0.491	750.057	12.5	0.4
330.039	5.5	0.481	780.010	13.0	0.396
360.055	6.0	0.473	810.025	13.5	0.393
390.005	6.5	0.465	840.037	14.0	0.389
420.019	7.0	0.457	870.052	14.5	0.386

**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Grafico 9:** Curva de A vs tiempo.



**Fuente:** valores dados por el espectrofotómetro del laboratorio de microbiología 8 de julio 2013.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

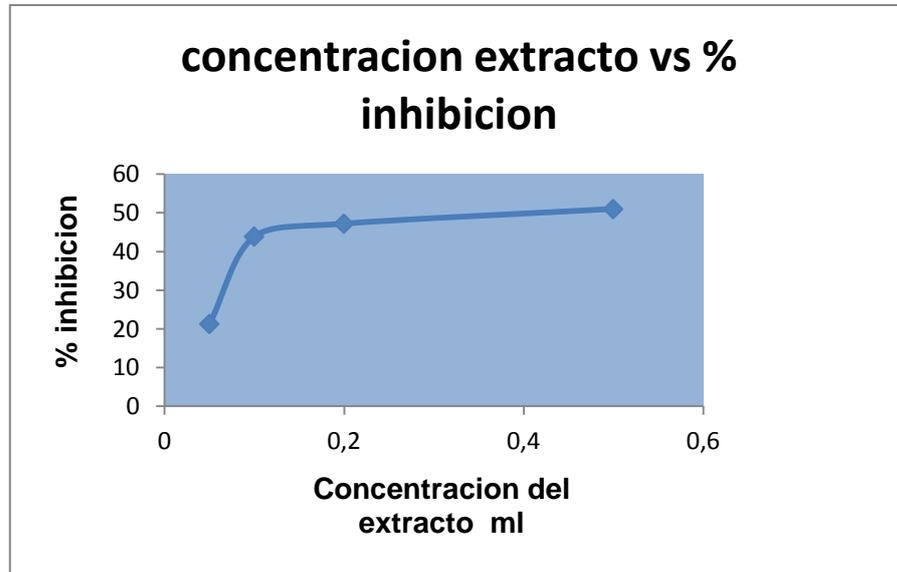
**Tabla 20:** Valores de porcentajes de inhibición a diferentes concentraciones del extracto metanolico.

Fecha de la prueba	Concentración del extracto (ml)	% Inhibición
5 julio	0.05	21.27
8 julio	0.1	43.84
8 julio	0.2	47.20
8 julio	0.5	51.01

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 10:** Concentración extracto vs % inhibición.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

3.5.4. Cálculo de la eficiencia antioxidante del tomate de árbol a 30 segundos.

**Muestra:** 5g de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*)/100 ml de metanol.  
0.05 g/ml.

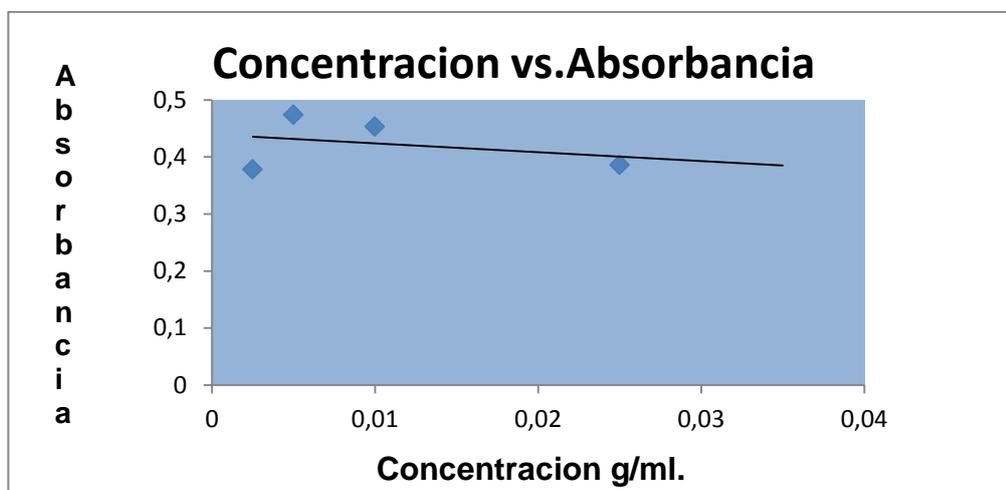
**Tabla 21:** Datos de concentración y absorbancia del extracto de tomate de árbol.

Ensayo N°	ml utilizados	Concentración g/ml.	Absorbancia
1	0.05	0.0025	0,378
2	0.1	0.005	0,474
3	0.2	0.01	0.453
4	0.5	0.025	0.386

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 11:** Concentracion vs. Absorbancia.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Realizando la respectiva observación de las tablas 16,17,18,19 y los gráficos 6,7,8,9 absorbancia versus tiempo, decimos que la mejor estabilización de curva fue en la que se utilizó 100 µl del extracto metanolico con una concentración de 0.005 g/ml y una absorbancia de 0.474.

### **3.6. ANÁLISIS DE LA ACEPTACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO.**

#### **3.6.1. Aceptabilidad del producto.**

Las encuestas de los estudios cuantitativos fueron realizadas a 40 personas adultas que consumen bastantes bebidas, donde obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 22:** Información recopilada de la encuesta realizada.

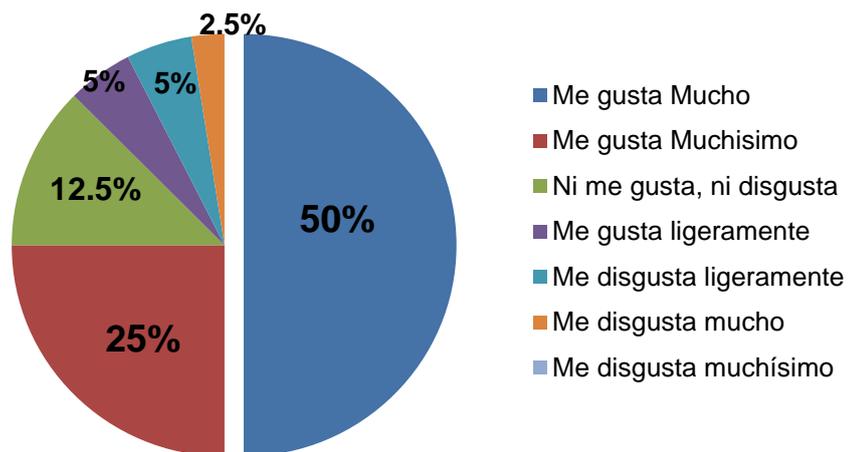
Muestra	Personas
Me disgusta muchísimo	0
Me disgusta mucho	1
Me disgusta ligeramente	2
Ni me gusta, ni disgusta	5
Me gusta ligeramente	2
Me gusta mucho	20
Me gusta muchísimo	10

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 12:** Información recopilada de la encuesta realizada expresada en porcentajes.

### Aceptabilidad del producto



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Observando la tabla 22 y el gráfico 12 interpretamos que el 50% de los encuestados les gustó mucho el producto y el 25% le gustó muchísimo, por lo que nuestra bebida tiene un gran porcentaje de aceptación como lo hemos reflejado.

### 3.6.2. Evaluación Sensorial.

La finalidad de realizar este análisis es que nos da a conocer, las características organolépticas de la bebida tomando como énfasis el color sabor y acidez. La muestra en análisis para cada juez es evaluada numéricamente, utilizando una escala del 1 al 10; siendo que el 1 significa me disgusta muchísimo, el 5 ni me gusta ni me disgusta, y el 10 me gusta muchísimo.

**Primera Sesión:** Lunes 22 de julio del 2013.

**Segunda Sesión:** Jueves 1 de agosto del 2013.

**Prueba de color:**

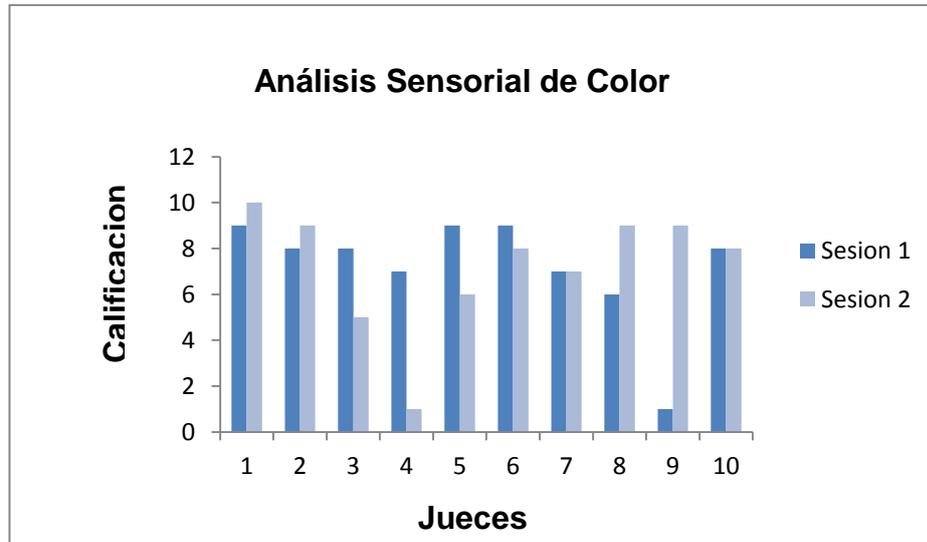
**Tabla23:** Datos de análisis sensorial de color.

<b>Evaluador</b>	<b>Sesión 1</b>	<b>Sesión 2</b>
1	9	10
2	8	9
3	8	5
4	7	1
5	9	6
6	9	8
7	7	7
8	6	9
9	1	9
10	8	8

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Gráfico 13: Análisis Sensorial de color.**



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

- Realizando la interpretación de la tabla y grafico del análisis sensorial de color, se da a entender que los jueces según el analizado realizado a las muestras durante las dos sesiones, presenta una tonalidad muy similar entre ellas, lo que es de agrado a los consumidores.

**Prueba sabor:**

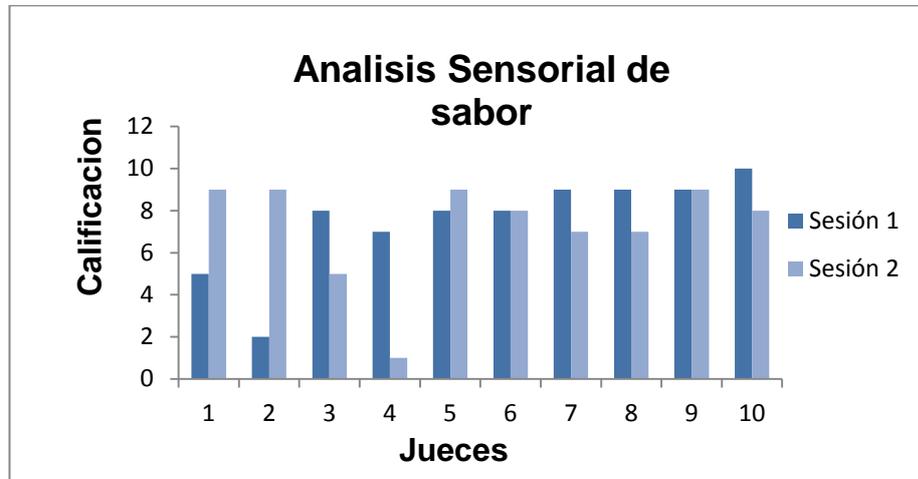
**Tabla 24: Datos de análisis sensorial de sabor.**

<b>Evaluador</b>	<b>Sesión 1</b>	<b>Sesión 2</b>
1	5	9
2	2	9
3	8	5
4	7	1
5	8	9
6	8	8
7	9	7
8	9	7
9	9	9
10	10	8

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

**Gráfico 14:** Análisis Sensorial de sabor.



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Realizando la interpretación de la tabla 24 y gráfico 14 del análisis sensorial del sabor, de las muestras durante las dos sesiones, presenta un sabor agradable, que resalta, que para los jueces está bien definido, por lo que pudieron distinguir en sus papilas gustativas dicha sustancia, dando como resultado una excelente aceptación.

**Prueba de Acidez:**

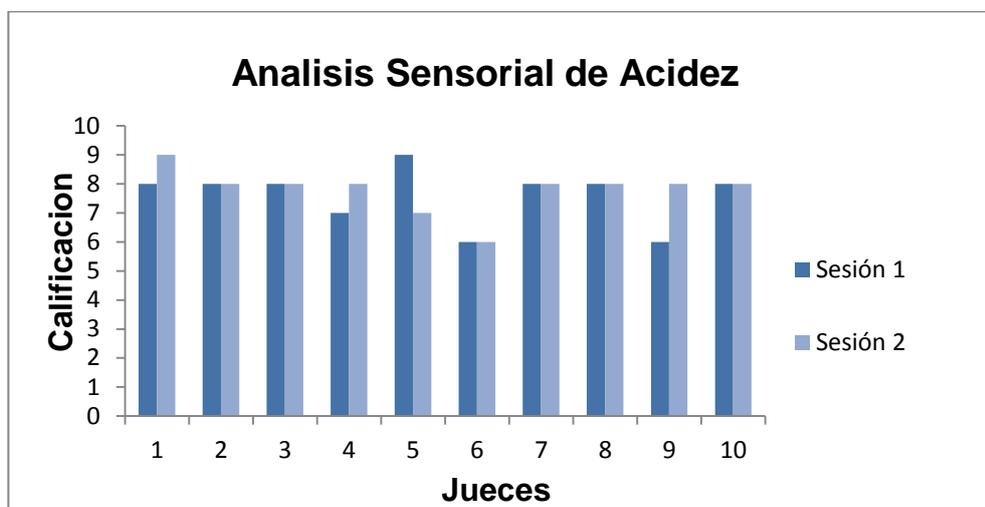
**Tabla 25:** Datos de análisis sensorial de acidez.

Evaluador	Sesión 1	Sesión 2
1	8	9
2	8	8
3	8	8
4	7	8
5	9	7
6	6	6
7	8	8
8	8	8
9	6	8
10	8	8

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Grafico 15: Análisis Sensorial de Acidez**



**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

- Realizando la interpretación de la tabla y grafico del análisis sensorial de acidez, de las muestras durante las dos sesiones, presentan una acidez muy similar como se puede observar en los datos expuestos.

### 3.7. ANÁLISIS FINANCIERO.

El objetivo de este análisis es determinar el precio de venta al público de la bebida alimentaria de bajos °Brix a partir del tomate de árbol, tomando en consideración un 30% de ganancias, del costo de producción final.

Los cálculos están realizados en base a un mes de producción, estimando una producción diaria de 600 envases de 225 ml (laborando 5 días a semana), que corresponde a una producción de 2700000 mililitros mensuales.

Cabe recalcar que para la elaboración de 25 envases se utilizó 3 kilos de la materia prima, realizando una proyección para 600 envases diarios se utilizara 72 kilos.

Tomate de árbol utilizado al mes:

Número de días laborables al mes = 20 días.

$$72 \frac{\text{kilos}}{\text{dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 1440 \text{ kg/mes}$$

Producción diaria (litros/día):

$$2700000 \frac{\text{ml}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{lt}}{1000 \text{ml}} \times \frac{1 \text{mes}}{20 \text{ dias}} = 135 \text{lt/dia}$$

**Tabla 26:** Materiales Directos del proceso de producción.

MATERIALES DIRECTOS			
Denominación	Cantidad ( Kilos/mes)	VALOR	
		Unitario (\$/mes)	Total
Tomate de árbol	1440	1	1440
Agua	1920	0,15	288
Stevia	96	30	2880
<b>TOTAL:</b>			4608

**Fuente:** Balance de materia del lote de 25 envases.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

**Tabla 27:** Mano de obra directa de producción.

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Nº</b>	<b>Sueldo Mensual</b>	<b>Sueldo Total</b>
Calificados	1	318	318
No calificados	1	200	200
<b>Suman</b>	2	518	518
Cargas Sociales (aprox 85%)			440,3
<b>Total</b>			958,3

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**CARGA FABRIL:**

**Tabla 28:** Mano de obra indirecta.

<b>A. MANO DE OBRA INDIRECTA</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Nº</b>	<b>Sueldo Mensual</b>	<b>Total Mensual</b>
Vendedor	1	318	318
<b>Suman</b>		318	318
Cargas Sociales (aprox 85%)			270,3
<b>Sub-Total</b>			588,3

**Fuente:** PDF. Industrialización de una bebida de cidra.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 29:** Materiales indirectos de producción.

<b>B. MATERIALES INDIRECTOS</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (Dólares)</b>	<b>Total</b>
Envases de vidrio	12000	0,15	1800
Etiquetas	12000	0,02	240
<b>Total</b>			2040

**Fuente:** Débora H. Vega Matías.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 30:** Depreciación

<b>C DEPRECIACIÓN</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Costos (Dólares)</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Valor Anual (Dólares)</b>
Maquinaria y Equipos	37033,2	10	3703,32
Talleres	8000	10	800
Repuesto y accesorios	1998	10	199,8
Vehículos	5000	10	500
	20000	5	4000
<b>Suman</b>			9203,12
		<b>TOTAL</b>	766,9266661

**Fuente:** Tablas de maquinarias y Equipos.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 31:** Equipos que intervienen en el proceso de producción.

<b>Equipos</b>	<b>Nº</b>	<b>Valor (Dólares)</b>
Bascula	1	4600
Marmita	1	2500
Tamiz	1	2690
Pasteurizador	1	3000
Exhauster	1	6000
Autoclave	1	10000
Mezclador	1	5500
<b>Total</b>	7	34290

**Fuente:** Diagrama de bloques del proceso de producción.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 32:** Maquinarias y Equipos.

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	
<b>Denominación</b>	<b>Valor (DOLARES)</b>
Equipos de producción	34290
Accesorios y Repuestos (8%)	2743,2
<b>TOTAL</b>	<b>37033,2</b>

**Fuente:** Tabla de equipos que intervienen en el proceso de producción.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla:** Suministros.

<b>D.SUMINISTROS</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>TOTAL</b>
Energía Eléctrica (Kw/hr)	1	250	250
Combustible (gal)	4	0,9	3,6
Agua ( mt3)	1	150	150
Comunicaciones	1	27	27
<b>Limpieza</b>	1	100	100
Administración	1	250	250
<b>SUMAN</b>			<b>780,6</b>

**Fuente:** Empresa Pública de Guayaquil EP, Interagua, Taller mecánico.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 33:** Reparaciones y Mantenimiento.

<b>E.REPARACIONES Y MANTENIMIENTO</b>		
<b>Concepto</b>		<b>Valor Anual Total</b>
Maquinaria y equipo 1%		370,332
	<b>Valor mens.</b>	<b>30,861</b>

**Fuente:** Tabla de Maquinaria y Equipo.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías

**Tabla 34:** Seguros.

<b>F. SEGUROS</b>		
<b>Concepto</b>		<b>Total</b>
Maquinaria y equipo 0,02%		7,40664
Edificio 0,02%		32,38
	<b>Total General</b>	39,78664

**Fuente:** Tabla de Maquinaria y Equipo.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

**Tabla 35:** Imprevisto de la carga fabril.

<b>G. IMPREVISTO DE LA CARGA FABRIL</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Total</b>
Aprox el 5% de los rubros anteriores	69,7506653

**Fuente:** Tablas de mano de obra directa, materiales indirectos, depreciación, suministros, reparaciones y mantenimiento y seguros.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

<b>TOTAL GENERAL</b>	4316,22497
----------------------	------------

**Tabla 36:** Costos de producción.

<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>		
	<b>Dólares</b>	<b>%</b>
Materiales directos	4608	46,62765
Mano de obra directa	958,3	9,696893
Carga Fabril		
a) Mano de Obra indirecta	588,33	5,953222
b) Materiales indirectos	2040	20,64245
C) Depreciación	766,9266	7,760414
d) Suministros	780,6	7,898773
e) Reparaciones y Mantenimiento	30,86	0,312268
f) Seguros	39,78	0,402528
g) Imprevistos	69,7506653	0,705796
<b>Total</b>	<b>9882,547265</b>	<b>100</b>
Unidades producidas	12000	
Costo de unidad (Dólares)	0,823545605	

**Fuente:** Tabla de Maquinaria y Equipo.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

Como se refleja en las tablas del análisis de los costos de producción se obtuvo un valor de \$0.82 y el precio de venta al público es de \$ 1.07 ya que se tomó en consideración el 30% de las ganancias, el valor del producto es alto debido a los costos de la materia prima, pero este precio es aceptable debido a que se está elaborando un producto 100% natural y de buena calidad.

## CONCLUSIONES

Los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo, permiten alcanzar las siguientes conclusiones generales:

- Al finalizar la parte experimental de la elaboración de la bebida de bajos °Brix a partir del tomate de árbol, se concluye que si fue posible la investigación planteada, y que la bebida es una alternativa viable ya que en el mercado ecuatoriano no se comercializa bebidas libres de azúcar.
- En la formulación del producto es de gran importancia, experimentar con distintos porcentajes de pulpa de la frutas, ya que esta le va a proporcionar una característica particular a la bebida.
- Según los resultados, de los análisis físico químico, para la determinación de pH, Brix y acidez se concluye en cuanto al pH que no presenta mucha variación por lo que las bebidas son acidas, en la determinación de la acidez se nota que menor pH se obtiene un valor mayor de la acidez y en la determinación de los grados Brix se puede apreciar una caída de dichos grados, debido a que esta bebida fue endulzada con Stevia, por lo que este producto se lo puede incorporar en una dieta balanceada.
- Los análisis microbiológicos realizados a la bebida, para la determinación de gérmenes aerobios mesofilos, coliformes totales, mohos y levaduras dieron un valor de 0, concluyendo que no existe la presencia de estos microorganismos, dando lugar a que se alargue el tiempo de vida útil del producto.
- El precio de venta de la bebida es de \$1.07, es un poco alto debido al endulzante utilizado, Stevia, que es caro, pero este precio si es módico debido a que es un producto natural.
- Mediante el siguiente trabajo realizado del “ Procesamiento del tomate de árbol ( *Cyphomandra betacea*) para obtener una bebida alimentaria de bajos °Brix” se deja el campo abierto y que tomen como base el presente estudio para procesar diversos tipos de bebidas con bajos grados Brix, para que estas sustituyan a las bebidas “light”.

## RECOMENDACIONES

- Es aconsejable acudir a proveedores que garantice una materia prima en excelente condiciones, ya que de esta manera se le brinda al consumidor un producto de buena calidad.
- Es recomendable lavar con abundante agua la fruta, tomate de árbol, de esta manera se logra eliminar en su totalidad impurezas y cualquier presencia extraña.
- En cuanto al producto es recomendable mantenerlo en refrigeración, ya que resulta muy agradable consumirlo frío, antes de consumirlo se lo debe agitar.
- Dar a conocer el producto, ya que en el mercado ecuatoriano no se comercializa bebidas libres de azúcar para de esta manera reemplazarlas por las que se autodenominan “light” que presentan cantidades considerables de azúcar en su composición y están afectando a los consumidores.
- Para bajar los costos de producción del proceso se recomienda utilizar envases PET de esta manera disminuye el precio de venta al público del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, D. 2008. Evaluación de un sistema de producción in Vitro y en invernadero de plantas de *Stevia rebaudiana* Bertoni. 2008. Tesis Ingeniero Agropecuario, Escuela Politécnica del ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias (IASA I). Sangolquí –Ecuador. 102p.
2. ALBORNOZ, G. 1992. El tomate del árbol en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 130p.
3. ANZALDUA MORALES, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Zaragoza: Acribia, 1994. 198p.
4. BRAND-WILLIAMS, W; CUVELIER ME, BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. En: LWT - Food Science and Technology. 1995. Vol. 28, no. 1. p. 25-30.
5. BOHS, L. 1994. Flora neotropica, *Cyphomandra* (Solacaceae). Published for Organization for Flora Neotropica. The New York Botanical Garden, New York. Monograph 63:50-57.
6. Campos, V. Alberto. 2006. Informe final Desarrollo de productos procesados de tomate de árbol, uchuva, granadilla. En el proyecto: Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo poscosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: tomate de árbol, uchuva, granadilla. FONTAGRO, CORPOICA, INIAP, CIAT PROEXANT, CIRAD.
7. COSIO, María Stella. Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family. Food Chemistry. 2006. Vol. 97. p. 725-731.
8. FEICAN, C.; ENCVALADA, C.; LARRIVA, W. 1999. El cultivo del tomate de árbol. Estación Experimental Chuquipata, Granja Bullcay. Gualaceo-Ecuador. INIAP-COSUDE. 46p.
9. GRACIA, H.; GARCIA, María Cristina. Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol. CORPOICA. Bogotá, 2001 Pág.: 88-99.
10. GUTIERREZ, Sofia. Indicadores de la calidad microbiológica de las aguas de consumo y proceso. 2002. Pág 1-13

11. HALVORSEN, B.L., Holte K., Myhrstad M.C., Barikmo I., Hvattum E., Remberg S.F. (2002). "A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants". *J Nutr*, Núm. 132, pág. 461-471.
12. HUANG, Op. cit., p. 1841-56.
13. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación. Productos Alimenticios. Néctar de frutas: ICONTEC, 1996. 5p.: il (NTC 1001).
14. Instituto tecnológico Ecuatoriano de Productividad, "Guías de Laboratorio de Análisis de Alimentos", 2002. p 12, 14 y 20, Quito-Ecuador.
15. KANEDA H., KOBAYASHI N., FURUSHO S., SAHARA H., KOSHINO S. (1995). Reducing Activity and flavor stability of beer. *Master Brew Assoc. Am. Tech. Q.*, Vol 32, pag. 90-94.
16. LEON, J.; VITERI, P.; CEVALLOS, G. 2004. Manual de cultivo de tomate de árbol. Granja Tumbaco, Quito- INIAP- PROMSA. 51p.
17. MITSUHASHI H; UENO, J y SUMITA, T. 1975. Studies on the cultivation of *Stevia rebaudiana* Bert. Determination of stevioside II. *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan* (12):1501-1503.
18. MONSEN E.R. (2000). Dietary Reference Intakes for the Antioxidant nutrients: Vitamin C, selenium and carotenoides. *J. Am. Dietassoc.*, Vol. 100, pag. 637-640.
19. MONTEIRO REINALDO. 1982. Taxonomía e biología da reprodução de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. I Seminario Brasileiro sobre *Stevia rebaudiana* Bertoni. IV 1. Resumos ITAL Campinas 9/82. Instituto de Tecnología de Alimentos, Sao Paulo. Pagliosa.
20. MURCIA M.A., MARTINEZ Tome M. (2002). Evaluation of the Antioxidant Properties and Tropical Fruits Compared with Common Food. *J. Food Protect*, Vol 65.
21. PRIOR. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. Op. cit., p. 4290-302.
22. SANCHEZ, A.; LOPEZ, I.; SALAZAR, J.; FIALLOS, V. 1996. Manejo Integral del cultivo del tomate de árbol. Ministerio de Agricultura y ganadería (MAG), Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria

(SESA), Organización de las naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación (ONU).p 29.

23. SHOCK, CLINTON C. 1982. Experimental Cultivation of Rebaudi's Stevia in California. Agronomy Prog No. 122. Univ, of California, Davis.
24. Suarez M., Marleny, 2007. Informe final. Desinfección de granadilla, tomate de árbol y uchuva. En el proyecto: Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo pos cosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva, granadilla y tomate de árbol. FONTAGRO, CORPOICA, INIAP, CIAT PROEXANT, CIRAD.
25. TAWAHA, Khaled. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. En: Food Chemistry. 2007. Vol. 104. p. 1372-1378.
26. VALENCIA, R., N., PITMAN, S. LEON-YÁNEZ Y P.M. JORGENSEN (Eds.). 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

#### PAGINAS WEB

1. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%invertir/frutas/tomate%20arbol/principal.htm-19k> (Mayo 2013).
2. <http://www.geocities.com/tomate-co/QUE-ES-TOMATE.htm>(Mayo 2013).
3. <http://www.lbiologia.unam.mx/jardin/gela/page2.html> (Mayo 2013).
4. <http://www.exoticlandfruits.com/tamarillo.htm> (Mayo 2013).
5. [www.bce.ec](http://www.bce.ec) (Mayo 2013).
6. [https://.merckmillipore.com%2Flife-science-research%2Fdpph-free-radical%2FEMD\\_BIO](https://.merckmillipore.com%2Flife-science-research%2Fdpph-free-radical%2FEMD_BIO).

#### ENTIDADES PÚBLICAS

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) Av. Eloy Alfaro y Amazonas s/n - Quito (Teléfonos: 550-502 / 554-620).

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Av. 10 de Agosto y Briceño - Quito (Teléfonos: 572-014 / 572-015 / 572-522).

# **ANEXOS.**

## ANEXO a. NOMENCLATURA.

### Introducción:

°Brix:	Sólidos solubles
DPPH:	2,2- Difenil-1-picrihidracil
OMS:	Organización mundial de la Salud
pH:	Potencial de hidrogeno
µl:	Micro litros

### Capítulo I:

°C:	Centígrados
cm:	Centímetros
Ca:	Calcio
Co:	Cobalto
Cr:	Cromo
Fe:	Hierro
g:	Gramos
ha:	Hectáreas
m:	Metros
mg:	Miligramos
Mn	Manganeso
nm:	Nanómetros
Se:	Selenio
Si:	Silicio
Ton:	Toneladas
Zn:	Zinc

### Capítulo II:

A:	Absorbancia
°Brix:	Sólidos solubles
°C:	Centígrados
DPPH:	2,2- Difenil-1-picrihidracil
E:	Precisión 5%

g:	Gramos
M:	Muestras
mg:	Miligramos
min:	Minutos
ml:	Mililitros
M.P.:	Materia prima
n:	Tamaño de muestra
N:	Total de la población
P:	Proporción esperada 5%
pH:	Potencial de hidrogeno
Ppm:	Parte por millón
Psi:	Libra pulgada cuadrada
Q:	1-p
Seg:	Segundos
%:	Porcentaje
$\lambda$ :	Lambda

### Capítulo III:

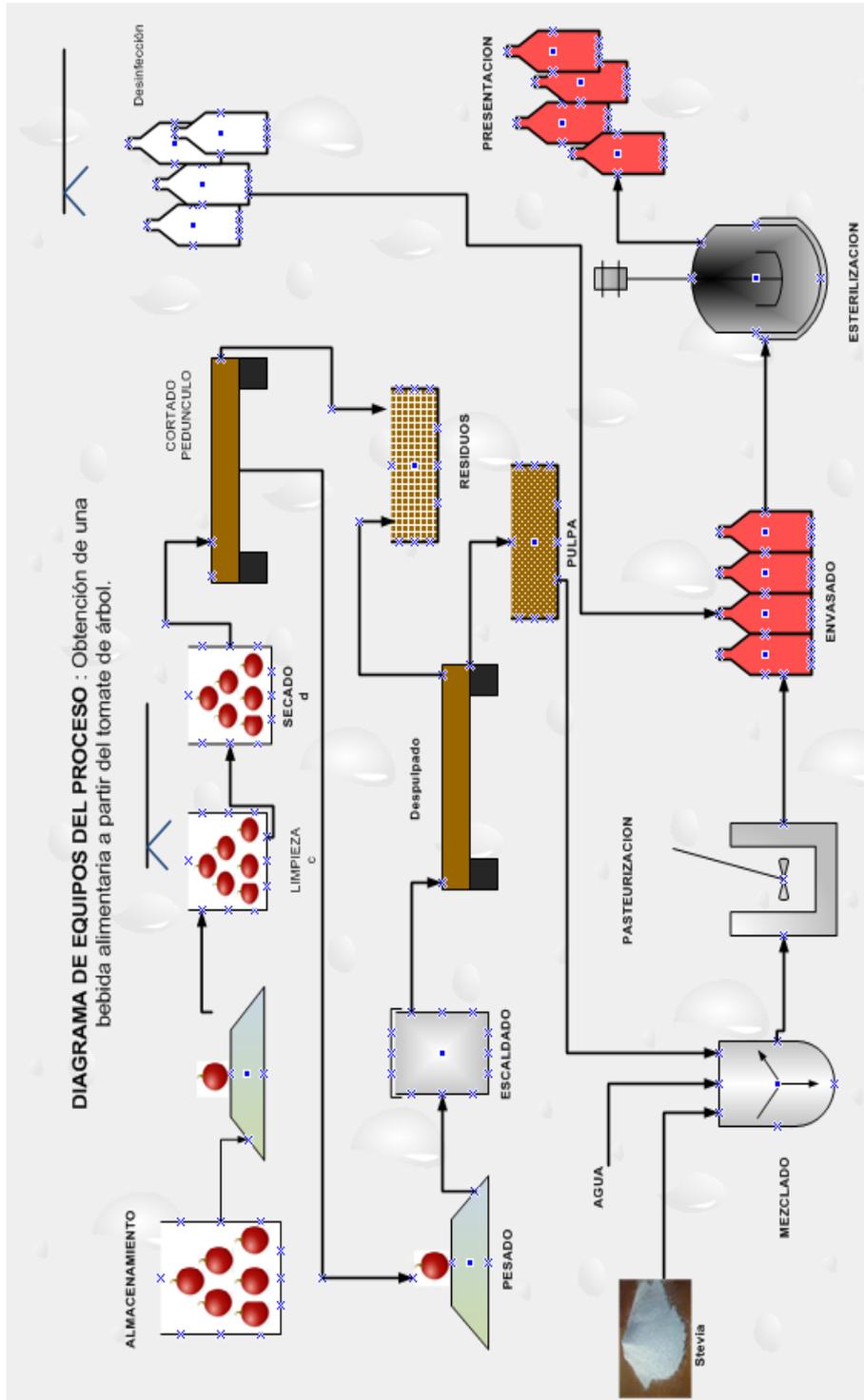
A:	Absorbancia
°Brix:	Sólidos solubles
Conc.:	Concentracion
E:	Entrada
L:	Litros
M:	Muestras
p:	Peso
S:	Salida
t:	Tiempo
ufc:	Unidades formadoras de colonias
aprox:	Aproximadamente
gal:	Galones
hr:	Horas
Kw:	Kilowatts
mt <sup>3</sup> :	Metros cúbicos
Nº	Número

**ANEXO b:** Diagrama de flujo del proceso productivo según la norma ASME.

<b>DIAGRAMA DEL PROCESO METODO ACTUAL: OBTENCION DE UNA BEBIDA ALIMENTARIA DE BAJOS ºBRIX A PARTIR DEL TOMATE DE ARBOL</b>					
<b>Inicio:</b>	Pesaje de la materia prima		<b>Diagrama de proceso</b>		
<b>Termina:</b>	Almacenaje del producto		<b>Fecha:</b>	04-julio-2013	
<b>Departamento:</b>	Producción		<b>Elaborado por:</b>	Vega Matías Débora	
Tiempo (Min)	SIMBOLOS				Descripción del proceso
	O	V	A	T	
60					Almacenamiento de la materia prima.
5					Revisar el material requerido según la fórmula.
10					Inspección manual de la fruta eliminando las del mal estado.
5					Colocarse en el lugar de trabajo.
15					Limpieza de los envases de vidrios.
8.43					Lavado de la fruta por el método de (aspersión).
10					Secado de la fruta (Ambiente).
2					Pesado de la materia prima el fruto.
20.33					Pelado (escaldado a 65°C por 5 min).
8					Enfriamiento de la fruta en tanque con agua.
15					Despulpado (separar la pulpa, cascara, semillas).
0.46					Pesado de los residuos y de la pulpa del fruto.
12					Transportar y mezclar los ingredientes
15					Pasteurización a 90°C
20					Transportar a los envases (ensavado).
25.25					Transportar al esterilizador (autoclave 142°C).
8					Etiquetado del producto.
3					Transportado – Almacenado a 20° C.



**ANEXO c:** Línea del proceso de producción de la bebida.



**ANEXO d:** Encuesta para la evaluación del grado de satisfacción de los alimentos (Anzaldúa-Morales.1994).

**Nombre:**

**Fecha:**

Marcar con una X la calificación

**Prueba de color:**

**Prueba de sabor:**

Muestra	Producto
Sin color	
Muy pálido	
Color pálido normal	
Levemente oscuro	
Muy oscuro	
Demasiado oscuro	

Muestra	Producto
Sin sabor	
Muy bueno	
Bueno	
Normal	
Levemente malo	
Malo	
Muy malo	

**Prueba de acidez:**

Muestra	Producto
Sin acidez	
Acidez muy suave	
Acidez levemente suave	
Acidez moderada	
Levemente ácido	
Muy ácido	
Demasiado ácido	

**Pruebas de Aceptación:**

Muestra	Producto
Me disgusta muchísimo	
Me disgusta mucho	
Me disgusta ligeramente	
Ni me gusta, ni disgusta	
Me gusta ligeramente	
Me gusta mucho	
Me gusta muchísimo	

**Comentarios:** -----  
-----

**Gracias..**

## ANEXO e: Análisis Físico Químico realizado al producto.

### Análisis del pH



**Fuente:** Laboratorio de microbiología de la facultad de Ingeniería química.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

### Análisis de Acidez



**Fuente:** Laboratorio de microbiología de la facultad de Ingeniería química.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.

Fórmula aplicada para determinar la acidez:

$$\%Acidez = \frac{N \times mEq \times V \times 100}{VM}$$

## Análisis de °Brix



**Fuente:** Laboratorio de microbiología de la facultad de Ingeniería química.

Elaborado por: Débora H. Vega Matías.

## ANEXO f. Análisis microbiológico del producto.

	<b>LA-IIT-UG</b> LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil	<b>INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS</b>
	<b>ANEXO f. Análisis microbiológico del producto.</b> Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Boloña - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 E-mail: investigacioniq@ug.edu.ec - Guayaquil, Ecuador	

Nº 13053

PÁGINA 1 DE 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de junio 2013

SOLICITANTE: SRTA. DEBORA VEGA MATIAS

DIRECCION DEL SOLICITANTE: FLORIDA NORTE MAZ 401 V 25

CIUDAD: Guayaquil

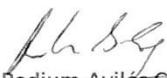
MUESTRA: BEBIDA PARA DIABETICOS A PARTIR DE LA CYPHOMANDRA BETACEA

CÓDIGO: 13053E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 03/06/13 - 07/06/13

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	MÉTODOS	OBSERVACIONES
GERMENES AEROBIOS MESOFILOS	ufc/g	0	35°Temperatura de Incubación	Recuento en placas	
COLIFORMES TOTALES	ufc/g	0	35°Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----
MOHOS Y LEVADURAS	ufc/g	0	35°Temperatura de Incubación	Recuento en placas	----

Guayaquil, 25 de junio de 2013

  
Ing. Radium Aviles Chonillo  
Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.  
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-

**ANEXO g.** Preparación del baño fúngico e imágenes del procedimiento de preparación del extracto metanolico.

**Preparación del baño fúngico al 0.1%.**

Se pesa 1g de benzoato y esto lo diluimos en 1000 ml de agua destilada hasta tener una solución completamente homogénea.

**Preparación del extracto metanolico.**



**ANEXO h:** Ensayos del extracto metanolico en el espectrofotómetro.

Preparación de la solución de DPPH



Ensayo preliminar



Decoloración con el extracto



Muestras para la calibración del equipo



Calibración del Espectrofotómetro



**Fuente:** Laboratorio de microbiología de la facultad de Ingeniería química.

**Elaborado por:** Débora H. Vega Matías.