



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“ELABORACIÓN DE JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE  
EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR  
CONVENCIONAL”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

**Previa a la obtención del título de:**

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:**

**KARINA ALEXANDRA BUENAÑO HERNÁNDEZ**

**Riobamba – Ecuador**

**2017**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Karina Alexandra Buenaño Hernández declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciales.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

Karina Alexandra Buenaño Hernández.

C.I.: 060581441-7

Riobamba, 03 de Agosto del 2017

Este trabajo de titulación fue aprobada por el siguiente tribunal:



---

Ing. Cecilia Alexandra Santillán Obando  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN**



---

Ing. M. Cs. Manuel Enrique Almeida Guzmán.  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION**



---

Ing. Mgs. Rogelio Estalin Ureta Valdez.  
**ASESOR DE TRABAJO DE TITULACION**

Riobamba, 03 de Agosto del 2017.

## DEDICATORIA

Primeramente dedico este logro a Dios por ser mi guía y mi fortaleza diaria para salir adelante, y por darme la dicha de seguir en pie de lucha por mis sueños.

A mis abuelitos Mamita Carmen y Papito Alfonso por todo su cariño y apoyo moral en cada paso profesional que he dado.

De igual manera a Vilma Buenaño, mi hermana mayor quien con sus consejos me brindó la seguridad para seguir luchando en este sueño.

A mi tío Diego Buenaño le doy las gracias por su infinito apoyo y por sobre todo a ver sido uno de mis principales guías en mi formación profesional y personal.

A mi mejor amigo y pareja, Cesar Pacheco por su compañía en mi formación profesional y por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo.

Finalmente a mi madre Llaneth Hernández por ser mi ejemplo y hacer de mi la mujer que soy...!! Gracias mamá por cumplir el rol de padre y madre todo lo que haga siempre será por ti.

A todos ustedes, con todo cariño...

¡Muchas gracias!

Karina Buenaño.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, porque nunca me ha abandonado y siempre ha sido quien me ha dado la fortaleza para alcanzar este logro tan anhelado.

A la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias porque en sus aulas, conocí amigos que de una u otra forma han formado parte de mi vida con los que compartí gratos momentos, a los cuales quiero agradecerles su amistad, su apoyo y compañía durante todos estos años de estudio.

En especial al Ing. Manuel Almeida director de tesis y al Ing. Estalin Ureta. Asesor, quienes con su asesoramiento permitieron la culminación exitosa del presente trabajo de titulación.

A los docentes que supieron impartirme sus conocimientos para mi desarrollo profesional.

Karina Buenaño.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. TAMARINDO	3
1. <u>Origen</u>	3
2. <u>Ecología</u>	3
3. <u>Cosecha</u>	4
4. <u>Características y usos</u>	4
5. <u>Composición nutricional de la pulpa de tamarindo</u>	5
B. EDULCORANTE	6
1. <u>Sacarosa</u>	7
2. <u>Xilitol</u>	9
3. <u>Eritritol</u>	11
4. <u>Stevia</u>	12
B. JARABE	13
1. <u>Tipos de Jarabes</u>	14
2. <u>Requisitos específicos</u>	15
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	18
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	18
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	19
1. <u>Elaboración del jarabe</u>	19
a. Materiales	19
b. Insumos	19
2. <u>Equipos de laboratorio</u>	19
3. <u>Equipos de oficina</u>	20
4. <u>Materiales para la Limpieza</u>	20
5. <u>Instalaciones</u>	20

D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	21
1.	<u>Análisis proximal</u>	21
2.	<u>Análisis sensorial</u>	21
3.	<u>Pruebas Microbiológicas</u>	22
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	22
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	23
1.	<u>Programa sanitario</u>	23
2.	<u>Formulaciones del jarabe de tamarindo</u>	23
3.	<u>Elaboración del jarabe de tamarindo</u>	24
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	26
1.	<u>Análisis proximal del jarabe de tamarindo</u>	26
a.	pH	26
b.	°Brix	26
c.	Humedad	26
d.	Cenizas	27
e.	Azúcares Totales	28
f.	Proteína	29
2.	<u>Análisis microbiológico</u>	31
3.	<u>Análisis sensorial</u>	32
4.	<u>Análisis económico</u>	32
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	
A.	CARACTERÍSTICAS PROXIMALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL	33
1.	<u>pH</u>	33
2.	<u>Contenido de humedad. %</u>	35
3.	<u>Contenido de azúcares totales. %</u>	36
4.	<u>Sólidos solubles totales, °Brix</u>	37
5.	<u>Contenido de proteína. %</u>	38
6.	<u>Contenido de cenizas. %</u>	39
B.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL JARABE DE	

TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL	40
1. <u>Color (puntos)</u>	41
2. <u>Olor (puntos)</u>	43
3. <u>Sabor (puntos)</u>	43
4. <u>Apariencia (puntos)</u>	44
5. <u>Características organolépticas totales (puntos)</u>	45
C. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL	46
1. <u>Coliformes totales</u>	46
2. <u>Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos</u>	46
3. <u>Contenido de mohos y levaduras</u>	47
D. ANÁLISIS ECONÓMICA	48
1. <u>Costo de producción</u>	48
2. <u>Beneficio/Costo</u>	48
V. <u>CONCLUSIONES</u>	50
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	51
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	52
ANEXOS	

## RESUMEN

En el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó diferentes edulcorantes naturales (stevia, xilitol y eritritol) frente a un tratamiento control (sacarosa), cada uno con cinco repeticiones, por lo que se contó con 20 unidades experimentales de 0.5 lt y que se distribuyeron bajo un DCA. Los resultados obtenidos se analizaron mediante el ADEVA en las variables paramétricas, prueba de Rating test en las no paramétricas y separación de medias con la prueba de Tukey. Encontrándose que los edulcorantes naturales no afectaron al contenido de proteína, sólidos solubles totales y pH, pero con la stevia se incrementó el contenido de humedad (39.85 %) y de cenizas (1.76 %), y disminuyéndose el contenido de azúcares totales (56.19 %). La apreciación sensorial determinó que el jarabe con sacarosa, stevia y eritritol tuvieron similar aceptación. Los jarabes presentaron ausencia de coliformes totales, y baja carga de mesófilos aerobios con el uso de sacarosa y stevia, al igual que la presencia de mohos y levaduras que se evaluó a los 15 días; obteniéndose la mayor rentabilidad económica (B/C 1,15) con el empleo de stevia. Por lo que se recomienda utilizar la stevia como endulzante en la elaboración de jarabe de tamarindo.

**Palabras claves:** Jarabe, xilitol, edulcorante, stevia, sacarosa, eritritol.



## ABSTRACT

At ESPOCH, Animal Science Faculty, Food Processing Laboratory, different natural sweeteners such as stevia, xylitol and erythritol were evaluated with a control treatment (saccharose), each one with five repetitions, so it was necessary to have twenty 0.5-litre experimental units that were distributed under a completely randomized design. The results obtained were analyzed through ADEVA in the parametric variables, Rating test in the non-parametric and media separation with Tukey test. It was evidenced that natural sweeteners do not affect the protein content, total soluble solids, and pH, but with the use of stevia the humidity content (39.85%) and ashes (1.76%) increased, while the total sugars (56.19%) reduced. The sensorial appreciation determined that the syrup with saccharose, stevia and erythritol had a similar level of acceptance. The syrups reflected absence of total coliforms and a low charge of aerobic mesophilic with the use of saccharose and stevia as well as the presence of mold and yeasts evaluated at 15 days. In this way, it was possible to obtain the highest economic profitability (1.15 Cost/Benefit) with the use of stevia. Thus, it is recommended to use stevia as sweetener for the elaboration of tamarind syrup.

**Key words:** syrup, xylitol, sweetener, stevia, saccharose, erythritol.



## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE LA PULPA DE TAMARINDO	6
2	REQUISITO FÍSICO Y QUÍMICO EN JARABES	16
3	REQUISITO MICROBIÓLOGICO EN JARABES SEGÚN NORMA MEXCANA	16
4	REQUISITO MICROBIOLÓGICO EN JARABES SEGÚN NORMA SANITARIA PERUANA.	17
5	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS A CONSIDERARSE EN LOS JARABES	17
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.	18
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	21
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	22
5.	FORMULACIONES DEL JARABE DE TAMARINDO.	23
6.	ESQUEMA DE ANALISIS SENSORIAL.	32
7.	CARACTERÍSTICAS PROXIMALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.	34
8.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.	42
9.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.	56
10.	VALORACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.	49

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Diagrama de proceso para la elaboración de jarabe de tamarindo.	25
2.	pH del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	35
3.	Contenido de humedad (%), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	36
4.	Contenido de azúcares totales (%), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	37
5.	Contenido de sólidos solubles totales (°Brix), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	38
6.	Contenido de proteína, del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	39
7.	Contenido de cenizas, del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	40
8.	Valoración sensorial del color (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	41
9.	Valoración sensorial del olor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	43
10.	Valoración sensorial del sabor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	44
11.	Valoración sensorial de la apariencia (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	45
12.	Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	45
13.	Contenido de aerobios mesófilos en el jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	47
14.	Contenido de mohos y levaduras en el jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.	48

## LISTA DE ANEXOS

- N°
1. Reporte de los resultados del análisis proximal del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  2. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  3. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  4. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  5. Análisis estadístico del contenido de azúcares totales (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  6. Análisis estadístico del pH (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  7. Análisis estadístico de °Brix (%), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  8. Reporte de los resultados del análisis microbiológico del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  9. Análisis estadística descriptiva de contenido de mesófilos aerobios, del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  10. Análisis estadística descriptiva de contenido de hongos y levaduras, del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  11. Valores promedios del análisis organoléptico del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  12. Análisis estadístico del color (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  13. Análisis estadístico del olor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
  14. Análisis estadístico del sabor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con

edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

15. Análisis estadístico de la apariencia (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
16. Análisis estadístico de la valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.
17. Test de valoración organoléptica.
18. Fotos.

## I. INTRODUCCIÓN

Los jarabes son líquidos de consistencia viscosa que por lo general contienen soluciones concentradas de azúcares, como la sacarosa en agua o en otro líquido. Los jarabes se usan desde hace mucho tiempo y antes de descubrirse el azúcar, se preparaban con miel. Los líquidos que habitualmente integran el jarabe son el agua destilada, soluciones extractivas, zumos, y otros.

Los productos dulces han sido consumidos por el hombre desde el inicio de su historia y el azúcar ha sido el edulcorante de mayor consumo. En los últimos años la biotecnología ha introducido en el mercado mundial los edulcorantes artificiales bajos en calorías a base de componentes químicos los cuales surgieron para satisfacer las necesidades de las personas con limitaciones respecto al consumo de azúcar y calorías en su dieta. Así mismo se han explorado otras alternativas como son los edulcorantes naturales cuyos beneficios son similares a los de los edulcorantes artificiales pero con el valor agregado de no causar efectos nocivos en la salud.

Los edulcorantes no calóricos, artificiales o naturales, son en este momento una de las áreas más dinámicas dentro del campo de los aditivos alimentarios, por la gran expansión que está experimentando actualmente el mercado de los productos bajos en calorías.

En la actualidad las industrias alimenticias han comenzado a elaborar jarabes de frutas como granadina, cereza, frambuesa, pues el uso principal de estos sabores concentrados de frutas es para la base de cócteles, copas de frutas o como mezcla con agua de soda.

En el presente trabajo de titulación se espera contribuir con una alternativa de consumo, ya que las industrias de alimentos están reemplazando de forma creciente la sacarosa por endulzantes artificiales o naturales en muchos productos que tradicionalmente contenían azúcar, para lo cual se motivará a los productores de pequeñas, medias y grandes empresas al aprovechamiento de los recursos naturales.

La industria alimentaria en la actualidad desea incursionar en el mercado con alimentos sanos y nutritivos por lo que se podría tomar esta investigación como base para ampliar su gama de productos a empresas que se dedican a elaborar productos a partir del tamarindo generando nuevas fuentes de empleo, por lo expuesto anteriormente los objetivos para la presente investigación fueron:

- Evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del jarabe de tamarindo con la utilización de tres tipos de edulcorantes naturales (xilitol, eritritol y stevia) en reemplazo del azúcar convencional.
- Identificar el tratamiento que presenta mayor aceptación en base a las características organolépticas.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad en la elaboración de jarabe de tamarindo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. TAMARINDO

Es una vaina de color café de forma alargada de 6 a 20 cm de longitud y de 3 a 4 cm de ancho, en periodo de maduración las vainas se tornan de un ligero color pardo con epicarpio quebradizo, conteniendo varias semillas usualmente de 3 a 10 envueltas por una pulpa fibrosa de color café oscuro, los estrechamientos parciales de la vaina muestran el número de semillas contenidas en cada fruto (Salunkhe, D y Desai, B. 1984).

#### 1. Origen

El Tamarindo (*Tamarindusindica* L.), su nombre en latín es tamarindus indica, en castellano: tamarindo, es nativo de las sabanas secas del África Tropical.

El único país que explota extensivamente el cultivo es la India, también lo cultivan en México, Puerto Rico, Costa Rica, Cuba, Perú, aunque existe en todos los países tropicales de América. El Tamarindo es una especie importante por sus usos tan variados (alimenticio, medicinal, agroindustrial), además se utilizan todas sus partes: las raíces y las hojas son medicinales, el tronco es maderable y sus frutos, flores y semillas son comestibles (Hernández, U. 1980).

#### 2. Ecología

##### a. **Clima**

Propio de los climas cálidos, crecen mejor en zonas que tienen extensas temporadas secas, no soporta trópicos donde hay lluvias todo el año. Se recomienda su cultivo por debajo de los 600 m.s.n.m. (agromatica.es. 2013).

##### b. **Suelos**

Es ampliamente tolerante a los diferentes tipos de suelos, crece mejor en suelos aluviales hondos, requiere suelos bien drenados (agromatica.es. 2013).

### **3. Cosecha**

El árbol de Tamarindo inicia la producción después de los 10 ó 12 años de haber efectuado la siembra. Los frutos se recolectan dependiendo del lugar dos veces al año o solo una cosecha al año a finales de diciembre y principios de enero. La recolección debe hacerse con tijera ya que los pedúnculos que sostienen al fruto son muy cerosos y no pueden ser quebrados fácilmente con la mano sin dañar la fruta (agromatica.es. 2013).

### **4. Características y usos**

La pulpa de un fruto joven es muy ácida y por lo tanto recomendable para muchos platillos de la cocina tradicional y de la "alta gastronomía", Por su parte los frutos maduros son más dulces y pueden ser utilizados en postres, bebidas o como aperitivo, tal es el caso del agua de tamarindo.

Para la industria textil es también un valioso recurso, ya que del fruto se extraen tintes de color negro. Debido a la densidad y durabilidad de la madera extraída del tamarindo, puede ser utilizado para fabricar muebles y puertas (Hernández, U. 1980).

#### **a. Medicinales y aplicaciones curativas**

Según Hernández, U. (1980), cita las siguientes aplicaciones medicinales:

- Tiene propiedades medicinales en las hojas y en los frutos, posee excelentes propiedades diuréticas, esto se debe a que su fruto contiene una gran cantidad de potasio.
- Tiene propiedades digestivas, por lo que resulta incluirlo en la dieta de las personas que padecen constantemente de estreñimiento y de digestiones lentas.
- El árbol del tamarindo posee propiedades medicinales depurativas, ya que ayuda a eliminar toxinas presentes en nuestro organismo.

## **b. Alimenticios**

Hernández, U. (1980), detalla los siguientes usos alimenticios del tamarindo:

- En concentrados para preparar los jugos.
- La pulpa también es usada como condimento.
- Las flores y las vainas inmaduras son comestibles, todas son de agradable sabor y son utilizadas para sazonar el arroz, el pescado y la carne, en salsas, sopas, entre otros.
- Las semillas son grandemente requeridas ya que pueden ser procesadas para preparar purificado de pectina como goma.

## **c. Agroindustriales**

Hernández, U. (1980), detalla los siguientes usos agroindustriales del tamarindo:

- Utilizado para tinción de textiles y papel.
- Un aceite color ámbar en adición a las semillas, utilizado para comidas y uso industrial.
- Excelente para tornear juguetes y herramientas manuales y en muebles.

## **5. Composición nutricional de la pulpa de tamarindo**

Indica que se deriva de una fruta con alto contenido de minerales, especialmente potasio y fosforo, alto contenido en carbohidratos (62.7 g/100g de porción comestible) donde el azúcar mayoritario presente es la glucosa, muy bajo en lípidos como la mayoría de las frutas tropicales, es un producto muy rico en hierro, además de que su contenido proteico es alto comparado con otras pulpas de frutas (Hernández, U. 1980), (Cuadro 1).

Cuadro 1. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE LA PULPA DE TAMARINDO  
(Por 100g de porción comestible)

<b>Nutriente</b>	<b>Contenido</b>
Agua	31.4 (g)
Proteínas	2.8 (g)
Grasas	0.6 (g)
Cenizas	2.5 (g)
Carbohidratos	62.7 (g)
Ácidos grasos saturados	0.3 (g)
Sodio	28 (mg)
Potasio	628 (mg)
Calcio	74 (mg)
Fósforo	113 (mg)
Hierro	2.8 (mg)
Vitamina A	45 U.I.
Vitamina C	4.0 (mg)

Fuente: Tabla de composición de alimentos de América Latina 1997

## **B. EDULCORANTE**

Los edulcorantes son sustancias capaces de endulzar un alimento o una bebida y constituyen uno de los grupos más importantes de los aditivos alimentarios, con un consumo creciente en bares y cafeterías, son aditivos alimentarios que confieren sabor dulce a los alimentos. Por este motivo, no se consideran edulcorantes los alimentos como la miel, ni los ingredientes como el azúcar común, la fructosa, la glucosa, etc., ya que tienen otras funciones en los alimentos, además de la de edulcoración (Madison, J. 2014).

Entre los edulcorantes existen varios tipos, los cuales pueden ser clasificados según origen ya sean naturales o artificiales o por su aporte calórico nutritivos o no nutritivos (agromatica.es. 2013).

## 1. Sacarosa

La sacarosa, también conocida como "azúcar" por los consumidores es un carbohidrato natural cuya principal función es la de aportar energía, pero también dulzor y sabor, lo que nos permite ingerir una amplia gama de alimentos y llevar una dieta variada.

El azúcar es un ingrediente que se añade a otros alimentos y forma parte de muchos productos elaborados. A todos ellos les aporta un sabor, una textura, un color y un aroma inconfundibles. Cuando se reduce su contenido en los productos elaborados, es necesario sustituir todas o algunas de estas funciones, lo que con frecuencia supone la adición de otros ingredientes como aditivos y/o otros macronutrientes, como por ejemplo las grasas.

La sacarosa se usa ampliamente en la alimentación, así como en la industria farmacéutica, para esconder gustos o sabores más bien desagradables, gracias a su alto contenido en edulcorante. También se emplea como conservante en altas concentraciones, pues consigue reducir la actividad del agua, impidiendo que se desarrollen gérmenes y microorganismos. Se suele utilizar como excipiente en preparados o incluso dentro de la composición del recubrimiento de cápsulas en medicamentos.

Con la sacarosa se debe tener precauciones también pues debido a su punto de fusión, el cual es bastante bajo, consigue pasar a estado líquido de manera rápida. Un consumo elevado de sacarosa puede provocar caries, obesidad, diabetes, y otras enfermedades asociadas. Existen personas con intolerancia a la sacarosa debido a la carencia de la enzima sacarasa, la encargada de fraccionar a la sacarosa en fructosa y glucosa, por lo que pasa en su forma original directamente al intestino, lo que provoca diferentes trastornos.

El uso del azúcar a lo largo de la historia ha ido cambiando. Hace unos siglos este producto se utilizaba únicamente con fines medicinales o bien para "darse un capricho". Hoy en día, sin embargo, tanto su uso en la industria como en el ámbito

doméstico, se ha normalizado, convirtiendo el azúcar y sus derivados en elementos básicos de cualquier dieta equilibrada. En cuanto al uso industrial del azúcar, aumentado considerablemente pasando del 50% de hace un siglo, a un 70% en la actualidad (quimica.laguia2000).

#### **a. Propiedades físicas**

Aguilar, N. (2006), menciona las siguientes propiedades físicas de la sacarosa:

- El alto grado de solubilidad es esencial en la preparación de conservas, jaleas, mermeladas, bebidas y jarabes.
- Las soluciones de sacarosa son intermedias entre la viscosidad de los jarabes de alta fructosa y los de glucosa (alto contenido de almidones no hidrolizados).
- Las propiedades humectantes de la sacarosa y su resistencia a cambiar con la absorción de agua hacen que sea el aditivo ideal para que pasteles, panes y galletas hechos con sacarosa muestren gran resistencia a resecarse, por lo que permanecen frescos más tiempo.
- Debido a que la sacarosa tiene la propiedad de formar dipolos cuando se hace un enlace de hidrógeno al contacto con el agua, se convierte en un ingrediente indispensable en la formulación de alimentos micro-horneables, pues incrementa el nivel de calentamiento en la superficie del alimento y da consistencia crujiente o de caramelo.

#### **b. Usos en la industria alimentaria**

A continuación se detallan los principales usos en la industria alimentarias según Aguilar, N. (2006):

- Proporciona la base para la fermentación de la levadura e incrementa el volumen del pan; la temperatura de gelatinización del almidón y las reacciones de oscurecimiento proporcionan el color y sabor característico del pan

horneado. Asimismo, sus propiedades de humectación aumentan el tiempo de frescura de este producto.

- Proporciona sabor, gusto, color, textura, tersura y suavidad a las galletas y panecillos y aumenta el periodo de vida en anaquel. El tipo de azúcar empleado afecta directamente la dureza y la característica crujiente.
- En los helados y postres fríos o congelados mejora el sabor, aroma, textura y presentación a través de la interacción agua-azúcar- hielo; disminuye el punto de congelamiento de estos productos.
- Tiene un efecto preservante al disminuir la actividad del agua en el producto mediante el aumento de la presión osmótica, manteniendo así la textura del preparado de fruta y eliminando la actividad microbiana.

## 2. Xilitol

Según Edward, F. (2013), el xilitol es un alcohol de azúcar de cinco carbonos que se encuentra en frutas y vegetales fibrosos, mazorcas de maíz y árboles de madera dura como el abedul es utilizado principalmente en la industria alimentaria como sustituto del azúcar desde finales de 1960. El descubrimiento de xilitol, también llamado azúcar de madera o azúcar de abedul, se atribuye al químico alemán Emil Fisher.

El xilitol tiene una dulzura y un sabor similar a la sacarosa. El xilitol puro se disuelve en la boca en contacto con la saliva, produciendo un ligero efecto de frío, debido a sus propiedades endotérmicas que le hacen absorber el calor de una manera similar al mentol y posee 40% menos calorías y 75% menos carbohidratos (xilitol.es. 2013).

### c. Producción

El xilitol no sólo se encuentra en la naturaleza en muchas frutas y verduras como la coliflor, fresas, frambuesas, sino también en el maíz y el abedul, que es de dónde generalmente se extrae por razones económicas (xilitol.es. 2013).

La producción industrial de xilitol se realiza a través de la hidrogenación de xilosa, un proceso laborioso que hace que este sustituto de azúcar sea relativamente caro.

#### **d. Propiedades**

Según xilitol.es. (2013), las propiedades del xilitol son las siguientes:

- Es estable a altas temperaturas y carameliza sólo después de un calentamiento de varios minutos a temperatura de ebullición.
- Las propiedades anti-bacterianas tan típicas de xilitol determinan su poder anti-caries, y además interfieren en los procesos con levaduras.

#### **e. Aplicaciones**

Según Edward, F. (2013), se detallan las aplicaciones del xilitol en los siguientes productos:

- Goma de mascar.
- Mentas para el aliento.
- Caramelos duros.
- Pastillas para la garganta.
- Jarabes para la tos.
- Enjuagues bucales.
- Productos hechos especialmente para los diabéticos.

### **3. Eritritol**

El eritritol es un poliol cero calorías con una alta tolerancia digestiva, provee volumen, textura, alto efecto refrescante y los mismos beneficios de conservación que azúcar en productos libres de azúcar y libres de calorías. El beneficio de ser libre de azúcar hace al eritritol apto para consumidores que buscan salud dental, mantener su peso y evitar el consume de azúcar (cargill.com. 2014).

El eritritol también es conocido como un poliol o un alcohol de azúcar. Tiene un dulzor limpio similar a la sacarosa y tampoco tiene olor. Al igual que otros polioles el eritritol no promueve el daño dental y es seguro para gente con diabetes. De cualquier forma el eritritol provee 0 calorías por gramo y tiene una alta tolerancia digestiva que lo ayuda a diferenciarse sobre otros polioles (cargill.com. 2014).

### **a. Producción**

Se presenta naturalmente en ciertas frutas, como las peras, los melones y las uvas, además de en otros alimentos como los hongos y los alimentos derivados de la fermentación, como el vino, la salsa de soja y el queso. El eritritol es un polvo blanco cristalino con un sabor dulce y limpio similar al de la sacarosa. Tiene un nivel de dulzura de aproximadamente el 70 % del de la sacarosa y fluye fácilmente gracias a su naturaleza no higroscópica.

A nivel industrial es producido por medio de la fermentación de la glucosa con la levadura *Moniliella Pollinis* (datossobrelospolios.com. 2016).

### **b. Beneficios**

Los beneficios del eritritol son los siguientes según Edward, F (2013):

- Libre de azúcar
- No promueve el daño dental
- Sabor suave, limpio similar al del azúcar sin resabio
- Cero calorías por gramo
- Apto para diabéticos porque no incrementa los niveles de glucosa o insulina

### **c. Aplicaciones**

Edward, F. (2013), detalla las siguientes aplicaciones del eritritol:

Bebidas

Confitería

- Chocolate

- Caramelo macizo

Lácteos

- Helados

Otros

- Sustitutos de azúcar para mesa

#### 4. **Stevia**

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

La Stevia no tiene calorías y tiene efectos beneficiosos en la absorción de la grasa y la presión arterial.

No se reportan efectos secundarios de ninguna clase, como efectos mutagénicos u otros efectos que dañen la salud. 1 taza de azúcar equivale a 1 ½ a 2 cucharadas de la hierba fresca o ¼ de cucharadita de polvo de extracto (<http://steviaparaelmundo.galeon.com/> 2016).

El sabor dulce de la planta se debe a un glucósido llamado esteviosida, compuesto de glucosa, y rebaudiosida. La Stevia en su forma natural 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 (Ramírez, L. 2005).

##### **a. Beneficios**

Según Ramírez, L. (2005), los beneficios de la stevia son los siguientes:

- Antioxidante natural.
- Diurético suave (ayuda a bajar los niveles de ácido úrico).
- Beneficioso para personas con hipertensión.
- Combate la fatiga y la depresión.
- Mejora las funciones gastrointestinales.

## **b. Aplicaciones**

Según Ramírez, L. (2005), las aplicaciones de la stevia son las siguientes:

- Endulzante de alimentos: café, infusiones, chicles, caramelos, etc.
- Sustituto del azúcar en bebidas de bajo contenido calórico, salsas y repostería.

## **C. JARABE**

Los jarabes se usan desde hace mucho tiempo y antes de descubrirse el azúcar, se preparaban con miel y aunque su número se ha reducido, todavía constituyen una forma de dosificación. Su empleo se generalizó ampliamente porque enmascaran el sabor desagradable y son principalmente usados en cervecería, panadería, bebidas no alcohólicas, confitería, etc. Los líquidos que habitualmente integran el jarabe son el agua destilada, soluciones, extractivas, zumos, y otros (Navarrete, F. 2010).

Según NMX-F-169-1984, se entiende por jarabe al producto obtenido por disolución en agua potable de edulcorantes, adicionados o no de frutas y/o sabores, colorantes artificiales acidulantes e ingredientes opcionales permitidos, procesado de manera que asegure la conservación del producto terminado.

En la elaboración de jarabes es muy importante tener en cuenta el grado °Brix que se desea alcanzar, debido a que este tipo de líquido va a incidir directamente sobre el producto al cual se le va a añadir. En algunos casos se puede utilizar cierto tipo de colorantes permitidos para reponer el color que pierde la fruta en el momento de ser procesada; en otros casos se puede utilizar no sólo azúcar como agente endulzante sino también otros sustitutos como es el caso de la glucosa o de la fructosa dependiendo del tipo de consumidor al que se quiera llegar (Navarrete, F. 2010).

Generalmente el jarabe debe ser preparado en relación al grado de dulzor de la fruta; es decir que en una fruta muy dulce, se debe adicionar un jarabe con menos °Brix (Navarrete, F. 2010).

## 1. Tipos de Jarabes

### a. Jarabe de azúcar invertido

El azúcar invertido es un producto de alta concentración y viscosidad que procede de la transformación de la sacarosa mediante procesos que implican exposición térmica y cambios bruscos en el pH mediante el uso de ácidos y bases autorizados. También existe la inversión del azúcar mediante la utilización de una enzima llamada invertasa.

Durante su proceso, lo más común es la utilización de ácido cítrico y temperaturas cercanas a los 100 grados. Además, el azúcar llega a tener un poder edulcorante de hasta 1,4 veces más de azúcar común. Esto significa que se obtiene mayor rendimiento de la misma materia prima (burgosano.com. 2016).

El azúcar invertido tiene un extraordinario poder anti-cristalizante. Por otro lado, en repostería, acelera el proceso de fermentación de las levaduras, consiguiendo productos finales con un acabado más brillante y esponjoso (burgosano.com. 2016).

### b. Jarabe de maíz

El jarabe de maíz es un edulcorante calórico derivado del maíz. Son adecuados para ser utilizados en una gran variedad de bebidas y alimentos. La sacarosa es el edulcorante más utilizado en los EE.UU. y alrededor del mundo.

Resulta haber sido adoptados por muchos fabricantes de alimentos de los EE.UU. porque ofrecen numerosas ventajas sobre la sacarosa granulada. El maíz es abundante y más fácil de cultivar.

También el jarabe de maíz resulta más estable, particularmente en bebidas ácidas, y como es líquido, es más fácil de transportar, manejar y mezclar que la sacarosa granulada (burgosano.com. 2016).

### **c. Jarabe de fructosa**

Resulta ser un derivado del almidón utilizado como edulcorante que después de un proceso da lugar a un producto rico en fructosa. Se extrae principalmente del almidón de maíz por lo que se suele relacionar con el jarabe de maíz rico en fructosa.

Generalmente, el dulzor del jarabe de fructosa es mayor que el de glucosa dada sus características similares a la sacarosa, llegando a ser 1,8 veces más dulce que la sacarosa.

Debido a su poder edulcorante es utilizado en infinidad cantidad de alimentos y bebidas como cereales y galletas, helados, repostería, bebidas azucaradas o refrescos, etc. (burgosano.com. 2016).

### **d. Jarabe de glucosa**

Es un líquido viscoso y denso que se suele obtener de alimentos como el maíz, el trigo o la patata.

Su función básica es potenciar el sabor y endulzar los alimentos y, a diferencia del azúcar común, sólo proporciona un grado de dulzor del 40%. Resulta sumamente espeso, con una consistencia parecida a la de la miel, es incoloro, cristalino y de rápida disolución.

Es muy empleado en diferentes áreas como panadería, repostería, en la elaboración de chocolates, helados o moldes para flanes, con importante capacidad de potenciar la consistencia en los productos a los que se aplica, por ejemplo, la textura cremosa en los helados (burgosano.com. 2016).

## **2. Requisitos específicos**

En el Cuadro 2, se indica las especificaciones físicas y químicas que deben cumplir los jarabes según la Norma Mexicana NMX-F-169-1984.

Cuadro 2. REQUISITO FÍSICO Y QUÍMICO EN JARABES

<b>Especificaciones</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Cenizas en %	0	3
pH	3	7
Grados Brix	59.1	

Fuente: Norma Mexica 169. (1984).

Los jarabes elaborados previamente analizados deben cumplir con los requisitos microbiológicos reportados en el Cuadro 3 y 4, para muestra unitaria de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-F-169-1984 y la Norma sanitaria Peruana RMN° 684-2005.

Cuadro 3. REQUISITO MICROBIOLÓGICO EN JARABES SEGÚN NORMA MEXICANA

<b>Especificaciones</b>	<b>UFC/gr Máximo</b>
Coliformes Totales	Negativo
Hongos y levaduras	10

Fuente: Norma Mexica 169. (1984).

Cuadro 4. REQUISITO MICROBIOLÓGICO EN JARABES SEGÚN NORMA SANITARIA PERUANA

<b>Especificaciones</b>	<b>UFC/gr Máximo</b>
Aerobios mesófilos	10
Hongos y levaduras	10

Fuente: Norma Sanitaria Peruana 684. (2005).

En el Cuadro 5, se detalla las características organolépticas que deben cumplir los jarabes según la Norma Mexicana NMX-F-169-1984.

Cuadro 5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS A CONSIDERARSE EN LOS JARABES

<b>Atributos</b>	<b>Características</b>
Color	Característico
Olor	Característico y libre de olores extraños
Sabor	Dulce y característico y libre de sabores extraños
Apariencia	Fluido viscoso

Fuente: Norma Mexica 169. (1984).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicado en el kilómetro 1<sup>1/2</sup> Panamericana Sur de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, que se encuentra a una altitud de 2740 m.s.n.m con una latitud de 01° 38'S y una longitud de 78° 40'W, las condiciones meteorológicas del cantón Riobamba que se reportan en el Cuadro 6.

El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días (2 meses) distribuidos en la adquisición de la pulpa, obtención de los edulcorantes, elaboración del jarabe, análisis proximal, microbiológico y sensorial del producto terminado.

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

INDICADORES	PARÁMETROS
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación relativa (mm. /año).	42.8
Humedad relativa %.	61.4
Viento/velocidad (m/s).	12.35
Heliofania (horas/sol).	1317.6

Fuente: Estación meteorológica de la FRN de la ESPOCH. (2011).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizó 20 unidades experimentales, distribuidos en 4 tratamientos con 5 repeticiones, siendo el tamaño de la unidad experimental de 0.5 lts de jarabe de tamarindo, dando un total de 2.5 lts de producto. Además, se tomaron muestras de 100 ml de cada repetición para determinar la calidad nutritiva, muestras de 200 ml para el respectivo análisis microbiológico y 25 ml de cada repetición para el análisis sensorial.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron para la elaboración del jarabe de tamarindo fueron los siguientes:

### **1. Elaboración del jarabe**

#### **a. Materiales**

- Cocina
- Olla
- Recipientes de plástico.
- Paletas.
- Cámara fotográfica
- Termómetro
- Botellas

#### **b. Insumos**

- Pulpa de tamarindo
- Agua
- Edulcorantes (sacarosa, stevia líquida, xilitol y eritritol)
- Goma Xantan
- Benzoato de Sodio
- Sorbato de potasio

### **2. Equipos de laboratorio**

- Balanza analítica
- PH
- Termómetro
- Brixómetro
- Estufa

### 3. Equipos de oficina

- Computador
- Calculadora
- Lápiz
- Hojas

### 4. Materiales para la Limpieza

- Detergentes
- Franela
- Escoba
- Recogedor
- Fundas plásticas

### 5. Instalaciones

- Laboratorio de Procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias- ESPOCH.
- Laboratorio de microbiología y parasitología.
- Laboratorio de Bromatología y nutrición animal.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la composición química y organoléptica, del jarabe de tamarindo por efecto de la utilización de edulcorantes naturales (xilitol, eritritol y stevia) en reemplazo del azúcar convencional, por lo que se contó con tres tratamientos experimentales frente a un tratamiento control y cada uno de ellos con cinco repeticiones y que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar y para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$\mu$ = Media general

$\alpha_i$ = Efecto de los edulcorantes

$\epsilon_{ij}$ = Error experimental

El esquema del experimento utilizado se reporta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento (Edulcorante)	Codificación	T.U.E.	Repetición	lt/Tratam
Azúcar (control)	T0	0.5	5	2.5
Xilitol	T1	0.5	5	2.5
Eritritol	T2	0.5	5	2.5
Stevia	T3	0.5	5	2.5
<b>Total, litros jarabe</b>				<b>10</b>

TUE\* Tamaño de la Unidad Experimental. 0.5 lts.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Análisis proximal

- pH
- Contenido de Humedad, %
- Contenido de Azúcares totales, %
- Contenido de Sólidos solubles totales, °Brix
- Contenido de Proteína, %
- Contenido de Cenizas, %

### 2. Análisis sensorial

- Color, puntos.
- Olor, puntos.
- Sabor, puntos.

- Apariencia, puntos.
- Total, puntos.

### 3. Pruebas Microbiológicas

- Coliformes totales, UFC/g.
- Mesófilos aerobios, UFC/g.
- Mohos y levaduras, UFC/g.

### 4. Análisis económico

- Costo de Producción USD/lit de jarabe.
- Beneficio/costo.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias, en las variables paramétricas.
- Separación de medias con la prueba de Tukey, al nivel de significancia de  $P < 0,05$ .
- Mientras que para las variables no paramétricas se realizara la prueba de Rating Test.
- Estadística descriptiva en los resultados microbiológicos.

El esquema del análisis de varianza (ADEVA) utilizado se reporta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuentes de varianza	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se detallan las actividades que se realizaron en la presente investigación:

### 1. Programa sanitario

Previa a la elaboración del producto se realizó una limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y materiales a utilizar, con la finalidad de que el área de trabajo se encuentre aséptica y libre de cualquier agente patógeno que pueda alterar la calidad del producto final. Esta actividad se desarrolló cada vez que se elaboró el producto.

### 2. Formulación del jarabe de tamarindo

En el Cuadro 9, se señala la formulación que se utilizó para la elaboración del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales.

Cuadro 9. FORMULACIONES DEL JARABE DE TAMARINDO.

Ingredientes	Tratamiento 0 (sacarosa)	Tratamiento 1 (stevia)	Tratamiento 2 (xilitol)	Tratamiento 3 (eritritol)
Pulpa	35%	35%	35%	35%
Edulcorantes	43%	43%	43%	43%
Agua	22%	22%	22%	22%
Goma xantan	-	1%	1%	1%
Sorbato de potasio	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

### **3. Elaboración del jarabe de tamarindo**

Para la elaboración de jarabe de tamarindo con la utilización de diferentes edulcorantes naturales se basó en el diagrama de flujo que se representa en el Gráfico 1, cuya descripción del procedimiento es el siguiente:

- Recepción de materias primas e ingredientes: En esta fase se verificó que la materia prima sea fresca y se evitó una manipulación inadecuada para que no exista contaminación. Se receptó la pulpa, edulcorantes (sacarosa, stevia, xilitol y eritritol) y conservantes que se emplearon en el proceso.
- Pesar los edulcorantes de acuerdo a las formulaciones.
- Diluir los edulcorantes en agua (60% de agua y 40% de azúcar).
- Mezclar y calentar por 25 a 30 minutos.
- Medir temperatura (85 °C).
- Agregar la pulpa de tamarindo.
- Medir grados Brix.
- Agregar los conservantes (utilizar benzoato de sodio como conservador en proporción de medio gramo por kilogramo de edulcorante utilizado en el jarabe).
- Hervir lentamente por 10 minutos.
- Envasado: Una vez que el jarabe se encuentra contenido en los envases tapados, estos se colocan boca abajo en agua helada para hacer la acción de vacío.
- Etiquetado.
- Almacenado: El producto terminado debe mantenerse en un lugar fresco para evitar la solidificación del jarabe.

## a. Diagrama de flujo

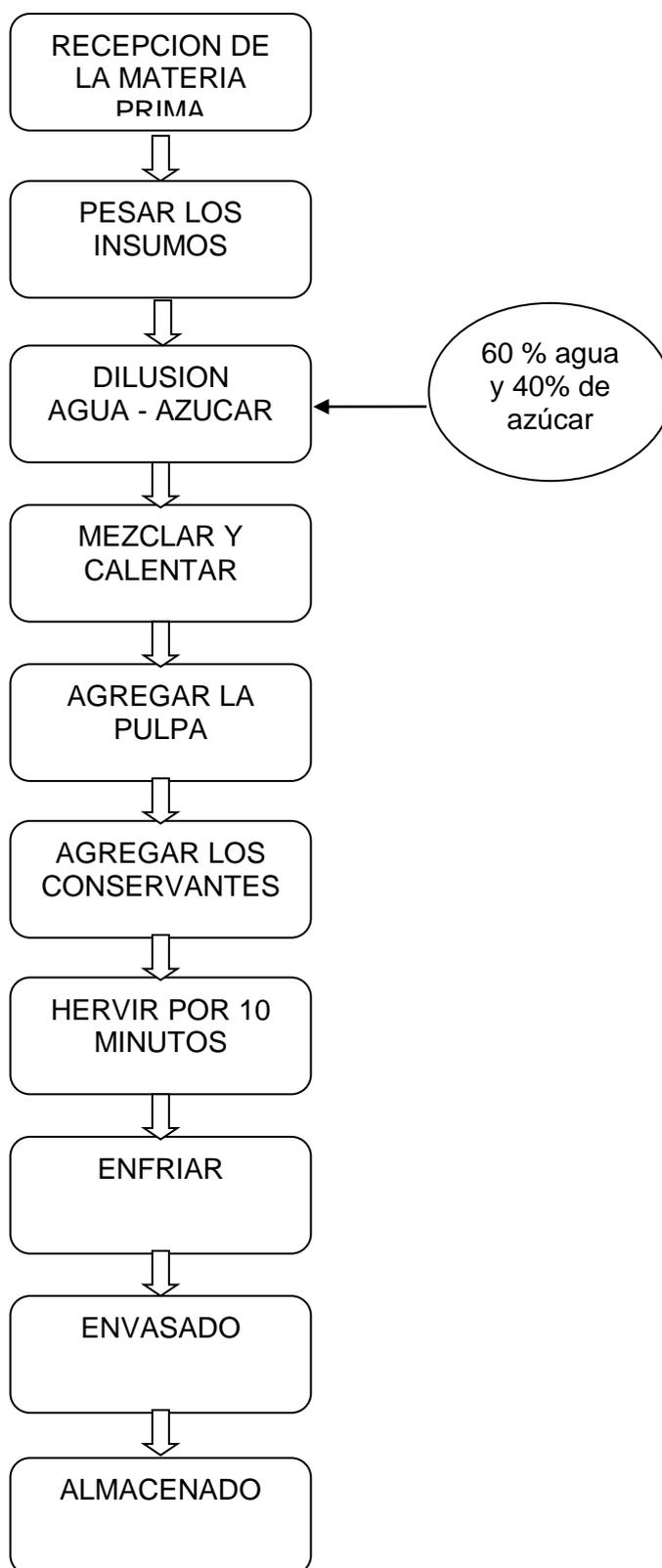


Gráfico 1. Diagrama de proceso para la elaboración del jarabe de tamarindo.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Se realizó los siguientes análisis de laboratorio en el producto terminado los cuales se detallan a continuación:

### 1. Análisis proximal

#### a. pH

- Se pesó 10g de muestra preparada.
- Se añadió 100ml de agua destilada.
- Se mezcló hasta homogenizar.
- Se estandarizo el peachimetro utilizando la solución buffer 7.
- Se introdujo el peachimetro en el vaso de precipitación que contiene la muestra.
- Se sacó el peachimetro del recipiente. " Leer "

#### b. **Solidos solubles totales, (°Brix).**

Se evaluó con la ayuda de un Brixómetro en el cual se coloca la muestra a 15°C, esta debe registrar 59.1 °Brix.

#### c. **Humedad**

Método de Secado al Horno.- En este método la muestra se calienta bajo condiciones específicas y la pérdida de peso de la muestra se utiliza para calcular el contenido de humedad de la misma. El valor del contenido de humedad obtenido es altamente dependiente del tipo de horno que se va a utilizar, las condiciones del horno y el tiempo, así como la temperatura de secado. El tiempo requerido para el análisis puede ser de unos cuantos minutos hasta más de 24 horas.

### 1. Material

- Recipiente de aluminio

- Arena
- Pinza
- Crisoles
- Balanza analítica
- Estufa
- Desecador
- Muestras de Jarabe de tamarindo

## 2. Procedimiento

- Tarar los crisoles, hasta que se encuentren en un peso constante.
- Pesar los crisoles y anotar el peso.
- Pesar 4.5 gramos de muestra (jarabe de tamarindo) y anotar el peso.
- Llevamos a la estufa a 105°C por 24 horas.
- Con ayuda de la pinza sacamos los crisoles y los llevamos al desecador por 30 minutos hasta que se enfríen.
- Pese las muestras secas si es posible hasta peso constante.
- Calcule el contenido de humedad como el peso perdido de la muestra durante el secado según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{muestra seca}) - (\text{peso crisol})}{(\text{peso crisol} + \text{muestra fresca}) - (\text{peso crisol})} \times 100$$

$$\text{Humedad Higroscopica} = 100 - \% \text{ M.seca}$$

- Registre el contenido de humedad.

### d. Cenizas

La técnica que se utilizó en el laboratorio fue la de cenizas en seco, el cual consistió en quemar la muestra al aire y posteriormente en una mufla para eliminar todo el material orgánico.

## 1. Material

- Pinza
- Crisoles + muestra seca
- Balanza analítica
- Pre-calcinador
- Mufla
- Desecador

## 2. Procedimiento

- Partimos con los crisoles con muestra seca.
- Llevamos a la plancha precalcinadora hasta que las muestras dejen de emitir humo.
- Realizado este paso con ayuda de una pinza llevamos los crisoles tapados a la mufla a 550°C por 4 horas.
- Transcurrido el tiempo apagamos la mufla y lo dejamos enfriar.
- Procedemos a sacar los crisoles con muestra y llevamos al desecador por unos 10 minutos.
- Pesamos el crisol con muestra calcinada.
- Calculamos el contenido de cenizas con la siguiente formula:

$$\text{Cenizas} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{ceniza}) - (\text{peso crisol})}{(\text{peso crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso crisol})} \times 100$$

$$\text{Ceniza seca} = \frac{100 \times \% \text{ ceniza}}{\% \text{ materia seca}}$$

### e. Azúcares Totales

Se lo hace por diferencia aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{A. Totales} = \text{Sólidos totales} - \text{Minerales} - \text{Proteína}$$

## f. Proteína

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

- a) Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo, o
- b) Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

### 1. Material y equipo

- Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg.
- Equipo Kjeldahl
- Manto calefactor
- pHmetro
- Material usual de laboratorio.

### 2. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado, p.a.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio, p.a.
- Sulfato cúprico, p.a.
- Solución de hidróxido de sodio al 15 %. Disolver 150 g de NaOH y completar a 1 litro. Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> conc. Y completar a 1 litro, luego estandarizar con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidro p.a. 6.6.- Solución de hidróxido de sodio al 30 %. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1 litro.
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 mL de etanol (95 %)
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1 litro con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico.
- Ácido bórico al 3 %. Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1 litro.

- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 mL de HCl conc. y enrasar a 1 litro. Valorar con Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidro.

### 3. Procedimiento

- Realizar la muestra en duplicado.
- Efectuar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.
- Pesar al 0.1 mg. alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (m) en un matraz de digestión Kjeldahl.
- Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 mL de ácido sulfúrico conc.
- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 mL de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico. Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis).
- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 min. más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente. Enfriar y agregar 200 mL de agua.
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 mL de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 mL en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
  - a) 50 mL de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para que se pueda

realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo o

- b) 50 mL de ácido bórico al 3 %. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6 Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 mL de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %

#### 4. Cálculo y expresión de resultados

$$\% N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{m \times 1000}$$

Dónde: V: 50 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

m : masa de la muestra, en gramos

## 2. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico del jarabe de tamarindo se realizará en placas Petrifilm para lo cual se harán disoluciones de 10<sup>-1</sup> de todas las muestras.

El análisis microbiológico que debe cumplir el jarabe de tamarindo es el siguiente:

- Aerobios mesófilos: 10 UFC/g.
- Coliformes: Negativo.

- Hongos/ Levaduras: 10 UFC/g.

### 3. Análisis sensorial

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través de los sentidos, con los cuales se determinaron las características que presentan cada muestra de jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales (stevia, xilitol y eritritol) frente a la muestra control de jarabe de tamarindo con sacarosa. Con una calificación para cada uno de los tratamientos en estudio con un puntaje de 5 me gusta mucho, 4 me gusta, 3 no me gusta ni me disgusta, 2 me disgusta, 1 me disgusta mucho como se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DE ANALISIS SENSORIAL.

DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

### 4. Análisis económico

#### a. Costos de Producción

Se lo realizó sumando todos los gastos incurridos en la producción de 2.5 lts de producto terminado por cada uno de los tratamientos.

#### b. Beneficio/costo

Se realizó dividiendo los ingresos que se generan por la venta del producto (ingresos totales), dividiendo para los gastos realizados (egresos del producto).

BC= Ingresos totales /Egresos totales.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. CARACTERÍSTICAS PROXIMALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.**

Los resultados en relación al análisis proximal del jarabe de tamarindo se reportan en el Cuadro 11.

##### **1. pH**

En cuanto al pH se evidencio que no existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), por efecto de los edulcorantes naturales, por cuanto reflejaron un pH de 4,16 con el uso de xilitol a 4,14 con sacarosa, stevia y eritritol como se observa en el Gráfico 2. Según la FAO (2004), un pH bajo en una mezcla fruta-jarabe favorece la inactivación de microorganismos. Este bajo pH depende de la fruta y la acidificación que se le permita ajustar al jarabe, el pH debe ser menor a 4.2, lo cual concuerdan con los resultados.

Guevara (1991), menciona que esta acidez se alcanza por el ácido de la fruta, pero de no ser así, se debe añadir ácido cítrico al jarabe; la adición del ácido debe controlarse muy bien para evitar la inversión de la azúcar en el jarabe.

Según Marcial. N (2008), en su trabajo de investigación en la elaboración de jarabe de jícama reporto un pH de 5.2, el cual es superior a los obtenidos en esta investigación, por lo que cabe señalar que se encuentran dentro del límite permisible de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-169-1984.

Cuadro 11. CARACTERÍSTICAS PROXIMALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.

Variables	Edulcorantes				E.E.	Pro.
	Sacarosa	Stevia	Xilitol	Eritritol		
Ph.	4,14 a	4,14 a	4,16 a	4,14 a	0,02	0,92 ns
Humedad, %.	35,50 c	39,85 a	38,92 b	38,90 b	0,02	1,09E-25 **
Azúcares totales, %.	61,40 a	56,19 c	57,64 b	57,64 b	0,06	4,80E-19 **
Sólidos solubles totales, °Brix.	58,82 a	58,8 a	58,8 a	58,8 a	0,23	1,00 ns
Proteína, %.	2,18 a	2,20 a	2,16 a	2,14 a	0,06	0,92 ns
Ceniza, %.	0,92 d	1,76 a	1,27 c	1,33 b	0,00	3,16E-30 **

Prob. > al 0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob. < al 0,05 existen diferencias estadísticas

Prob. < al 0,01 existen diferencias estadísticas altamente significativas

Medias con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente según la prueba de Tukey

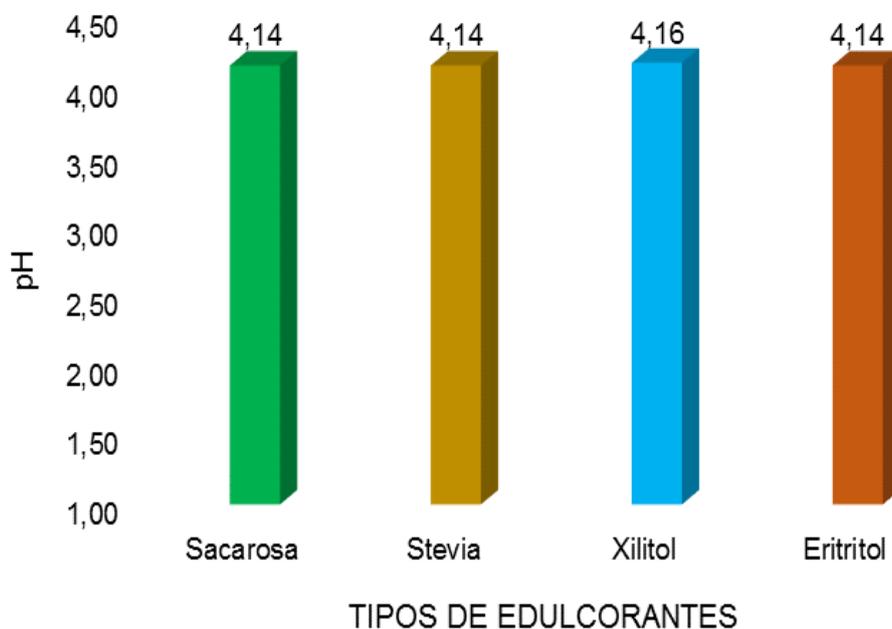


Gráfico 2. pH del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

## 2. Contenido de Humedad. (%)

Los valores medios del contenido de humedad del jarabe de tamarindo, registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los diferentes edulcorantes naturales, registrándose el valor más alto de 39,85% con stevia, de tal forma con la utilización de sacarosa se obtuvo el valor más bajo con 35,5% como se registra en el Gráfico 3. Esto es relevante porque un jarabe con contenido alto de humedad es susceptible al desarrollo de patógenos y disminuirá su calidad (NMX, 2008).

Hidalgo. E y Napo. C (2014), reportaron en su investigación de elaboración de jarabe de maracuyá y coco un porcentaje de humedad de 21,98% y 26,14% respectivamente, siendo estos menores a nuestro contenido de humedad; sin embargo en la tabla de composición de alimentos de centro américa, INCAP (2012), registran porcentajes de humedad de 50% para jarabes dietéticos y 32,11% para el jarabe de maple.

De acuerdo a la Norma Sanitaria Aplicable a los azúcares y jarabes destinados al consumo humano (2005), especifica que los jarabes naturales deben poseer

como mínimo un porcentaje de humedad del 30%. Por cuanto el aumento del contenido de humedad se debe a que los polioles sirven como humectantes, agentes de volumen y depresores del punto de congelación (Edwards, 2002).

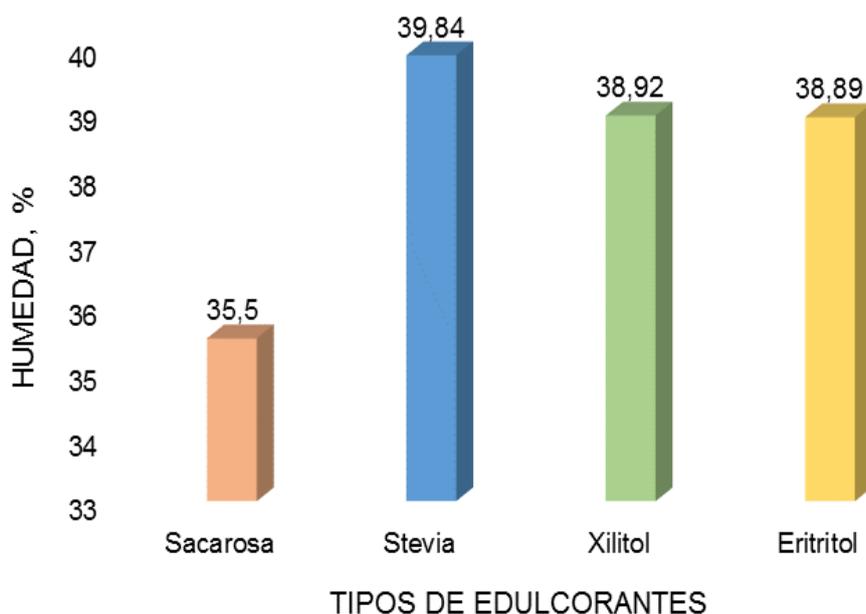


Gráfico 3. Contenido de humedad (%), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

### **3. Contenido de azúcares totales. (%)**

En el análisis estadístico del contenido de azúcares totales del jarabe de tamarindo, elaborado con diferentes edulcorantes naturales, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), registrándose valores entre 61,40% y 56,19%, que corresponden al empleo de sacarosa y stevia registrados en el Gráfico 4. Según Rivera. R; Herrera. C y Baquero. M (2010), la mayoría de los jarabes presentan un contenido de sacarosa de entre 50 y 60%, excepto los jarabes dietéticos y los de alta acidez (bajo pH), lo cual promueve la hidrólisis de la sacarosa y un incremento en el contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa).

Rivera. R; Herrera. C y Baquero. M (2010), en su investigación sobre la Evaluación físico-química de la calidad de los jarabes, reportaron que un 60% de los jarabes comerciales analizados contienen de 58 a 64% de azúcares totales.

La normativa internacional establece un mínimo de azúcares totales de 62%, por lo que el jarabe de tamarindo cumple con las especificaciones.

El descenso de azúcares totales, fue porque los edulcorantes xilitol y eritritol no son azúcares, son carbohidratos con una estructura química que se parece en parte a la del azúcar y no aportan calorías al igual que la stevia (Tarka. M, 2010).

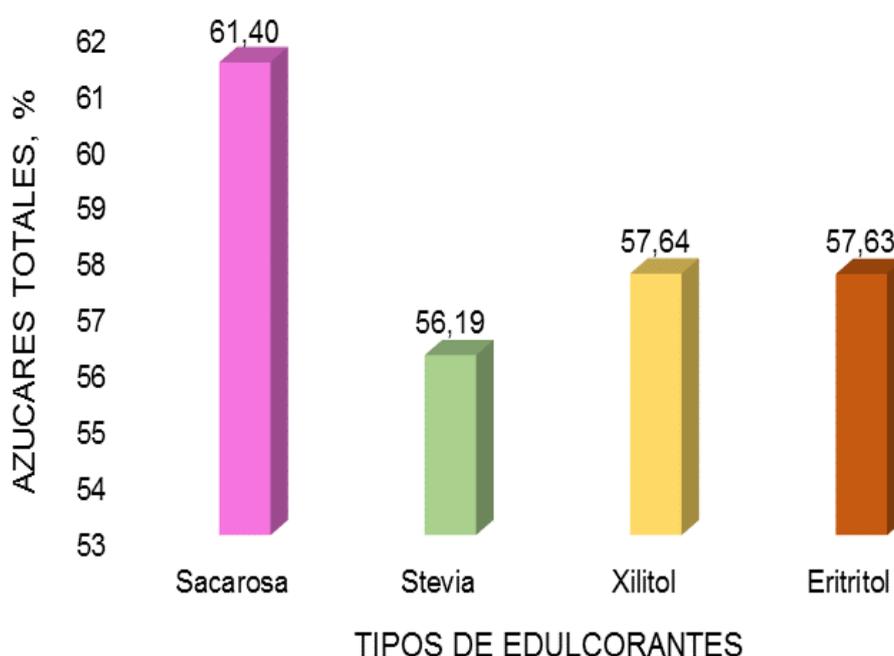


Gráfico 4. Contenido de azúcares totales (%), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

#### 4. Sólidos Solubles totales, (°Brix).

El contenido de sólidos solubles totales en relación a la utilización de diferentes edulcorantes naturales no determinaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), reportando una cantidad de °Brix de 58.80 a 58.82 como se observa en el Gráfico 5. Según Larqué (2004) indica que dentro del estándar de calidad de un jarabe de mesa, está el control de concentraciones de sólidos solubles, el porcentaje recomendado por el código de regulaciones del FDA, nos dice que debe tener al menos el 65% de grados Brix, en el caso que sea jarabe de mesa, existen diferentes rangos dependiendo del tipo de jarabe.

Según Formoso (1999), señala que se pueden clasificar de acuerdo al ° Brix, por tanto se consideró un jarabe equivalente a hebra gruesa o fuerte por estar dentro de los 58 °Brix.

Santaria. T (2016), señala en su investigación de jarabe de granadina una cantidad de sólidos solubles totales de 67.8 °Brix, siendo este de mayor concentración a comparación de nuestro jarabe de estudio.

Los °Brix que se reportaron, se encuentran dentro de las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-F-169-1984.

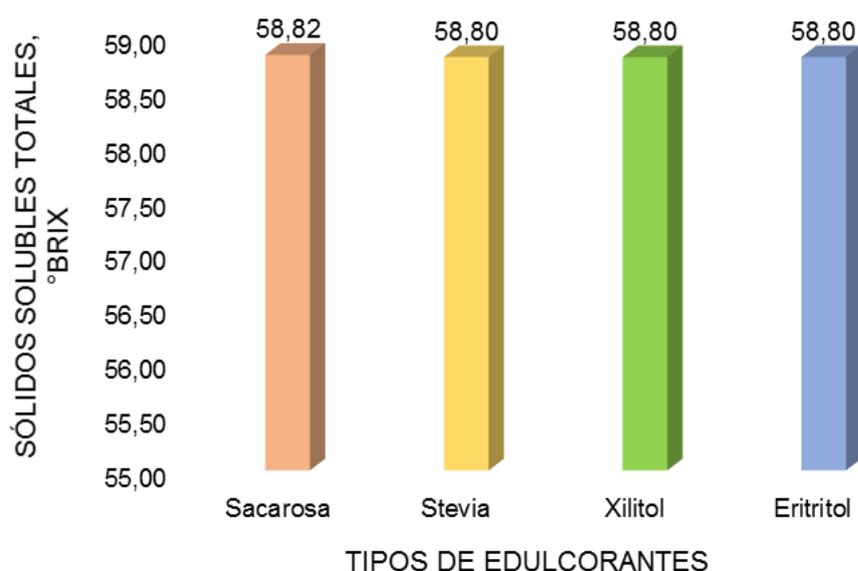


Gráfico 5. Contenido de Sólidos solubles totales, °Brix del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

##### **5. Contenido de proteína. (%).**

Mediante el análisis del contenido de proteína del jarabe de tamarindo, no registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de la adición de diferentes edulcorantes naturales, por cuanto se encontraron entre 2,14% a 2,20% de proteína, (Gráfico 6). De acuerdo al INCAP (2012), se registraron jarabes de maíz y de agave con 0% de proteína en su composición ya que tan solo son mezclas de agua y azúcar.

Sin embargo el jarabe que se elaboró, presentó una fuente considerable de proteínas, pues la adición de edulcorantes naturales no tiene mayor relación ya que no contiene en su estructura proteína, por lo cual los cambios en la composición se dan por otros fenómenos, como puede ser la calidad de la pulpa de tamarindo y su contenido proteico.

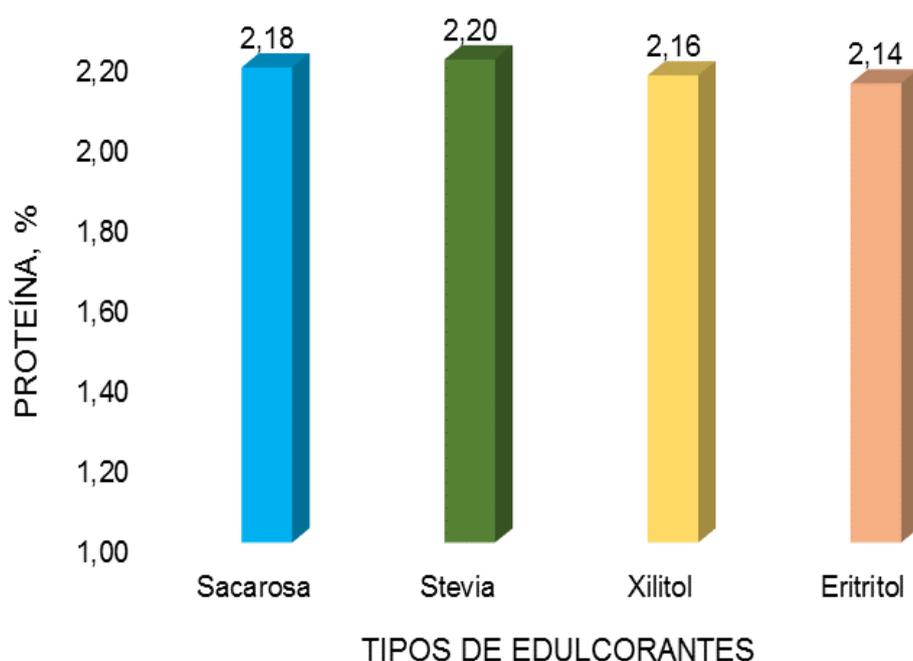


Gráfico 6. Contenido de proteína (%), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

## 6. Contenido de cenizas. (%)

En el contenido de cenizas del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales, registró diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), el reporte más alto fue de 1,76% con el uso de stevia, y que desciende a 1,33% con eritritol, seguido del xilitol con un valor de 1,26%; el reporte más bajo fue registrado con la utilización de sacarosa con 0,92%, (Gráfico 7). Los valores son superiores a los reportados por Mina. K (2016) con 0,60% de cenizas en el jarabe de jícama, sin embargo son inferiores a los determinados por Rodríguez. S (2008), que al elaborar jarabe fructosado a partir de plátano presentó 2,07%. Este comportamiento depende de la cantidad de ceniza que contenga la materia prima al ser adicionado.

Gonzalo. L (2010), menciona que los edulcorantes naturales disponen en su estructura minerales, los cuales se reflejan en forma de cenizas, por lo que puede aumentar este contenido.

Según la Norma Mexicana NMX-F-169-1984, establece que los jarabes destinados para consumo humano deben poseer en su composición un porcentaje máximo de 3%, de tal forma que se encuentran dentro del rango establecido.

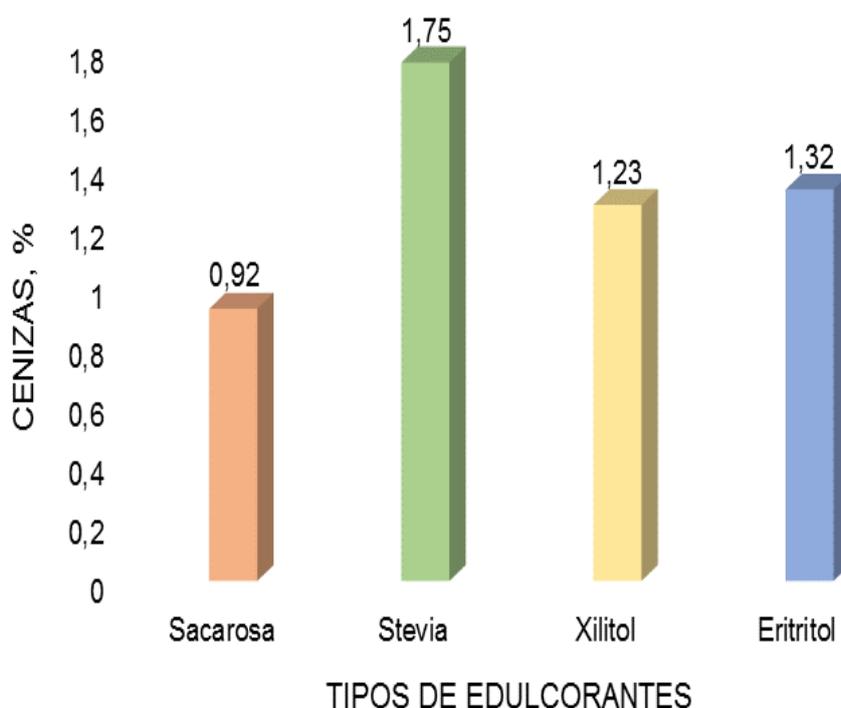


Gráfico 7. Contenido de cenizas (%), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales

## **B. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.**

Los resultados de la evaluación sensorial del jarabe de tamarindo, por efecto de los diferentes edulcorantes se reportan en el Cuadro 12, los mismos que se analizan a continuación.

## 1. Color, 5 puntos

Los valores reportados a la característica sensorial color del jarabe de tamarindo no reportó diferencias significativas, por efecto de la utilización de diferentes edulcorantes naturales, por lo tanto se registró calificaciones similares que fueron de 4,00 sobre 5 puntos de referencia con eritritol a 4,63 puntos con sacarosa, (Gráfico 8). Lefevre (1971), reportó que el principal pigmento de la coloración del tamarindo es la antoxantina vitexina, además de taninos y otros pigmentos, Lewis y Neelakantan (1964), reporta también a la vitexina como pigmento principal en la pulpa de tamarindo por lo que no se ve afectado el color por los edulcorantes añadidos.

Además Reyó. A, Macías. D, Soto. M y Ortiz. J (2010), mencionan que el uso de edulcorantes naturales representa ciertas ventajas respecto a los azúcares tradicionales, ya que no produce reacciones de oscurecimiento.

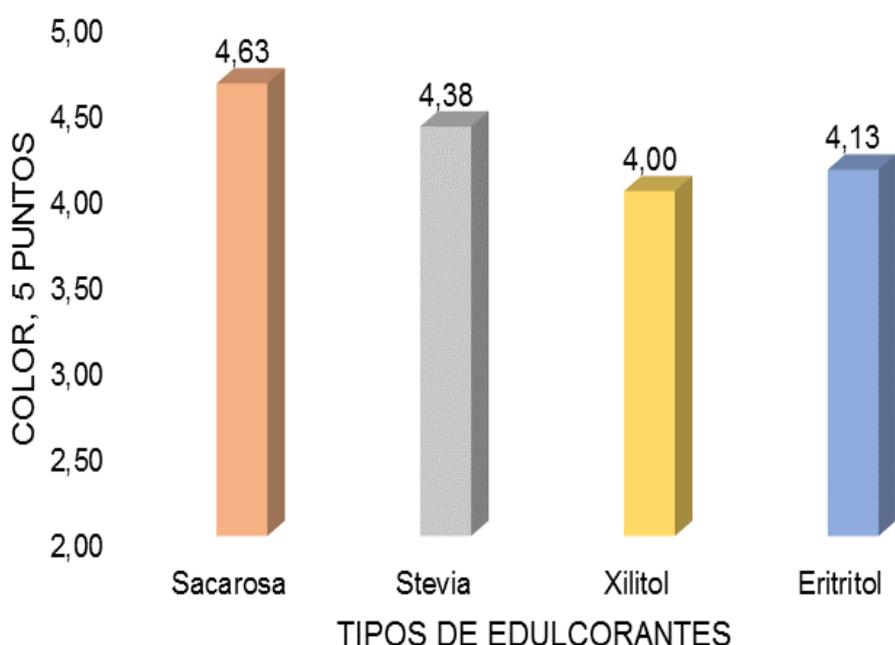


Gráfico 8. Valoración sensorial del color (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NARUTALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.

Variables	Tipos de edulcorantes				E.E.	Pro.
	Sacarosa	Stevia	Xilitol	Eritritol		
Color, 5 puntos	4,63 a	4,38 a	4,00 a	4,13 a	0,28	0,84 ns
Olor, 5 puntos	4,19 a	4,00 a	3,56 a	3,94 a	0,21	1,46 ns
Sabor, 5 puntos	4,56 a	4,06 ab	2,38 b	3,69 ab	0,32	8,13 **
Apariencia, 5 puntos	3,63 a	3,38 a	2,75 b	3,50 a	0,16	4,94 *
Total, 20 puntos	17,00 a	15,81 ab	12,69 b	15,25 ab	0,62	8,44 *

Prob. > al 5% existen diferencias estadísticas

Prob. > al 1% existen diferencias estadísticas

Medias con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente según la prueba de Tukey

## 2. Olor, 5 puntos

Las calificaciones asignadas al atributo olor del jarabe de tamarindo, no reportó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de la inclusión de edulcorantes naturales, por cuanto las calificaciones recibidas fueron entre 3,56 puntos a 4,19 puntos sobre 5 puntos de referencia, que son los casos extremos y que corresponde al xilitol y sacarosa, (Gráfico 9). Fraile et al. (2008) señalaron que el olor característico del tamarindo se debe a los monoterpenoides y a los compuestos aromáticos. El jarabe de tamarindo debe caracterizarse por tener un olor característico a la fruta, este debe ser intenso y libre de olores extraños (NMX-F-169-1984).

Se deduce que el atributo olor del jarabe de tamarindo es totalmente independiente de la utilización de edulcorantes naturales y que tan solo va a depender de la fruta utilizada.

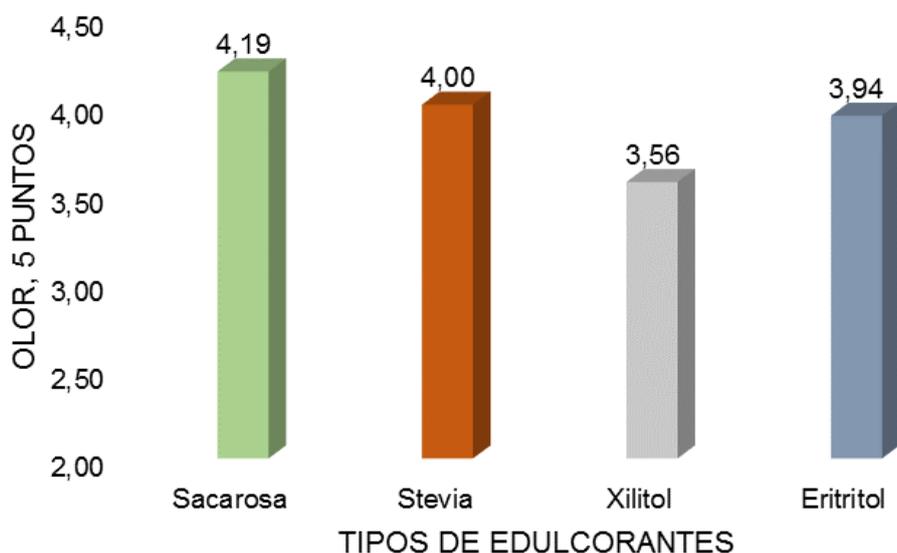


Gráfico 9. Valoración sensorial del olor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

## 3. Sabor, 5 puntos

En el Gráfico 10, se observa que entre las valoraciones del sabor del jarabe de tamarindo, reportó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por efecto de los diferentes

edulcorantes naturales, recibiendo calificaciones que fueron entre 2,38 puntos a 4,56 puntos, correspondiente al xilitol y sacarosa respectivamente. Según Moura. M (2016), menciona que el sabor agrisado de este alimento se debe a una afortunada combinación de azúcares y ácidos orgánicos.

La función primaria de los edulcorantes naturales es proporcionar dulzor, además de enmascarar los sabores dejan regustos desagradables, esto depende de la elección del edulcorante empleado (Reyo. A, Macías. D, Soto. M y Ortiz. J, 2010)

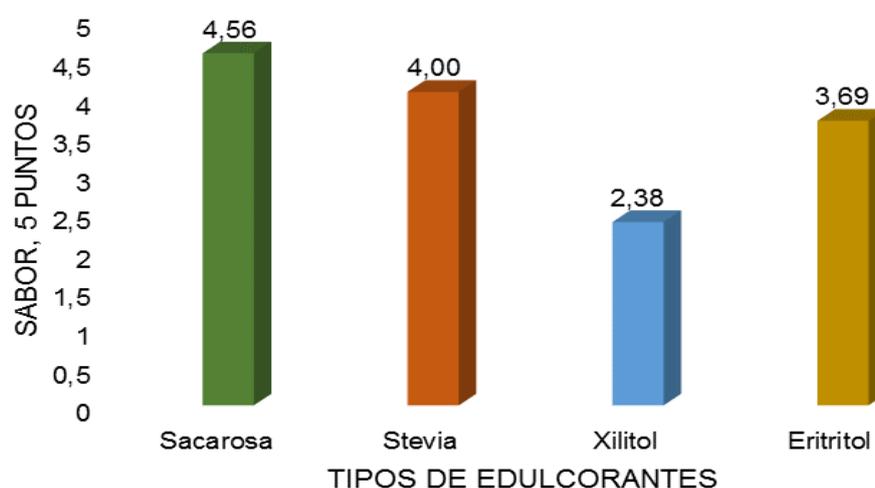


Gráfico 10. Valoración sensorial del sabor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.

#### 4. Apariencia, 5 puntos

Los valores medios obtenidos de la apariencia del jarabe de tamarindo, reportaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes edulcorantes naturales, estableciéndose que las calificaciones más altas fueron de sacarosa, eritritol y stevia con valores de 3,63 puntos, 3,50 puntos y 3,38 puntos sobre 5 de referencia y que desciende a 2,75 puntos con el uso de xilitol, (Gráfico 11). Según [lisetramirez.wikia.com](http://lisetramirez.wikia.com), los jarabes se presentan como líquidos viscosos homogéneos, transparentes, brillantes, incoloros o coloreados. El azúcar proporciona volumen a los alimentos y esto influye en la apariencia de los productos. (Goldfein, K y Slavin, J. 2015).

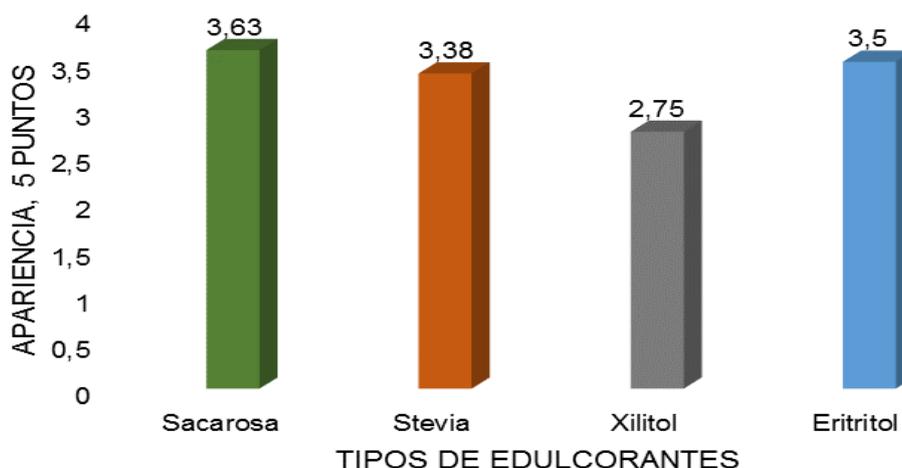


Gráfico 11. Valoración sensorial de la apariencia (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

##### 5. Características organolépticas totales (puntos)

La valoración total de las características organolépticas del jarabe de tamarindo establecieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de los diferentes edulcorantes naturales, distinguiéndose superioridad en el uso de sacarosa con un valor de 17 puntos sobre 20 obteniendo una calificación de bueno a diferencia de emplear xilitol, en el que se aprecia un valor de 12,69 puntos, recibiendo una calificación regular como se presenta en el Gráfico 12.

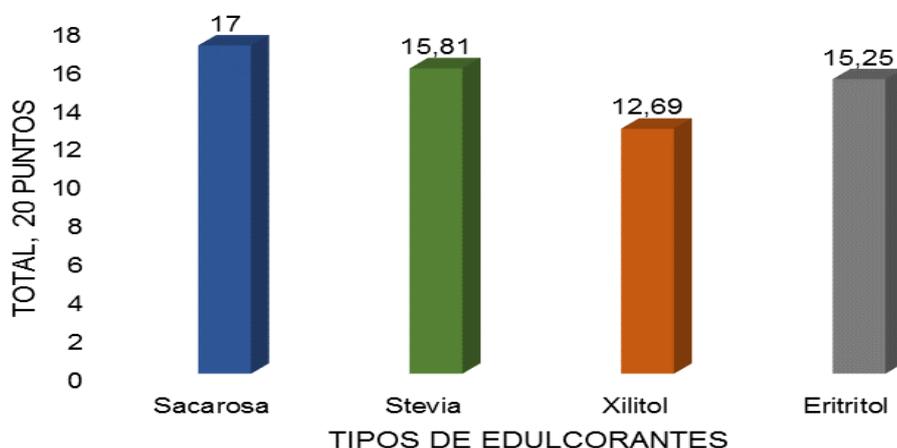


Gráfico 12. Valoración organoléptica total (sobre 20 puntos), del jarabe de tamarindo elaborado con diferentes edulcorantes naturales.

## C. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.

### 1. Coliformes totales

Los análisis microbiológicos realizados, determinaron la ausencia de Coliformes totales en el jarabe de tamarindo, por efecto de diferentes edulcorantes naturales, como se muestra en el Cuadro 13 y que concuerdan con la Norma Mexicana NMX-F-169-1984, que establece que los jarabes deben estar libres de coliformes totales.

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.

Variables	Tipos de edulcorantes			
	Sacarosa	Stevia	Xilitol	Eritritol
Coliformes totales, UFC/g	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Mesófilos aerobios, UFC/g	5 ± 4	4 ± 1	ausencia	ausencia
Hongos y levaduras, UFC/g	8 ± 4	8 ± 10	2 ± 2	7 ± 5

\*Evaluado a los 15 días.

### 2. Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos, (UFC/g)

El análisis microbiológico del jarabe de tamarindo reportó presencia de aerobios mesófilos en la utilización del edulcorante sacarosa y stevia, con valores de 5 ± 4 a 4 ± 1 UFC/g respectivamente, no obstante presentaron ausencia con la aplicación de xilitol y eritritol como se ilustra en el Gráfico 13. El recuento de mesófilos aerobios refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de

manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima. Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas (analizacalidad.com. 2004).

La Norma sanitaria Peruana aplicable para azúcares y jarabes destinados al consumo humano (2005), exige que deben estar dentro del rango de 10 UFC/g esto hace que el producto se encuentre dentro de los márgenes establecidos por la normativa dado que este no tuvo un alto contenido de estos microorganismos.

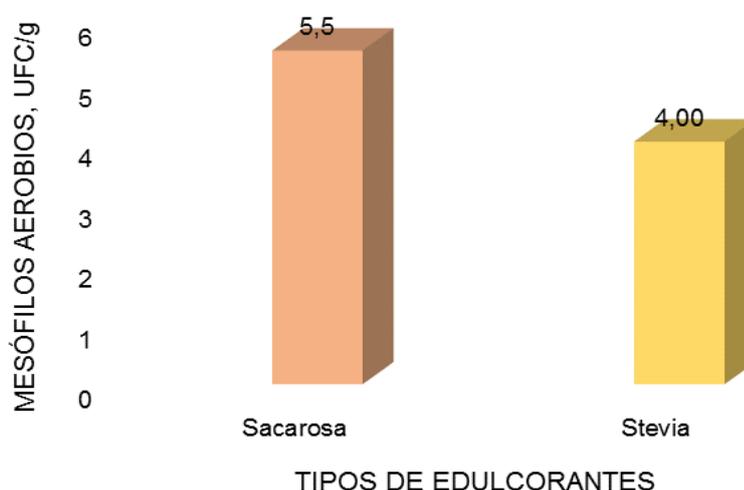


Gráfico 13. Contenido de aerobios mesófilos (UFC/g), del jarabe de tamarindo elaborado con edulcorantes naturales.

### 3. Contenido de mohos y levaduras, (UFC/g)

Los valores medios del contenido de mohos y levaduras del jarabe de tamarindo, reportaron  $2 \pm 2$  a  $8 \pm 10$  UFC/g, con xilitol y stevia respectivamente que son los casos extremos, como se ilustra en el Gráfico 14. Este crecimiento se debe a que el jarabe fue evaluado a los a los 15 días de almacenamiento por lo que presento una ligera fermentación.

La Norma Mexicana NMX-F-169-1984, demanda un contenido máximo de mohos y levaduras de 10 UFC/g, por tanto el jarabe de tamarindo se encuentra dentro del rango propuesto.

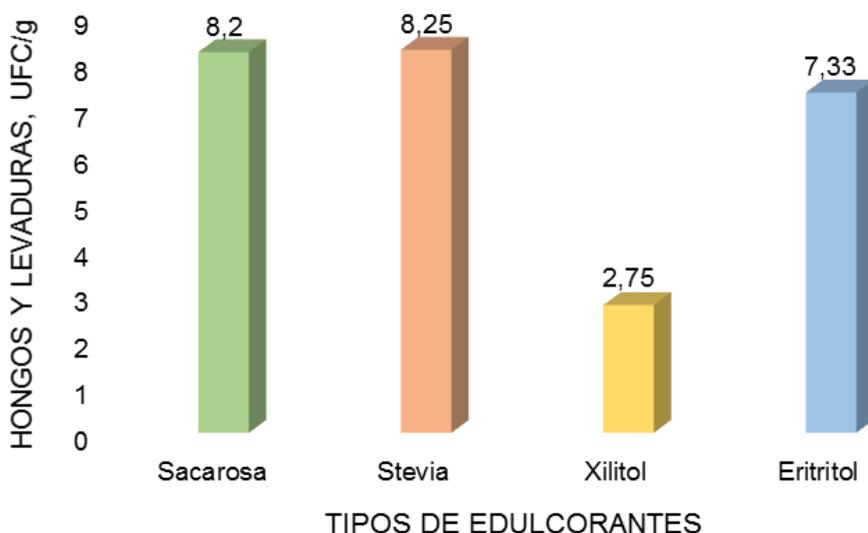


Gráfico 14. Contenido de mohos y levaduras del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

## D. ANÁLISIS ECONÓMICA

### 1. Costo de producción

Al realizar el análisis económico tomando en consideración los gastos efectuados, se estableció que los costos de producción tienden a aumentar cuando se utiliza los diferentes edulcorantes naturales, por lo que al producir 2,5 lts de jarabe de tamarindo con stevia y xilitol el costo fue de 3,05 dólares y con el edulcorante eritritol que fue de 4,21 dólares, como se aprecia en el Cuadro 14.

Este resultado se debe a que los edulcorantes naturales stevia y xilitol se encuentran en el mercado a un precio similar a la sacarosa. Económicamente representa un ahorro de 1,16 dólares por cada litro de jarabe de tamarindo producida frente al empleo de eritritol.

### 2. Beneficio/Costo

En el Cuadro 14, se reportó el análisis del beneficio/costo (B/C), estableciendo que al usar stevia y xilitol en la elaboración del producto, se alcanzó un B/C de

1,15 representando que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 0,15 centavos de dólar, mientras que con eritritol se obtuvo un B/C de 1,07 obteniendo una utilidad de 0,7 centavos por cada dólar invertido, por tanto económicamente resulta más rentable elaborar el jarabe de tamarindo con el empleo stevia o xilitol, además de presentar menores costos de producción.

Cuadro 14. VALORACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL.

Descripción	Unidad	Costo unitario / Dólares	Edulcorantes			
			Sacarosa	Stevia	Xilitol	Eritritol
Pulpa	gramos	1,12	1,848	1,848	1,848	1,848
Edulcorantes	gramos		1,69	3,10	3,10	6,00
Agua	litros	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Sorbato de potasio	gramos	0,027	0,135	0,135	0,135	0,135
Goma Xantana	gramos	0,24	0,00	1,20	1,20	1,20
Ácido Cítrico	gramos	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10
Mano de obra		0,50	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>EGRESOS TOTALES</b>			<b>7,52</b>	<b>7,63</b>	<b>7,63</b>	<b>10,53</b>
Peso final, lts			2,5	2,5	2,5	2,5
Costo prod./lts, dólares			3,01	3,05	3,05	4,21
Precio de venta, dólares/lts			3,50	3,50	3,50	4,50
<b>INGRESOS TOTALES</b>			<b>8,75</b>	<b>8,75</b>	<b>8,75</b>	<b>11,25</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>			<b>1,16</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>1,07</b>

## V. CONCLUSIONES

- Con el empleo de edulcorantes naturales en la elaboración de jarabe de tamarindo, no afectó al contenido de proteína, sólidos solubles totales y pH, a diferencia que con la stevia se redujo el contenido de azúcares totales.
- Con el uso de stevia se incrementó el contenido de humedad (39.85 %) y de cenizas (1.76 %), con 56.19 % azucares totales.
- El jarabe de tamarindo elaborado con sacarosa, stevia y eritritol tuvieron similar aceptación, no así cuando se utiliza xilitol los consumidores le asignaron las calificaciones más bajas.
- A pesar de que en la valoración total de las características organolépticas estadísticamente son iguales, pero numéricamente tiene mayor aceptación el jarabe elaborado con sacarosa, respecto al empleo de stevia y eritritol.
- El jarabe de tamarindo presentó ausencia de coliformes totales, y baja carga de mesófilos aerobios con el uso de sacarosa y stevia, al igual que la presencia de mohos y levaduras que se evaluó a los 15 días, estando estos valores por debajo de los límites exigidos por la Norma Internacional, por lo que se considera apto para el consumo.
- Los costos de producción se elevaron de acuerdo al edulcorante natural utilizado por cuanto con el uso de stevia y xilitol fue de 3,05 USD el cual se elevó a 4,21 USD con el uso de eritritol, obteniéndose un B/C de 1,15 con el uso de stevia y xilitol el cual es similar a la sacarosa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones reportadas se puede recomendar:

- Elaborar jarabe de tamarindo con la utilización de stevia, por cuanto disminuye el contenido de azúcares totales y presenta una aceptación similar al jarabe tradicional, resultando una alternativa de consumo para personas diabéticas.
- Replicar el trabajo de investigación, empleando frutas que no sean muy industrializadas, evaluar su composición bromatológica y aceptación del producto por efecto de los edulcorantes empleados.
- Difundir el estudio respecto a los edulcorantes empleados ya que se considera apto para el consumo de personas con problemas de obesidad, diabetes entre otras enfermedades causadas por la sacarosa.

## VII. LITERATURA CITADA

1. AGROMÁTICA. 2013. Disponible en: <http://www.agromatica.es/cultivo-del-tamarindo>
2. ALIMENTACIÓN SANA. 2015. Disponible en: <http://www.alimentacionsana.org/PortalNuevo/actualizaciones/secretostevia>.
3. ANALIZA CALIDAD. 2004. Disponible en: [http://www.analizacalidad.com/docftp/fi189arm.2004-4\(2\).pdf](http://www.analizacalidad.com/docftp/fi189arm.2004-4(2).pdf)
4. BURGOSANO. 2016. Disponible en: <http://burgosano.com/tipos-de-jarabes-de-azucar>
5. BOTANICAL. 2016. Disponible en: [http://www.botanical-online.com/tamarindo\\_propiedades\\_medicinales.htm](http://www.botanical-online.com/tamarindo_propiedades_medicinales.htm)
6. BIBLIOTECA VIRTUAL EN SALUD DE CUBA. (2015). Disponible en: <http://www.bvs.sld.cu>.
7. CARGILL. 2014. Disponible en: <http://www.cargill.com.mx/wcm/groups/public/@csf/@mexico/documents/document/na31662886.pdf>
8. CALORIE CONTROL COUNCIL. 2017. Disponible en: <http://datossobrelospolios.com/erythritol>
9. CULTIVO DE STEVIA REBAUDIANA. 2016. Disponible en: <http://steviaparaelmundo.galeon.com>
10. DIAZ, M. 2010. Disponible en: <http://es.lisetr Ramirez.wikia.com/wiki/JARABES>.

11. DURÁN, E. 1997. Etude du comportement physiologique de *Bacillus subtilis* ATCC-21556 confiné et en suspension: suivi des métabolites et d'activités enzymatiques endo et exocellulaires. Tesis de doctorado, Université de Technologie de Compiègne, Francia.
12. EDWARDS, W. 2002. La ciencia de las golosinas. Zaragoza, España: Acribia, pp. 145 – 158.
13. EROSKI CONSUMER. 2013. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2013>.
14. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO. 1993. Carambola cultivo: boletín de servicios agrícolas. 21-24. Pág.
15. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA. 2003. CÓDIGO DE REGULACIONES FEDERALES. 21 CFR 168.180. Edulcorantes y jarabes de mesa. Disponible en: [http://edocket.access.gpo.gov/cfr\\_2003/aprqtr/pdf/21cfr168.160.pdf](http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2003/aprqtr/pdf/21cfr168.160.pdf)
16. FORMOSO. 1999. Procedimientos Industriales al alcance de todos. Enciclopedia FORMOSO (Vol. 2, pp. 34-44). Lima. Editorial Ediciones Limusa 13ava edición.
17. FRAILE, M. MARTÍNEZ, A. GARCÍA, M. & SLOMIANSKI, R. 2008. Nutritivas y apetecibles: conozca de leguminosas comestibles. Parte II. Tubérculos y algunos árboles interesantes.
18. GUEVARA, A. 1991. Industrialización de la carambola. Instituto Nacional de investigación agraria y agroindustrial. Lima- Perú.
19. GOLDFEIN, K. & SLAVIN, J. 2015. Why Sugar Is Added to Food.

20. HERNÁNDEZ, U. 1980. Estudios bioquímicos y fisiológicos en pre y post-cosecha de la fruta del tamarindo. Tesis de maestría. Comisión Nacional de Fruticultura. CONAFRUT. México.
21. HIDALGO, E & NAPO, C. 2014. Jarabe concentrado de frutas, maracuyá (*Passiflora edulis*) carambola (*Averrhoa carambola* L.) y coco (*Cocos nucifera*) con extracto de sábila (*Aloe vera*) para raspadillas"
22. INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP). 2012. pág. 53-54.
23. LARQUÉ, A, 2004. Proceso para la fabricación de bebida alcohólica a partir del henequén (*Agave fourcroydes*). Patente de invención 219235, otorgada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Centro de Investigación Científica de Yucatán, México.
24. MINA, K. 2016. Uso de jarabe de Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como sustituto parcial y total del azúcar en la elaboración de yogurt de fresa"
25. MADISON, J. 2014. Investigación Edulcorantes-Química Organica.pdf
26. MARCIAL. N. 2008. Desarrollo de tecnología para la elaboración de jarabe con alto contenido de FOS a partir de jícama (*Smallanthus sonchifolius* P&E)
27. MOURA, M. 2016. Tamarindo, amigo del sistema digestivo.
28. MEXICO, NORMAS MEXICANAS. NMX. 1984. Alimentos para humanos. Jarabes. Requisitos. Norma NMX-F-169.
29. NUTRICIÓN & EDUACIÓN ALIMENTARIA. 2014. Disponible en: [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/\\_archivos//000010\\_Alimentos/000000\\_Educacion%20Alimentaria/000000\\_Ficha%20Edulcorantes.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/_archivos//000010_Alimentos/000000_Educacion%20Alimentaria/000000_Ficha%20Edulcorantes.pdf)

30. NORMA SANITARIA PERUANA APLICABLE A LOS AZUCARES Y JARABES DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO. 2005.
31. NAVARRETE, F. 2010. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4892/1/43775\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4892/1/43775_1.pdf)
32. NIELSEN, S. 2008. Análisis de los alimentos: Manual de Laboratorio. Zaragoza.
33. RAMÍREZ, L. 2005. Informe agronómico sobre el cultivo de Stevia rebaudiana, la hierba dulce. Asociación Camino al Progreso. Poligrafiado. 8p
34. RIVERA, R. HERRERA, C. & BARQUERO, M. 2010. Caracterización fisicoquímica de los siropes comerciales preparados a base de sacarosa Tecnología en Marcha. Vol. 18 N.º 4.
35. REYO, A. MACÍAS, D. SOTO, M. & ORTIZ, J. (2010). XII Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. Guanajuato.
36. RODRIGUEZ, S. 2008. Obtención de jarabe fructosado a partir de almidón de plátano (musa paradisíaca l.). Caracterización parcial
37. SALUNKHE, D. AND DESAI, B. 1984. Postharvest Biotechnology of Vegetables. Vol. 2. Pp.70-75 CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA. 193p
38. SANTARIA, T. 2016. Universidad Nacional del Callao, Elaboración de jarabe de granadina.

39. SHOCK, C. 1982. Experimental Cultivation of Rebaudi's Stevia in California. Agronomy Prog No. 122. Univ, of California, Davis

# **ANEXOS**

Anexo 1. Reporte de los resultados del análisis proximal del jarabe de tamarindo con edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.



ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



### HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS

#### 1.- DESCRIPCION DE LA MUESTRA

PARAMETROS	
<b>CODIGO</b>	<b>J.T.E.01</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>JARABE DE TAMARINDO CON EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZUCAR CONVENCIONAL.</b>
<b>ESTADO DE LA MUESTRA</b>	<b>SEMI-LIQUIDO</b>
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b>	<b>JARABE DE TAMARINDO</b>
<b>FECHA DE INICIO DE LOS ANALISIS EN EL LABORATORIO</b>	<b>29-03-2017</b>
<b>LUGAR DE MUESTREO</b>	<b>ESPOCH – LAB. DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL</b>
<b>FECHA DE MUESTREO</b>	<b>29-03-2017</b>
<b>ANALISIS SOLICITADO</b>	<b>% HUMEDAD % CENIZAS % PROTEINA % AZUCARES TOTALES</b>

#### 2.- RESULTADOS

- TRATAMIENTO 0-CONTROL

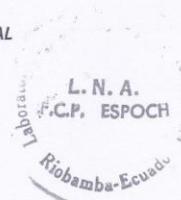
Tabla. Nº1.- JARABE DE TAMARINDO CON SACAROSA.

PARAMETROS	T.0	T.0.1	T.0.2	T.0.3	T.0.4
<b>% HUMEDAD</b>	36%	35%	35%	36%	35%
<b>% CENIZA</b>	1%	1%	1%	1%	1%
<b>%PROTEINA</b>	2,1%	2,2%	2,4%	2,1%	2,1%
<b>% AZUCARES TOTALES</b>	61,43%	61,41%	61,22%	61,42%	61,51%

REALIZADO POR: Tesista Karina Buenaño

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL

DIRIGIDO POR: B.Q.F. ALICIA ZAVALA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



• TRATAMIENTO 1

Tabla. Nº2.- JARABE DE TAMARINDO CON STEVIA.

PARAMETROS	T.1	T.1.1	T.1.2	T.1.3	T.1.4
% HUMEDAD	40%	40%	40%	40%	40%
% CENIZA	2%	2%	2%	2%	2%
%PROTEINA	2,4%	2%	2,2%	2,2%	2,2%
% AZUCARES TOTALES	56,03%	56,31%	56,20%	56,21%	56,23%

REALIZADO POR: Tesista Karina Buenaño

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRCION ANIMAL

DIRIGIDO POR: B.Q.F. ALICIA ZAVALA

• TRATAMIENTO 2

Tabla. Nº3.- JARABE DE TAMARINDO CON XILITOL.

PARAMETROS	T.1	T.1.1	T.1.2	T.1.3	T.1.4
% HUMEDAD	39%	39%	39%	39%	39%
% CENIZA	1%	1%	1%	1%	1%
%PROTEINA	2,3%	2,1%	2,3%	2,1%	2%
% AZUCARES TOTALES	57,47%	57,76%	57,52%	57,65%	57,82%

REALIZADO POR: Tesista Karina Buenaño

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRCION ANIMAL

DIRIGIDO POR: B.Q.F. ALICIA ZAVALA

L. N. A.  
A.C.P. ESPOCI



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



• TRATAMIENTO 3

Tabla. Nº4.- JARABE DE TAMARINDO CON ERITRITOL.

PARAMETROS	T.1	T.1.1	T.1.2	T.1.3	T.1.4
% HUMEDAD	39%	39%	39%	39%	39%
% CENIZA	1%	1%	1%	1%	1%
%PROTEINA	2%	2,4%	2,1%	2,2%	2%
% AZUCARES TOTALES	57,83%	57,36%	57,63%	57,56%	57,81%

REALIZADO POR: Tesista Karina Buenaño

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL

DIRIGIDO POR: B.Q.F. ALICIA ZAVALA.

ATENTAMENTE.

B.Q.F. ALICIA Z.



TECNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL-ESPOCH

FECHA DE ENTREGA: 2017-06-08

Anexo 2. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	35,55	35,47	35,46	35,56	35,47
Stevia	39,81	39,94	39,86	39,83	39,81
Xilitol	38,96	38,86	38,91	38,98	38,90
Eritritol	38,85	38,91	38,95	38,91	38,86

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	54,96			
Trat.	3	54,93	18,31	8176,83	0,00
Error	16	0,04	0,00		
Media			38,29		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	35,50	c
Stevia	39,85	a
Xilitol	38,92	b
Eritritol	38,90	b

Anexo 3. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Stevia	1,76	1,76	1,74	1,76	1,76
Xilitol	1,27	1,28	1,28	1,27	1,27
Eritritol	1,33	1,32	1,32	1,32	1,33

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	1,75			
Trat.	3	1,75	0,58	30187,94	0,00
Error	16	0,00	0,00		
Media			1,32		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	0,92	d
Stevia	1,76	a
Xilitol	1,27	c
Eritritol	1,33	b

Anexo 4. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	2,10	2,20	2,40	2,10	2,10
Stevia	2,40	2,00	2,20	2,20	2,20
Xilitol	2,30	2,10	2,30	2,10	2,00
Eritritol	2,00	2,40	2,10	2,20	2,00

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	0,34			
Trat.	3	0,01	0,00	0,16	0,92
Error	16	0,33	0,02		
Media			2,17		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	2,18	a
Stevia	2,20	a
Xilitol	2,16	a
Eritritol	2,14	a

Anexo 5. Análisis estadístico del contenido de azúcares totales (%), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	61,43	61,41	61,22	61,42	61,51
Stevia	56,03	56,31	56,20	56,21	56,23
Xilitol	57,47	57,76	57,52	57,65	57,82
Eritritol	57,83	57,36	57,63	57,56	57,81

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	74,71			
Trat.	3	74,38	24,79	1203,04	0,00
Error	16	0,33	0,02		
Media			58,22		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	61,40	a
Stevia	56,19	c
Xilitol	57,64	b
Eritritol	57,64	b

Anexo 6. Análisis estadístico del pH, del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	4,20	4,10	4,10	4,20	4,10
Stevia	4,20	4,10	4,20	4,10	4,10
Xilitol	4,20	4,10	4,20	4,10	4,20
Eritritol	4,10	4,20	4,20	4,10	4,10

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	0,05			
Trat.	3	0,00	0,00	0,17	0,92
Error	16	0,05	0,00		
Media			4,15		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	4,14	a
Stevia	4,14	a
Xilitol	4,16	a
Eritritol	4,14	a

Anexo 7. Análisis estadístico de °Brix, del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE DATOS

Edulcorantes	repeticiones				
	I	II	III	IV	V
Sacarosa	58,90	59,20	58,90	58,20	58,90
Stevia	59,20	58,20	59,20	59,20	58,20
Xilitol	59,20	59,20	58,20	59,20	58,20
Eritritol	59,20	58,20	58,20	59,20	59,20

### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	4,15			
Trat.	3	0,00	0,00	0,00	1,00
Error	16	4,15	0,26		
Media			58,81		

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Trat.	Media	Grupo
Sacarosa	58,82	a
Stevia	58,80	a
Xilitol	58,80	a
Eritritol	58,80	a

Anexo 8. Reporte de los resultados del análisis microbiológico del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.



# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS – CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

Riobamba, 31 de Mayo del 2017

**REPORTE DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Buenaño Hernández Karina Alexandra

RESULTADOS:

JARABE DE TAMARINDO + AZUCAR			
Código	Coliformes Totales	Mohos y levaduras	Mesófilos aerobios
TOR1	Negativo	3 UFC	6 UFC
TOR2	Negativo	9 UFC	11 UFC
TOR3	Negativo	0 UFC	1 UFC
TOR4	Negativo	9 UFC	14 UFC
TOR5	Negativo	1 UFC	9 UFC

JARABE DE TAMARINDO + STEVIA			
Código	Coliformes Totales	Mohos y levaduras	Mesófilos aerobios
T1R1	Negativo	3 UFC	0 UFC
T1R2	Negativo	0 UFC	24 UFC
T1R3	Negativo	5 UFC	1 UFC
T1R4	Negativo	0 UFC	5 UFC
T1R5	Negativo	0 UFC	3 UFC

JARABE DE TAMARINDO + XILITOL			
Código	Coliformes Totales	Mohos y levaduras	Mesófilos aerobios
T2R1	Negativo	0 UFC	0 UFC
T2R2	Negativo	0 UFC	4 UFC
T2R3	Negativo	0 UFC	5 UFC
T2R4	Negativo	0 UFC	1 UFC
T2R5	Negativo	0 UFC	1 UFC

Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2, Teléfono: 593 (03) 2 998350 ext. 151 - 350  
[www.esPOCH.edu.ec](http://www.esPOCH.edu.ec)    [fcP@esPOCH.edu.ec](mailto:fcP@esPOCH.edu.ec)    Código Postal: EC060155



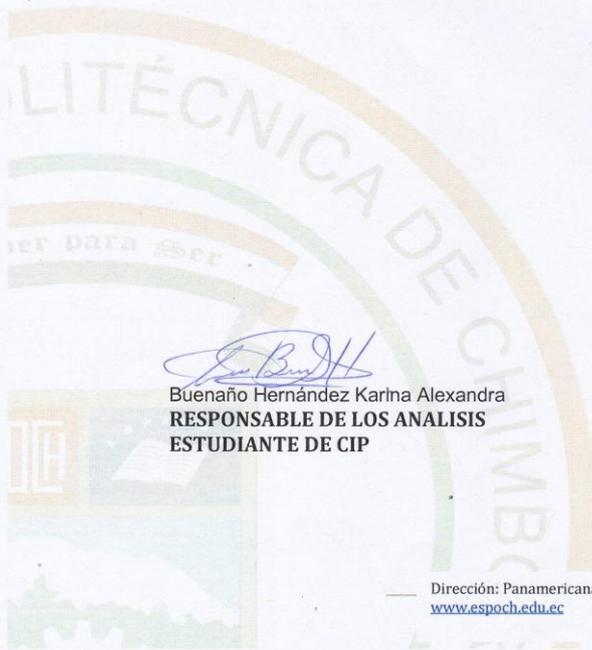
# ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS – CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

## JARABE DE TAMARINDO + ERITRITOL

Código	Coliformes Totales	Mohos y levaduras	Mesófilos aerobios
T3R1	Negativo	0 UFC	1 UFC
T3R2	Negativo	0 UFC	10 UFC
T3R3	Negativo	0 UFC	0 UFC
T3R4	Negativo	0 UFC	11 UFC
T3R5	Negativo	0 UFC	0 UFC



Buenaño Hernández Karina Alexandra  
**RESPONSABLE DE LOS ANALISIS  
ESTUDIANTE DE CIP**

ESPOCH  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
DE LOS ALIMENTOS Y  
INDUSTRIAS INDUSTRIALES

**ENCARGADO DE LABORATORIO**

Anexo 9. Análisis estadística descriptiva del contenido de mesófilos en el jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

#### A. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Edulcorantes	n	Media	D. Estándar	E. Estándar	CV	Mín.	Máx.
Sacarosa	4	5,5	4,12	2,06	74,97	1,00	9,00
Stevia	2	4,00	1,41	1,00	35,36	3,00	5,00

Anexo 10. Análisis estadística descriptiva del contenido de hongos y levaduras en el jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

#### A. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Edulcorantes	n	Media	D. Estándar	E. Estándar	CV	Mín.	Máx.
Sacarosa	5	8,2	4,97	2,22	60,61	1,00	14,00
Stevia	4	8,25	10,63	5,31	128,8	1,00	24,00
Xilitol	4	2,75	2,06	1,03	74,97	1,00	5,00
Eritritol	3	7,33	5,51	3,18	75,1	1,00	11,00

Anexo 11. Valores promedios del análisis organoléptico del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

Tratamiento	Repet.	Características organolépticas (sobre 5 puntos)				Total (20 puntos)
		Color (puntos)	Olor (puntos)	Sabor (puntos)	Apariencia (puntos)	
Sacarosa	1	3,75	3,00	3,75	3,75	14,25
Sacarosa	2	6,75	6,00	7,00	3,25	23,00
Sacarosa	3	4,00	4,00	3,25	3,50	14,75
Sacarosa	4	4,00	3,75	4,25	4,00	16,00
Stevia	1	3,25	3,25	3,75	3,25	13,50
Stevia	2	6,50	5,75	5,50	3,25	21,00
Stevia	3	3,75	3,75	3,50	3,50	14,50
Stevia	4	4,00	3,25	3,50	3,50	14,25
Xilitol	1	3,25	3,25	2,00	2,75	11,25
Xilitol	2	5,50	4,25	4,25	2,75	16,75
Xilitol	3	3,50	3,50	1,50	3,25	11,75
Xilitol	4	3,75	3,25	1,75	2,25	11,00
Eritritol	1	3,75	2,75	2,75	3,50	12,75
Eritritol	2	4,50	5,75	4,25	3,00	17,50
Eritritol	3	4,25	3,50	4,00	4,00	15,75
Eritritol	4	4,00	3,75	3,75	3,50	15,00

Anexo 12. Análisis estadístico del color (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

---

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	12,95313	4,31771	
Tratamientos (ajustados)	3	0,82422	0,27474	0,84
Error intrabloques	9	2,95703	0,32856	
Total	15	16,73438		

---

F<sub>tab</sub> al 5 % = 3,86

F<sub>tab</sub> al 1 % = 6,99

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas.

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

---

Bloque	Media	Grupo
Azúcar	4,63	a
Stevia	4,38	a
Xilitol	4,00	a
Eritritol	4,13	a

---

Anexo 13. Análisis estadístico del olor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

---

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	13,07422	4,35807	
Tratamientos (ajustados)	3	0,82324	0,27441	1,46
Error intrabloques	9	1,69238	0,18804	
Total	15	15,58984		

---

F<sub>tab</sub> al 5 % = 3,86

F<sub>tab</sub> al 1 % = 6,99

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas.

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

---

Bloque	Media	Grupo
Azúcar	4,19	a
Stevia	4,00	a
Xilitol	3,56	a
Eritritol	3,94	a

---

Anexo 14. Análisis estadístico del sabor (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	13,44922	4,48307	
Tratamientos (ajustados)	3	10,51074	3,50358	8,13
Error intrabloques	9	3,87988	0,43110	
Total	15	27,83984		

F<sub>tab</sub> al 5 % = 3,86

F<sub>tab</sub> al 1 % = 6,99

F& > F<sub>tab</sub>; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Bloque	Media	Grupo
Azúcar	4,56	a
Stevia	4,06	ab
Xilitol	2,38	b
Eritritol	3,69	ab

Anexo 15. Análisis estadístico de la apariencia (sobre 5 puntos), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

---

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,50000	0,16667	
Tratamientos (ajustados)	3	1,67188	0,55729	4,94
Error intrabloques	9	1,01563	0,11285	
Total	15	3,18750		

---

F<sub>tab</sub> al 5 % = 3,86

F<sub>tab</sub> al 1 % = 6,99

F& > F<sub>tab</sub>; por lo tanto existen diferencias significativas

### C. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

---

Bloque	Media	Grupo
Azúcar	3,63	a
Stevia	3,38	a
Xilitol	2,75	b
Eritritol	3,50	a

---

Anexo 16. Análisis estadístico de la valoración organoléptica (sobre 20 puntos), del jarabe de tamarindo con la utilización de edulcorantes naturales en reemplazo del azúcar convencional.

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	105,88	35,29	
Tratamientos (ajustados)	3	39,70313	13,23	8,44
Error intrabloques	9	14,10938	1,56771	
Total	15	159,69		

F<sub>tab</sub> al 5 % = 3,86

F<sub>tab</sub> al 1 % = 6,99

F& > F<sub>tab</sub>; por lo tanto existen diferencias altamente significativas

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P<0,05)

Bloque	Media	Grupo
Azúcar	17,00	a
Stevia	15,81	ab
Xilitol	12,69	b
Eritritol	15,25	ab

Anexo 17. Test de valoración organoléptica.

**Nombre:**.....

**Fecha:**.....

**Instrucciones:**

Frente a Ud se presentan 4 muestras de Jarabe de tamarindo. Por favor pruebe cada una de ellas empezando de izquierda a derecha, indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de las muestras según la escala hedónica siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho.

<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta Mucho

<b>Código</b>	<b>Calificación para cada atributo</b>			
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Apariencia</b>

Anexo 18. Fotos.



Pulpa de tamarindo



Eritritol



Xilitol



Stevia

Figura 1. Recepción de materia prima



Figura 2. Pesaje de edulcorantes



Figura 3. Dilución agua – edulcorantes



Figura 4. Mezcla y calentar (85°C)



Figura 5. Agregar pulpa y conservantes



Figura 6. Hervir por 10 minutos



Figura 7. Producto final

### ANALISIS PROXIMAL



Figura 8. Determinación de °Brix



Figura 8. Determinación de pH



Figura 9. Determinación de humedad.



Figura 10. Determinación de cenizas

## ANÁLISIS SENSORIAL



Figura 11. Codificación de las muestras



Figura 12. Catación

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



Figura 13. Esterilización de materiales



Figura 14. Homogenizar las muestras

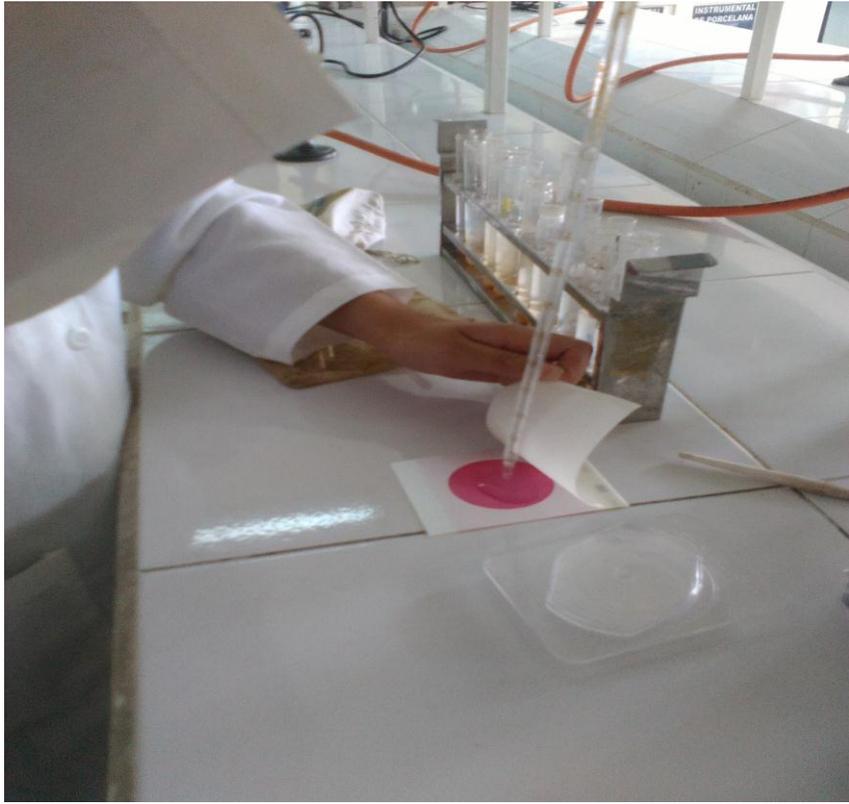


Figura 15. Sembrar en placas Petri-film



Figura 16. Incubación de las muestras

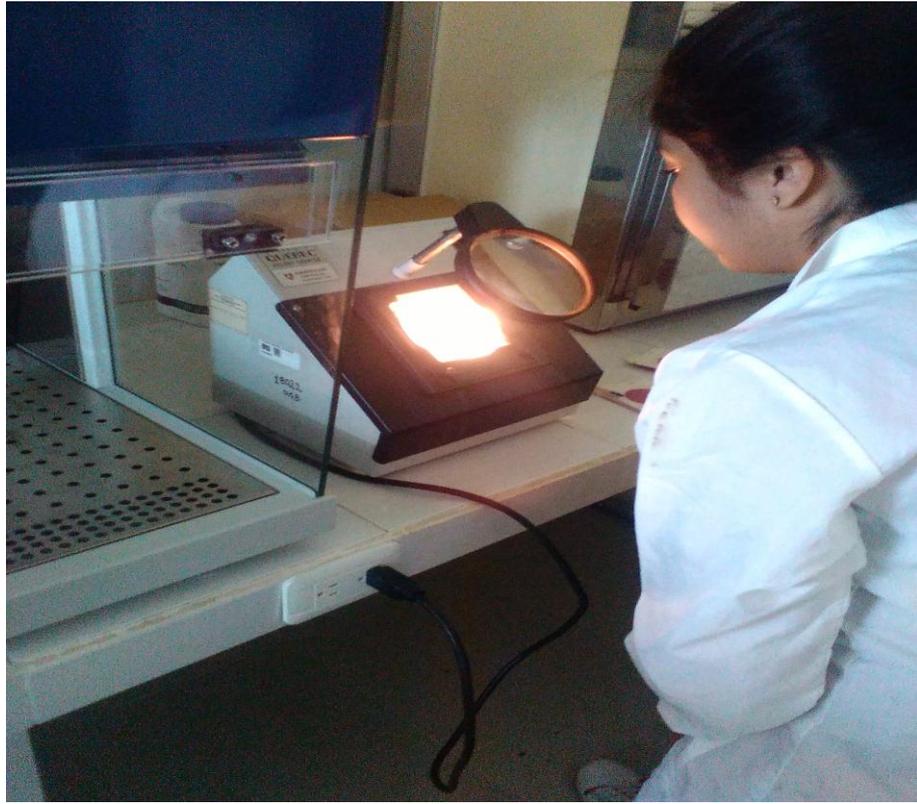


Figura 17. Conteo