



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**INFLUENCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO, METABISULFITO DE  
SODIO Y SORBATO DE POTASIO EN LA CONSERVACIÓN DE  
UNA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR**

**AUTORES:**

**JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ  
JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**

**TUTOR:**

**ING. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS, Mgrt.**

**CALCETA, MARZO 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ y JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ declaramos bajo juramento que el Trabajo de Titulación: **INFLUENCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO, METABISULFITO DE SODIO Y SORBATO DE POTASIO EN LA CONSERVACIÓN DE UNA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



---

**JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ**



---

**JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS** certifica haber tutelado el proyecto **INFLUENCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO, METABISULFITO DE SODIO Y SORBATO DE POTASIO EN LA CONSERVACIÓN DE UNA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR**, que ha sido desarrollado por **JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ** y **JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo con el **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS, M.Sc**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Titulación **INFLUENCIA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO, METABISULFITO DE SODIO Y SORBATO DE POTASIO EN LA CONSERVACIÓN DE UNA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR**, que ha sido propuesto por **JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ** y **JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. TOBÍAS RIVADENEIRA GARCÍA Mgtr. ING. FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mgtr.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

ING. LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mgtr.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por prestarme la vida y por regalarme lo más preciado que he visto en ella, mi familia, mis amigos, mis hermanos, mis compañeros y profesores, que gracias a ellos he aprendido muchas cosas. Gracias por ese apoyo incondicional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A mis padres, por sus consejos y por su apoyo económico y moral, que han hecho que pudiera llevar a cabo todas mis metas.

A todos ellos,

Gracias de corazón.

**JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por ser quien me protege y guía por el camino correcto;

A mis padres, hermanos y hermanas;

A mis compañeros de clases por el apoyo brindado a lo largo de estos años de estudios;

A los docentes por compartir sus conocimientos conmigo, y

A todas aquellas personas que me han apoyado incondicionalmente.

**JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por cuidarme, iluminarme y guiarme en toda esta trayectoria académica, dándome fortaleza para cumplir mis metas.

A mis padres, quienes siempre se han preocupado por mi bienestar y educación, siempre han estado apoyándome en todo momento.

A mis hermanos y a mi prestigiosa familia, primos, tíos, abuelos, por estar conmigo también apoyándome, dándome aliento para seguir adelante.

A mis amigos, compañeros, profesores y a esta hermosa institución, por brindarme siempre su apoyo y hospitalidad académica.

**JASSON RAMÓN BRAVO VÉLEZ**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por su protección y amor brindado en cada etapa de mi vida, por guiarme por el camino del bien y ayudarme a cumplir y hacer su sagrada voluntad, porque sin él nada de esto hubiese sido posible.

Asimismo, a mis padres por el sacrificio realizado desde el primer día que llegué a este mundo, por inculcarme de valores éticos y morales, sobre todo a valorar la única herencia que es la educación, catalogada por ellos como la única herramienta que cambiará para el bien de mi vida.

A mi familia, docentes, tutor y en especial a nuestros compañeros de clases por haber compartido varios años de su vida junto a mí y a todas aquellas personas que colaboraron con la realización de nuestra tesis.

**JORGE ENRIQUE RIVAS VELÁSQUEZ**

## CONTENIDO GENERAL

CARATULA.....	i
DERECHO DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES 1	
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	
2.1. CAÑA DE AZÚCAR .....	5
2.1.1. TAXONOMÍA .....	5
2.1.2. COMPOSICIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	5
2.1.3. VARIEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	6
2.2. JUGO DE CAÑA O GUARAPO.....	7
2.2.1. EXTRACCIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	7
2.2.2. COMPOSICIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	7
2.2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y DE COLOR DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	8
2.2.4. CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	9
2.3. BEBIDAS REFRESCANTES O REFRESCOS .....	10
2.3.1. REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS REFRESCOS .....	10
2.3.2. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS REFRESCOS .....	10
2.4. ADITIVOS .....	11
2.4.1. ÁCIDO ASCÓRBICO .....	11

2.4.2.	METABISULFITO DE SODIO .....	11
2.4.3.	SORBATO DE POTASIO.....	12
2.5.	VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS .....	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....		14
3.1.	UBICACIÓN .....	14
3.2.	DURACIÓN.....	14
3.3.	MÉTODOS.....	14
3.4.	TÉCNICAS.....	15
3.4.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y DE COLOR .....	15
3.4.2.	ESTUDIO DE VIDA ÚTIL .....	16
3.4.3.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	17
3.4.4.	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN .....	17
3.5.	FACTORES EN ESTUDIO.....	17
3.6.	NIVELES EN ESTUDIO .....	17
3.7.	TRATAMIENTOS.....	17
3.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.9.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	18
3.10.	VARIABLES A MEDIR .....	18
3.11.	ESQUEMA DEL ANOVA.....	18
3.12.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
3.12.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR 20	
3.12.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR .....	21
3.13.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	22
3.13.1.	TRATAMIENTO DE DATOS.....	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		24
4.1.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y COLOR DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR .....	24
4.1.1.	ACIDEZ.....	24
4.1.2.	pH.....	29
4.1.3.	°BRIX.....	34
4.1.4.	COLOR.....	39
4.2.	VIDA ÚTIL.....	45
4.3.	EVALUACIÓN SENSORIAL (ACEPTABILIDAD) .....	48
4.4.	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR .....	50

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. CONCLUSIONES .....	53
5.2. RECOMENDACIONES .....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	54

## CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Cuadro 2.1.</b> Taxonomía de la caña de azúcar .....	5
<b>Cuadro 2.2.</b> Composición general de la caña de azúcar .....	6
<b>Cuadro 2.3.</b> Composición del jugo de la caña de azúcar .....	8
<b>Cuadro 2.4.</b> Requisitos fisicoquímicos de los refrescos o bebidas refrescantes ..	10
<b>Cuadro 2.5.</b> Requisitos microbiológicos de los refrescos o bebidas refrescantes	11
<b>Cuadro 3.1.</b> Niveles de estudio .....	17
<b>Cuadro 3.2.</b> Tratamientos.....	18
<b>Cuadro 3.3.</b> Esquema del ANOVA .....	19
<b>Figura 3.1.</b> Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida de caña de azúcar	20
<b>Cuadro 3.4.</b> Prueba de normalidad de todas las variables respuestas en los días de almacenamiento.....	23
<b>Cuadro 4.1.</b> Prueba de normalidad para la variable acidez en los días de almacenamiento.....	24
<b>Cuadro 4.2.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable acidez en los días de almacenamiento .....	24
<b>Gráfico 4.1.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable Acidez en el día 15 .....	25
<b>Gráfico 4.2.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable acidez en el día 30.....	25
<b>Gráfico 4.3.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable acidez en el día 0.....	26
<b>Gráfico 4.4.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable acidez en el día 30.....	27
<b>Gráfico 4.5.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 0 .....	28
<b>Gráfico 4.6.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 15 .....	28
<b>Gráfico 4.7.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 30.....	28
<b>Cuadro 4.3.</b> Prueba de normalidad para la variable pH en los días de almacenamiento.....	29
<b>Cuadro 4.4.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable pH en los días de almacenamiento .....	29
<b>Gráfico 1.8.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable pH en el día 0 .....	30
<b>Gráfico 4.9.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable pH en el día 15 .....	31
<b>Gráfico 4.10.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable pH en el día 30 .....	31
<b>Gráfico 4.11.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable pH en el día 30 .....	32
<b>Gráfico 4.12.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 0 .....	33
<b>Gráfico 4.13.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 15.....	33

<b>Gráfico 4.14.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 30.....	34
<b>Cuadro 4.5.</b> Prueba de normalidad para la variable °Brix en los días de almacenamiento.....	34
<b>Cuadro 4.6.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable °Brix en los días de almacenamiento .....	34
<b>Gráfico 4.15.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 0 .....	36
<b>Gráfico 4.16.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 15 .....	36
<b>Gráfico 4.17.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 30 .....	37
<b>Gráfico 4.18.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable °Brix en el día 15 .....	37
<b>Gráfico 4.19.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 0.....	38
<b>Gráfico 4.20.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 15.....	38
<b>Gráfico 4.21.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 30.....	38
<b>Cuadro 4.7.</b> Prueba de normalidad para la variable color en los días de almacenamiento.....	39
<b>Cuadro 4.8.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable Color en los días de almacenamiento .....	40
<b>Gráfico 4.22.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable Color en el día 0 .....	41
<b>Gráfico 4.23.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable Color en el día 15 .....	41
<b>Gráfico 4.24.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable color en el día 30 .....	42
<b>Gráfico 4.25.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 0 .....	42
<b>Gráfico 4.26.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 15 .....	43
<b>Gráfico 4.27.</b> Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 30 .....	43
<b>Gráfico 4.28.</b> Relación ln UFC vs tiempo del crecimiento de aerobios mesófilos.	45
<b>Cuadro 4.9.</b> Vida útil con respecto a aerobios mesófilos .....	45
<b>Gráfico 4.29.</b> Relación ln UP vs tiempo del crecimiento de Mohos y Levaduras..	46
<b>Cuadro 4.10.</b> Vida útil con respecto a mohos y levaduras .....	46
<b>Cuadro 4.11.</b> Prueba de Friedman para la variable aceptabilidad los días de almacenamiento.....	48
<b>Cuadro 4.12.</b> Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en los días de almacenamiento .....	49
<b>Cuadro 4.13.</b> Requisitos fisicoquímicos de los refrescos o bebidas refrescantes	50
<b>Cuadro 4.14.</b> Cuadro condensado de los valores obtenidos por cada tratamiento con sus respectivas variables durante sus días de almacenamiento.....	51
<b>Figura 4.1.</b> Balance de masa de la elaboración de la bebida refrescante de caña de azúcar con los niveles del T3 .....	52

Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 0 .....	75
Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 15 .....	75
Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 30 .....	75

## RESUMEN

La finalidad de la presente investigación fue evaluar la influencia del ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y sorbato de potasio en la conservación de una bebida elaborada a partir del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cosechadas en la hacienda mi Violetita del cantón Tosagua, utilizando un arreglo factorial  $2^3$  en diseño completamente al azar con tres réplicas; utilizando 576L de jugo de caña de azúcar de la variedad EC-03 como unidad experimental. Se realizaron análisis de acidez, pH, °Brix y color. El tiempo de vida útil de la bebida se realizó mediante el método de Labuza. La aceptabilidad se determinó mediante una prueba sensorial con catadores no profesionales. Estos análisis se realizaron durante 30 días de almacenamiento, en donde se evaluaron los días 0, 15 y 30. Como resultados se obtuvieron valores de pH entre 5.12 hasta 3.2; °Brix de 18.5 a 21.2; acidez titulable (ácido cítrico) entre 0.34 y 0.87%, color de 269 a 972Hz; mientras que el T3 presentó un tiempo de vida útil de 5.8 días, siendo el T5 el de mayor aceptabilidad. Los resultados obtenidos no certifican el cumplimiento de la normativa ecuatoriana NTE INEN 2304:2017 debido la mayor cantidad de °Brix contemplada de forma natural en la materia prima, además el tiempo de vida útil resultó bajo debido a que se tomó de referencia requerimientos de microorganismos de dicha normativa.

## PALABRAS CLAVE

Caña de azúcar, ácido ascórbico, metabisulfito de sodio, sorbato de potasio, vida útil.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the influence of ascorbic acid, sodium metabisulfite and potassium sorbate in the preservation of a drink made from the juice of the sugar cane (*Saccharum officinarum*) harvested at the “Mi Violetita” farm in the Tosagua canton by using a  $2^3$  factorial arrangement in a completely randomized design with three exact reproductions: also, by using 576L of sugarcane juice of the EC-03 variety as an experimental unit. Acidity, pH, ° Brix and color analyzes were carried out. The life cycle of the drink was performed by using the Labuza method. Acceptability was determined by a sensory test with non-professional tasters. These analyzes were accomplished during 30 days of storage, where days 0, 15 and 30 were evaluated. As results, pH values between 5.12 to 3.2 were obtained; °Brix from 18.5 to 21.2; titratable acidity (citric acid) between 0.34 and 0.87%, color from 269 to 972Hz; while T3 had a useful life of 5.8 days, with T5 being the one with the highest acceptance. The results obtained do not certify compliance with the Ecuadorian regulation NTE INEN 2304: 2017 because the highest amount of ° Brix is contemplated naturally in the raw material, in addition the useful lifetime was low because it was taken as a reference microorganism requirement of the regulation.

## KEY WORDS

Sugar cane, ascorbic acid, sodium metabisulfite, potassium sorbate, life cycle.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ecuador presenta condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo de varios cultivos, entre ellos la caña de azúcar, de la misma que puede obtenerse varios productos y subproductos. Los agricultores están incrementando la superficie de siembra de la caña de azúcar, debido a la excesiva demanda de los productos derivados de la misma, el cual es consumido tanto por el mercado nacional e internacional (Campués y Tarupí, 2011). Simbaña y López (2010), citado por Intriago y Sabando (2017), manifiestan que existen aproximadamente 146.501 Hectáreas de caña de azúcar cultivadas.

Uno de los cantones de la provincia de Manabí que se dedica al cultivo de la caña de azúcar es Junín, donde existen pequeñas plantas artesanales de producción de productos derivados de la misma (Cobeña y Loor, 2016). La caña de azúcar, además, de ser utilizada para la elaboración de azúcar, también es utilizada para otros usos como la producción de panela, caña de frutas, aguardiente, alfeñiques, jugos y mieles, pero no han sido cuantificadas actualmente, debido a que su producción es a nivel artesanal.

Swaminathan (1995), citado por Begum, *et al.*, (2015), indica que el jugo de caña de azúcar se usa comúnmente como una bebida refrescante en zonas urbanas y rurales; además, no ha sido considerada por la industria alimentaria, lo que conlleva a investigar su proceso de elaboración. Con respecto a su sabor, Solís, *et al.*, (2010) manifiestan que la sacarosa puede alterarse por inversión, fermentación ácida u oxidación por levaduras, mohos y bacterias, que como lo indica Aguirre y Poveda (2010), bacterias patógenas tales como *Clostridium Perfringens*, *Salmonella* y *Staphylococcus Aureus*, capaces de crecer y proliferar en un pH superior a 4,6. y, por tanto, se consume inmediatamente después de su extracción debido a su corto tiempo de vida útil.

Por otro lado, el oscurecimiento que se produce inmediatamente después de la extracción se relaciona con la formación de melanoidinas, de la reacción de Maillard entre los azúcares reductores, proteínas y aminoácidos presentes en la caña de

azúcar (Solís, *et al.*, 2010). Por otro lado, Almeida y Demera (2015), manifiestan que el aspecto no agradable del color se debe a la presencia de impurezas y de sólidos en suspensión, los mismos que no son extraídos de forma apropiada debido al incorrecto proceso de clarificación, en el cual se emplea mucílagos. Pérez (2017) citado por Buste (2019), manifiesta que, en la extracción de jugo de caña, existe el inconveniente de la turbidez y los sólidos en suspensión, por lo que es vital hacer una aclaración antes de ingresar al procesamiento de este, pero en muchos casos esta etapa no se realiza y la consecuencia es un producto final de baja calidad.

La extracción de la caña comprende una operación de molienda en la que se obtiene el jugo mixto de la caña o jugo crudo, cuyas características químicas y físicas lo convierten en un excelente sustrato para el desarrollo de una gran variedad de microorganismos. Entre ellos se encuentran de las especies *Leuconostoc*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus* y *Corynebacterium* (Serrano, 2006); dentro de los cuales no deben presentarse coliformes, mohos y levaduras de acuerdo con lo establecido en la normativa INEN NTE 2304:2008. De acuerdo con lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente interrogante:

¿Las concentraciones de ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y sorbato de potasio producen un efecto positivo en la conservación y coloración del jugo de caña de azúcar?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación tiene como finalidad elaborar una bebida refrescante, energética e hidratante; y rica en nutrientes y vitaminas como lo indica Quezada (2015); evaluando la influencia del ácido ascórbico, el metabisulfito de sodio (KMS) y el sorbato de potasio en la conservación de la misma. Aguirre y Poveda (2010) menciona que se forma y se acumula un jugo de gran poder alimenticio en el tallo de la caña de azúcar compuesto esencialmente por agua y una parte sólida rica en sólidos solubles como la sacarosa, glucosa y fructosa; además, rica en proteínas, hierro, calcio, fósforo, vitamina B1, vitamina B2 y vitamina C.

Con la aplicación de la tecnología se puede ampliar el período de vida útil conservando sus características organolépticas (Aguirre y Poveda, 2010).

También, el empleo de antioxidantes y conservantes podría alargar la vida útil de la bebida elaborada a partir de la caña de azúcar.

El desarrollo de tratamientos o procedimientos efectivos para mantener la calidad fresca del jugo de caña de azúcar permitiría que se comercializara más ampliamente y también mejoraría su calidad y seguridad. Se han realizado considerables esfuerzos para estabilizar la calidad del jugo durante el procesamiento y la distribución (Chun, *et al.*, 2007). A través de la presente investigación, el mercado local podría mejorar la producción e innovación de la gama de derivados de la caña de azúcar, en especial, la del jugo de caña de azúcar, y así obtener información sobre cómo reducir costos, incrementar ventas y obtener utilidad, lo cual ayudará a aumentar el producto interno bruto del país (Maticurena y Beltrán, 2015). Por aquello se podría beneficiar a los pequeños productores de este producto a mejorar sus ingresos. Asimismo, el uso de sustancias conservantes que impiden las alteraciones de las características fisicoquímicas, microbiológicas y el color del jugo de caña de azúcar, podrían tener un efecto conservante en esta bebida.

Esta bebida cumplirá con los requerimientos fisicoquímicos de acuerdo con la normativa NTE INEN 2304:2017 y microbiológicos establecidos por la normativa vigente NTE INEN 2304:2008.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia del ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y sorbato de potasio en la conservación de una bebida elaborada a partir del jugo de la caña de azúcar.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto del ácido ascórbico, el metabisulfito de sodio y sorbato de potasio en las características fisicoquímicas y de color de una bebida a partir de la caña de azúcar.
- Determinar el tiempo de vida útil de la bebida refrescante mediante el método de Labuza.

- Establecer la estandarización del proceso de elaboración de la bebida refrescante a partir de la caña de azúcar.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos una de las combinaciones de los antioxidantes y conservantes permite mejorar las características fisicoquímicas, de color y de vida útil de la bebida de caña de azúcar.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 1.5. CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es una gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos que pueden crecer entre 3 y 5 metros de altura; contienen una gran cantidad de sacarosa que se procesa para la obtención de azúcar. Es un cultivo a nivel mundial, de sus tallos se extrae la sacarosa que es uno de los primordiales suplidores nutritivos en la nutrición humana. Es el cultivo bioenergético con mayor producción de materia seca por unidad de superficie, con una demanda creciente a nivel mundial debido a que se pueden obtener varios productos como: azúcar, alcohol, etanol, panela, papel, energía eléctrica, fertilizantes orgánicos, biopolímeros, entre otros (Silva *et al.*, 2016).

#### 1.5.1. TAXONOMÍA

Osorio (2007) citado por López (2015) detallan la taxonomía de la caña de azúcar de la siguiente manera:

Cuadro 2.1. Taxonomía de la caña de azúcar

TAXONOMÍA	
REINO	Vegetal
TIPO	Fanerógamas
SUBTIPO	Angiospermas
CLASE	Monocotiledóneas
ORDEN	Glumales
FAMILIA	Poáceas
TRIBU	Abdropogóneas
GÉNERO	Saccharum
ESPECIE	Spontaneum y robustum (silvestre), edule, barberi, Officinarum sinense, barberi (doméstica).

Fuente. Datos tomados de López (2015)

#### 1.5.2. COMPOSICIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad (Familia) de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abono, lluvias, riegos, entre otros (Gutiérrez y Segil, 2016). Cobeña y Loor (2016), detallan la siguiente composición de la caña de azúcar:

**Cuadro 2.2.** Composición general de la caña de azúcar

COMPONENTES	CAÑA (%)
Agua	73 – 76
Sólidos	24 – 37
Sólidos solubles	10 – 16
Fibra seca	11 – 16

Fuente. Datos tomados de Cobeña y Loor (2016)

### 1.5.3. VARIEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas y el género *Saccharum*, en el cual existen seis especies: *S. spontaneun*, *S. robustum*, *S. barberi*, *S. sinensi*, *S. edule* y *S. officinarum*; los clones comerciales de caña de azúcar son derivados de las combinaciones entre estas especies, predominando las características de *S. officinarum* como productora de azúcar (MAG, 2015; citado por Cobeña y Loor, 2016).

Además, Cobeña y Loor (2016) comunica que el Ecuador, por ser un país con diversos tipos de climas en cada una de las regiones y subregiones que lo conforman, se pueden encontrar diferentes variedades de caña de azúcar; por ejemplo, en el cantón Junín de la provincia de Manabí, las variedades de caña de azúcar sembradas son: Cenicaña 85-92; Cuba 1051-73; Cuba 132-8; Barbados 72-74; y Ragnar, conocida como “Guayaca”, que es la tradicional que se ha sembrado en la zona de Junín.

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) citado por Silva *et al.* (2016) ha desarrollado nuevas variedades y tecnologías desde 1997, liberando seis variedades (EC-01, EC-02, EC-03, EC-04, EC-05, EC-06), las cuales se encuentran en proceso de expansión en los campos de los ingenios auspiciantes, La Troncal, San Carlos y Valdez, así como de cañicultores. El CINCAE puso a disposición de los ingenios y cañicultores dos nuevas variedades mejoradas, las cuales se han denominado: EC-07 y EC-08, con la finalidad de que tengan nuevas y mejores opciones de siembra para los diferentes ambientes y tipos de suelos que poseen; así se incremente la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del cultivo.

## 1.6. JUGO DE CAÑA O GUARAPO

El jugo de caña de azúcar recién producido es una bebida no alcohólica popular, y que de acuerdo con Yusof, Shian y Osman (2000) citado por Bomdespacho, Silva, Guimaraes, Ditchfield y Petrus (2018) se puede almacenar a 5°C durante cuatro días. Según Prati *et al.* (2005) citado por Bomdespacho *et al.* (2018), el jugo de caña es típicamente un líquido opaco con un color marrón a verde oscuro, debido a la presencia de antocianinas, carotenoides, flavonoides, melanoidinas, melaninas y productos de la degradación alcalina de fructosa en diferentes cantidades, mientras que el color influye en la aceptación del consumidor.

### 1.6.1. EXTRACCIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Según Osorio (2007) citado por Buste (2019), es aquel proceso de compresión (sistema similar a las utilizadas en la trituración de rocas) mediante el cual la caña sufre un aplastamiento en los rodillos de los molinos, lo que promueve la liberación de contenido líquido de los tallos. Dichas extracciones se consideran satisfactorias, entre el 58 y el 63%; es decir, cuando obtuvo de 580 a 630 kilogramos de jugo por tonelada de caña. Los productos finales de esta fase son "jugo crudo" y "bagazo".

Después de la extracción, varios mecanismos pueden causar el pardeamiento del jugo como la oxidación de la clorofila y los polifenoles y el pardeamiento enzimático por la enzima polifenol oxidasa (PPO) y la peroxidasa (POD) (Bucheli y Robinson, 1994; citado por Bomdespacho *et al.*, 2018). Además de los mecanismos de pardeamiento químicos y bioquímicos antes mencionados, el crecimiento de microorganismos también puede afectar el color del jugo (Oliveira *et al.*, 2007; citado por Bomdespacho *et al.*, 2018).

### 1.6.2. COMPOSICIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Yusof *et al.* (2000) citado por Panigrahi, Karmakar, Mondal, Niwas y De (2018), manifiestan que el jugo contiene principalmente sacarosa (8-16%), azúcar reductor, cenizas, fibra y polisacáridos y el resto como agua. El mayor contenido de azúcar en el jugo lo convierte en una bebida energética natural potencial. Además de sacarosa, el jugo contiene fitonutrientes, antioxidantes y fibras solubles.

Campúes y Tarupí (2011) citado por Cobeña y Loor (2016) detallan la siguiente composición del jugo de caña de azúcar:

**Cuadro 2.3.** Composición del jugo de la caña de azúcar

COMPONENTES DEL GUARAPO	SÓLIDOS SOLUBLES (%)
<b>AZÚCARES</b>	75 – 92
Sacarosa	70 – 88
Glucosa	2 – 4
Fructosa	2 – 4
Sales	3.0 – 4.5
inorgánicas	1.5 – 4.5
orgánicas	1.0 – 3.0
Ácidos orgánicos	1.5 – 5.5
Ácidos carboxílicos	1.1 – 3.0
Aminoácidos	0.5 – 2.5
Otros no azúcares orgánicos	
Proteínas	0.5 – 0.6
Almidón	0.001 – 0.05

Fuente. Datos tomados de Cobeña y Loor (2016)

### 1.6.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y DE COLOR DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Según la FAO (2013) citado por Cobeña y Loor (2016), con respecto a los requisitos físico químicos para el “jugo de caña de azúcar” sólido o en bloque, de acuerdo con los comentarios remitidos y la revisión de los estudios realizados, se incluyó un nivel mínimo del 75% para azúcares totales (expresados como sacarosa), así como también un nivel máximo del 10% para azúcares reductores, ya que para favorecer la granulometría y reducir los cambios reológicos, es necesario contar con un nivel máximo de azúcares reductores (formados por la inversión de la sacarosa).

Como lo indica Sankhia *et al.* (2012) citado por Geremias, Rocheto, Gallo y Rodríguez (2020), el jugo de la caña se caracteriza por ser un líquido opaco, pardusco a verde oscuro, con baja acidez (pH 5.0-5.5), alta actividad hídrica (0.99) y composición variable, dependiendo de su variedad, etapa de madurez y condiciones de siembra. Cobeña y Loor (2016), detallan que el contenido de cenizas varía entre 0.28 a 0.54%, el porcentaje de acidez está entre 0.14 a 0.35 dependiendo de las variedades.

El jugo de caña es típicamente un líquido opaco con un color marrón a verde oscuro, sin embargo, Bondespacho *et al.* (2018) manifiesta que la composición de la caña de azúcar afecta el color debido a la presencia de antocianinas, carotenoides,

flavonoides, melanoidinas, melaninas y productos de la degradación alcalina de fructosa en diferentes cantidades. Después de la extracción, varios mecanismos pueden causar el pardeamiento del jugo como la oxidación de la clorofila y los polifenoles y el pardeamiento enzimático por la enzima polifenol oxidasa (PPO) y la peroxidasa (POD), y además de estos mecanismos de pardeamiento químicos y bioquímicos, el crecimiento de microorganismos también puede afectar el color del jugo.

#### **1.6.4. CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

En la agroindustria de la panela, la clarificación de los jugos se realiza mediante floculación y aglutinación de impurezas, gracias al efecto combinado de la temperatura, el tiempo y la acción de los agentes clarificadores (mucílago vegetal), que son sustancias viscosas extraídas de tallos macerados, hojas, frutos y raíces de algunas especies, que cuando entran en contacto con agua o jugo de caña de azúcar, con acción del calor, eliminan los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en el jugo. Luego se forma la torta de filtro que se separa del jugo limpiado por métodos físicos (Osorio, 2007; citado por Buste, 2019).

Según Fede-panela descrito por Buste (2019) este proceso consiste en eliminar los sólidos suspendidos, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en el jugo. Una vez que se recibe el jugo en el tanque receptor, pasan a la bandeja receptora a temperatura ambiente. Donde el calentamiento comienza hasta una temperatura de 50 a 55 °C. Dicho calentamiento acelera la formación de partículas grandes y su velocidad de movimiento, lo que facilita su separación. Luego se agregan clarificadores vegetales, preparados como una solución aglutinante, de los cuales se agregan  $\frac{3}{4}$  partes de la solución total cuando los jugos han alcanzado una temperatura superior a 60°C, dejándola en la bandeja de descanso hasta que el jugo alcance una temperatura entre 75 y 85°C. Una vez que se ha alcanzado esta temperatura, se forma una cachaza negra que debe eliminarse y luego agregar el 25% restante del mucílago, luego de un tiempo de haber agregado el mucílago restante, comienza una segunda capa conocida como cachaza blanca.

## 1.7. BEBIDAS REFRESCANTES O REFRESCOS

De acuerdo con la Normativa NTE INEN 2304 (2017), los refrescos son bebidas no alcohólicas, sin adición de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a base de agua como principal componente, que contienen o no una mezcla de ingredientes como azúcares, jugos, pulpas, concentrados o trozos de frutas, té o hierbas aromáticas o sus extractos y aditivos alimentarios.

### 1.7.1. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE LOS REFRESCOS

Los refrescos deben cumplir los requisitos físicos y químicos indicados la tabla 1 de la Normativa NTE INEN 2304:2017. A continuación, se muestra un cuadro tomado de dicha normativa:

**Cuadro 2.4.** Requisitos fisicoquímicos de los refrescos o bebidas refrescantes

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Sólidos solubles a 20°C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa	-	-	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20°C	-	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20°C	g/100ml	0,1	-	NTE INEN-ISO 750

Fuente: NTE INEN 2304:2017

Además, no exceder el límite máximo de 150mg/L de estaño determinado según NTE INEN-ISO 17240, si están en latas; y, no exceder los límites máximos de aditivos alimentarios conforme con lo establecido en NTE INEN-CODEX 192.

### 1.7.2. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS REFRESCOS

La norma ecuatoriana NTE INEN 2304 (2008), detalla que el producto debe estar exento de microorganismos patógenos, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto; debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos que representen un riesgo para la salud. Además, debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3 de dicha norma detallados en el cuadro 2.4:

**Cuadro 2.5.** Requisitos microbiológicos de los refrescos o bebidas refrescantes

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/m <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	3	1,0 x10 <sup>2</sup>	1,0 x10 <sup>3</sup>	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm <sup>3</sup>	3	5,0 x10 <sup>1</sup>	-	0	NTE INEN 1529-10

Fuente: NTE INEN 2304:2008

## 1.8. ADITIVOS

### 1.8.1. ÁCIDO ASCÓRBICO

Li, Song, Dong y Zhao (2014) citado por Gérard *et al.* (2019), indican que el ácido ascórbico es muy importante dentro de la industria de las bebidas; se usa comúnmente en la industria alimentaria por su capacidad antioxidante pero también por suministrar una fuente adicional de vitamina C. según Taeufel y Voigt (1964) citado por Hithamani, *et al.*, (2018) el ácido ascórbico es el inhibidor más importante de la fenolasa porque no tiene un sabor detectable a la concentración utilizada, lo que interferiría con la aceptabilidad del producto procesado final.

De acuerdo con el CODEX STAN 192 (1995), este aditivo actúa como regulador de acidez, antioxidante, agente de tratamiento de las harinas y como secuestrante. La dosis máxima permitida para bebidas está en relación de las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).

### 1.8.2. METABISULFITO DE SODIO

INOS Calabrian (2016), manifiesta que este aditivo es utilizado en la conservante de alimentos, la producción farmacéutica, agente de decoloración del agua, reactivos de laboratorio y otras aplicaciones de procesos químicos. De la misma manera, el CODEX STAN 192 (1995), detalla que actúa como antioxidante, decolorante, agente de tratamiento de las harinas y es también una sustancia conservadora.

El uso de metabisulfito de sodio está respaldado por varias leyes vigentes en el país. Sin embargo, su principal residuo, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), cuando está en altas concentraciones en los alimentos, puede causar reacciones adversas a la salud de los consumidores sensibles. Los países importadores estipulan un límite

máximo para la concentración residual de SO<sub>2</sub>, que varía según el mercado, que varía de 40 a 100 ppm (Brito *et al.*, 2008). De acuerdo con el CODEX STAN 192 (1995) su dosis máxima permitida en la aplicación de jugos y bebidas de acuerdo con esta norma es de 50ppm.

### **1.8.3. SORBATO DE POTASIO**

Jabonarium (2019), lo considera al sorbato de potasio como un conservante suave cuyo principal uso es como conservante de alimentos. La dosis suele oscilar entre 0,13 y 0,8%. De acuerdo con el CODEX STAN 192 (1995) este aditivo actúa como una sustancia conservadora. La dosis máxima permitida es de 1000ppm.

Actúa principalmente contra hongos y levaduras, es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos, vinos y cuidado personal, es usado principalmente en los productos lácteos y en el pan de centeno (Villada, 2010). No es tóxico para el hombre ya que éste lo metaboliza como cualquier otro ácido graso. Dado que su solubilidad es baja (0.16g/100ml a 20°C), es preferible usar debido a que son mucho más solubles (Aroca, 2010).

## **1.9. VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS**

Theodore y Labuza (s.f) citado por Cantos y Romero (2013) mencionan que la vida útil de un alimento puede definirse como el período de tiempo dentro del cual el alimento es seguro para consumir y/o tiene una calidad aceptable para los consumidores. De acuerdo con Brody (2003), este período depende de diversas variables del producto como también de las condiciones ambientales y el empaque, dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividades del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones.

Hough (2010) citado por Geremias *et al.* (2020) manifiesta que los criterios para definir la vida útil se basan en el aumento o la disminución de la magnitud del valor medio de una característica del producto. Los métodos sensoriales y microbiológicos son herramientas útiles para este propósito. Charm (2007) citado por Cantos y Romero (2013) manifiesta que la vida útil se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean

controladas. Se pueden realizar las predicciones de vida útil mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana).

Para Cardelli y Labuza (2001) un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecido en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados. Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Cantos y Romero (2013) explican que para determinar el tiempo de vida útil se aplica el modelo matemático desarrollado por Labuza (1982), considerando que el crecimiento de los microorganismos se asemeja a una reacción cinética de primer orden.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **1.10. UBICACIÓN**

Esta investigación se desarrolló en la hacienda “Mi Violetita” ubicada en la ciudadela El Recreo, del cantón Tosagua de la provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 0°47′06.3″ de latitud sur y 80°13′34.0 de Longitud Oeste a una altitud de 18 msnm (Google Maps<sup>1</sup>, 2020).

Los análisis fisicoquímicos y colorimétricos se efectuaron en las instalaciones del laboratorio de Bromatología y los análisis microbiológicos en el laboratorio de microbiología de la Carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicada en el sitio “El Limón”, de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 0°49′27.9″ de latitud sur y 80°10′27.2″ de Longitud Oeste a una altitud de 15.5 msnm (Google Maps<sup>2</sup>, 2020).

### **1.11. DURACIÓN**

Esta investigación tuvo una duración de 12 meses a partir de su aprobación.

### **1.12. MÉTODOS**

Se utilizó el método experimental que fue fundamental para delimitar las relaciones que existen entre las diferentes variables estudiadas. Además, fue de carácter bibliográfico debido a que se obtuvo información de fuentes de libros, artículos de revistas científicas y documentos de sitios webs. Se utilizó también la investigación de campo porque se lo realizó en el sitio donde se encuentra el objeto de estudio.

---

<sup>1</sup> Google Maps. 2020. Ubicación de la hacienda Mi Violetita

<sup>2</sup> Google Maps. 2020. Ubicación de la ESPAM MFL

## 1.13. TÉCNICAS

### 1.13.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y DE COLOR

Los análisis fisicoquímicos y de color se evaluaron en los días cero (0), 15 y 30. A continuación se detallan los tipos de análisis desarrollados en esta investigación:

**Determinación de acidez:** El porcentaje de acidez de la bebida se lo realizó mediante el método de titulación, el cual consistió en homogenizar la muestra y extraer 2mL de la misma y traspasarlo a un erlenmeyer de 100mL; luego enzararlo con agua destilada hasta completar 50mL de solución; seguidamente se agregó de dos a tres gotas de fenolftaleína y se procedió a titular con Hidróxido de sodio; finalmente se reportó el consumo y se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%Acidez = \frac{\text{Consumo de NaOH} * N \text{ NaOH} * meq}{V} * 100 \quad [3.1]$$

En donde,

**Consumo de NaOH:** diferencia del volumen contemplado en la bureta del NaOH

**N NaOH:** normalidad del NaOH

**meq:** miliequivalente químico expresado en ácido cítrico.

**V:** volumen de la muestra.

**Determinación de pH:** El pH se determinó con ayuda del potenciómetro MILWAUKEE pH58 de acuerdo con la metodología propuesta por la NTE INEN-ISO 1842.

**Determinación de °Brix:** Para los °Brix, se determinaron en base al método de ensayo de la NTE INEN-ISO 2173 con la ayuda del Refractómetro Sper Scientific modelo 300035 escala digital 0 a 60°Brix.

**Color:** Para los análisis de color se los realizó mediante el equipo espectrofotómetro marca MOVE 100 Merck; el cual consistió en iluminar la muestra objetivo con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en los intervalos instantáneamente (Lockuán, 2012); para determinar el color, se utilizó 1mL de la muestra, luego se procedió a enrasar en una probeta

de 100mL con agua destilada y se colocó la muestra a analizar en el equipo, luego se tomó la lectura y por último se reportó el resultado en las unidades pt/co (Hazen) con escalas de 0 (transparente acromático), 500 (amarillo), o más de 500 (marrón) (Konica Minolta, 2019) (Ver anexo 1).

### 1.13.2. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

**Estudio de vida útil:** Los ensayos microbiológicos para estimar la vida útil del producto se basaron en coliformes totales, recuentos de aerobios mesófilos y mohos y levaduras (se realizaron diluciones decimales de  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$ ) utilizando 3M Petrifilm™ para su cuantificación, según las instrucciones del fabricante. Las pruebas de coliformes se realizaron según el método del número más probable (NMP); aerobios mesófilos por recuento de unidades formadoras de colonias UFC); y mohos y levaduras, Unidades propagadoras (UP); basados en la normativa NTE INEN 2304:2008 correspondientes a bebidas refrescantes. Respectivamente, se establecieron  $<3\text{NMP/mL}$ ,  $1.0 \times 10^2 \text{UFC/mL}$ ; y  $5.0 \times 10^1 \text{UP/mL}$  como los niveles máximos aceptables. Los análisis se realizaron en los días de almacenamiento: cero (0), 15 y 30 a temperatura de  $5^\circ\text{C}$ .

Se aplicó el modelo matemático desarrollado por Labuza (1982) citado por Cantos y Romero (2013); Alcívar y Llor (2013), cuya fórmula propuesta es:

$$\ln(A) = \ln(A)_0 - kt \quad [3.2]$$

Siendo:

A: calidad a tiempo t.

A<sub>0</sub>: calidad a tiempo cero.

k: constante de velocidad de reacción.

t: tiempo de almacenamiento.

Si al representar el logaritmo del grado de calidad en función del tiempo se obtiene una línea recta, la reacción es de primer orden. Para esto se realizó un gráfico de  $\ln$  UFC de los microorganismos vs tiempo, aplicando regresión lineal de estas variables y obteniendo la ecuación de comportamiento, la misma que sirvió como modelo matemático similar al desarrollado por Labuza, de donde se procedió a despejar el tiempo de almacenamiento o tiempo de vida útil reemplazando el número máximo de microorganismos según normativas vigentes que tanto dura el producto.

$$t = \frac{\ln A + \ln A_0}{k} \quad [3.3]$$

### 1.13.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una prueba de aceptabilidad a 30 catadores no especializados, a quienes se les aplicó una escala hedónica de 5 puntos (1=Me disgusta mucho; 2=me disgusta moderadamente; 3=ni me gusta, ni me disgusta; 4=me gusta moderadamente; 5=me gusta mucho), para categorizar el nivel de aceptabilidad del mejor tratamiento que presente mejor vida útil.

### 1.13.4. ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

Se determinó el mejor tratamiento considerando ciertos criterios de aceptabilidad y vida útil y realizó un balance de masa para establecer el proceso de elaboración de la bebida refrescante de caña de azúcar.

## 1.14. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio de la conservación de la bebida fueron:

- Factor A: g/L de Ácido Ascórbico
- Factor B: g/L de Metabisulfito de sodio
- Factor C: g/L de Sorbato de Potasio

## 1.15. NIVELES EN ESTUDIO

Cuadro 3.1. Niveles de estudio

Factor A		Factor B		Factor C	
a1	a2	b1	b2	c1	c2
1.5g/L	1g/L	0.05g/L	0.03g/L	0.9g/L	0.5g/L

## 1.16. TRATAMIENTOS

De la combinación de los diferentes niveles de los factores en estudios se obtuvieron los siguientes tratamientos:

Cuadro 3.2. Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción		
		Ácido ascórbico	Metabisulfito de sodio	Sorbato de potasio
T1	a1b1c1	1.5 g/L	0,05 g/L	0,9 g/L
T2	a1b1c2	1.5 g/L	0,05 g/L	0,5 g/L
T3	a1b2c1	1.5 g/L	0,03 g/L	0,9 g/L
T4	a1b2c2	1.5 g/L	0,03 g/L	0,5 g/L
T5	a2b1c1	1 g/L	0,05 g/L	0,9 g/L
T6	a2b1c2	1 g/L	0,05 g/L	0,5 g/L
T7	a2b2c1	1 g/L	0,03 g/L	0,9 g/L
T8	a2b2c2	1 g/L	0,03 g/L	0,5 g/L

## 1.17. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó un arreglo factorial  $2^3$  en diseño completamente al azar, en donde se realizaron 3 réplicas para cada uno de los tratamientos.

## 1.18. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para este trabajo se utilizó 24 unidades experimentales, para cada una de ellas se utilizó 24L de jugo de caña de azúcar de la variedad EC-03 precisando 576L en esta investigación.

## 1.19. VARIABLES A MEDIR

- Características fisicoquímicas (Acidez, pH, °Brix, Color)
- Características microbiológicas (coliformes fecales y recuento de bacterias mesófilas aerobias, levaduras y mohos)
- Aceptabilidad
- Vida útil (0, 15 y 30 días)

## 1.20. ESQUEMA DEL ANOVA

Los autores propusieron el siguiente esquema del ANOVA, el cual se detalla en el desarrollo de la investigación:

**Cuadro 3.3.** Esquema del ANOVA

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>gl</b>
Total	23
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
A*B	1
B*C	1
A*C	1
A*B*C	1
ERROR EXPERIMENTAL	20

## 1.21. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.21.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR

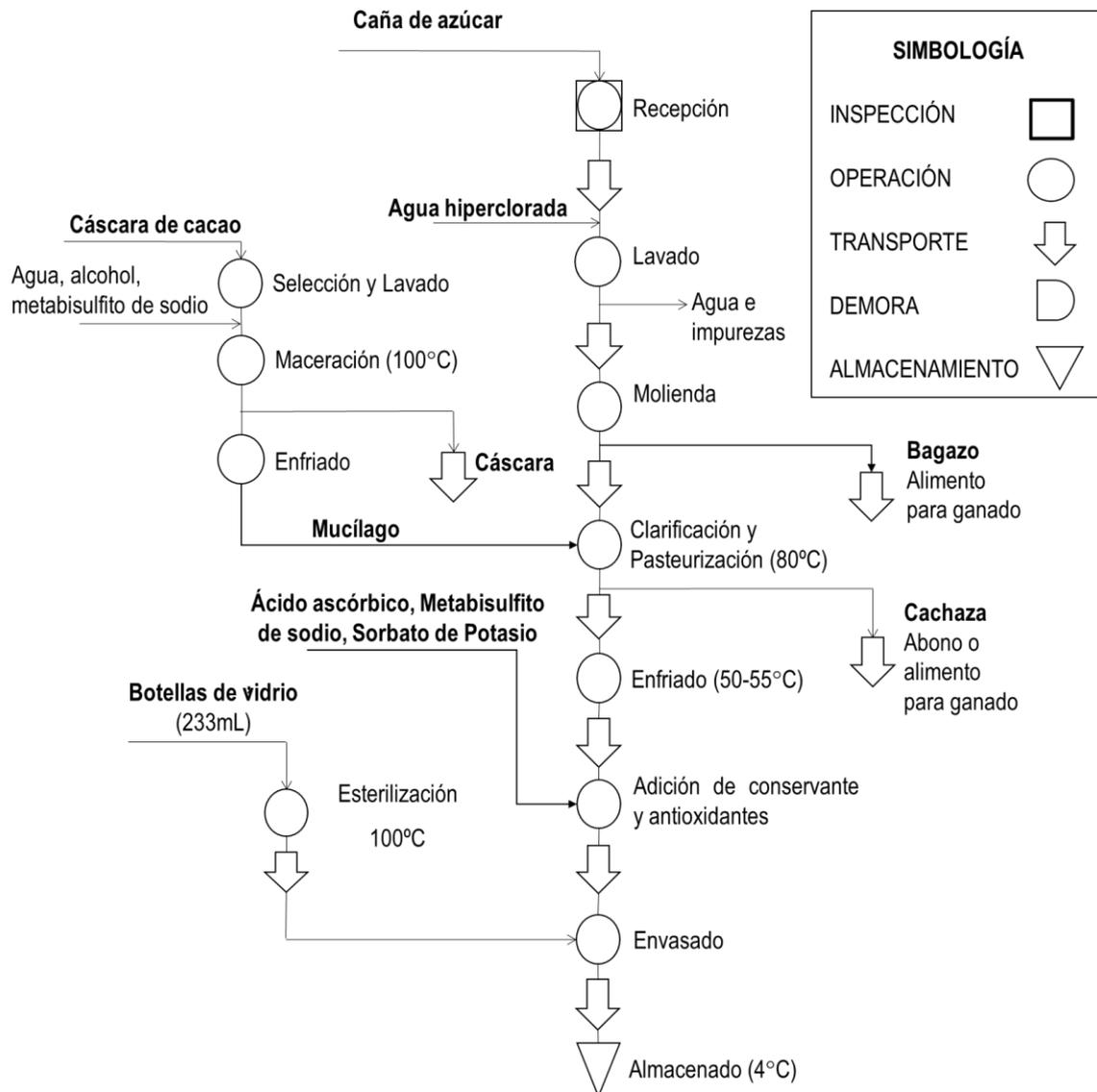


Figura 3.1. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida de caña de azúcar

### 1.21.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR

- **Recepción:** Las materias primas deben estar en buen estado y deben tener la madurez de consumo con un color verde amarillento necesaria para poder ser procesada. Se utilizaron cañas de azúcar de la variedad EC-03 (ECSP2000-179), las cuales fueron cosechadas en los cultivos de la Hacienda Mi Violetita.
- **Lavado:** Se usó agua hiperclorada, mínimo 10ppm de cloro residual (recomendada para evitar contaminación por microorganismos patógenos) como lo indica Aguirre (2010).
- **Molienda:** La materia prima se introdujo en el molino artesanal con el propósito de extraer el mosto de caña, a parte de éste también se obtuvo una parte sólida denominada bagazo.
- **Extracción del mucílago de Cáscara de cacao:** Se procedió a realizar el proceso de extracción de acuerdo con lo establecido en la metodología de Buste (2019), considerando también la mejor formulación: 28% de cáscara de cacao, 70,59% de agua, 1,4% de alcohol (60°A) y 0,01% de metabisulfito de sodio. Además, este autor recomienda utilizar las cáscaras maduras para la extracción del mucílago la cual ayudará a que la viscosidad deseada sea alcanzada dentro del menor tiempo posible y también profundizar el estudio de clarificación utilizando otras variedades de cacao para la clarificación de los jugos de caña.
  - **Selección y Lavado:** Se seleccionaron las mazorcas que estaban en buen estado y se lavaron con agua potable.
  - **Corte:** Una vez que las almendras son retiradas de las mazorcas de cacao se corta la cáscara en rodajas muy finas, alrededor de 0,3mm a 0,6mm.
  - **Maceración:** Posteriormente se calentó el agua y antes de que llegue al punto de ebullición, se agregó la cáscara de cacao, el alcohol y el metabisulfito de sodio; y se agitó por 30 segundos para homogenizar la cocción. Al alcanzar la temperatura de ebullición, se deja hervir por 5 minutos.

- **Enfriado y tamizado:** Se retiró del fuego y se dejó enfriar en baño María. Luego se procedió a tamizarlo con ayuda de un cedazo.
- **Almacenado:** Se procedió a almacenarlo en envases de vidrio y a temperaturas de refrigeración hasta el momento de su utilización.
- **Clarificación y Pasteurización:** luego de la molienda se procedió a calentar el mosto obtenido y se agregó el mucílago procedente de las cáscaras de cacao en el mosto a clarificar a una temperatura de 57°C como lo indica Buste (2019) en su investigación (1,5% en relación con el volumen del jugo a clarificar); con el fin de eliminar la mayor parte de las impurezas insolubles como gomas, bagazos y sustancias colorantes. Con el uso de un cedazo de 36µm se retiró las partículas en suspensión. Una vez que la temperatura llegue a los 75°C se procede a retirar la primera cachaza (cachaza negra) lo más pronto posible y a 80°C la segunda cachaza (cachaza blanca).
- **Enfriado:** Seguidamente se dejó enfriar a temperaturas de entre 50 y 55°C para adicionar los aditivos para su conservación.
- **Adición de antioxidantes y conservante:** Se adicionó el ácido ascórbico, metabisulfito de sodio y sorbato de potasio de acuerdo con las concentraciones indicadas por los diferentes tratamientos.
- **Envasado:** Se envasó la bebida en envases de vidrio (previamente esterilizados) con capacidad de 300mL y se selló con tapa tipo Twist off.
- **Almacenado:** Finalmente se almacenó a temperaturas de refrigeración (4°C) para su conservación.

## 1.22. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A las variables en estudios se le realizó las siguientes pruebas:

- a) A todas las variables fisicoquímicas y colorimétricas se realizó el supuesto de ANOVA (normalidad mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov) lo que indicó que los datos no son normales (cuadro 3.4).

**Cuadro 3.4.** Prueba de normalidad de todas las variables respuestas en los días de almacenamiento

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Acidez	0.200	72	0.000
pH	0.177	72	0.000
°Brix	0.150	72	0.000
Color	0.121	72	0.011

- b) Se realizó las pruebas no paramétricas de Kruskall Wallis con el fin de determinar si existen diferencias significativas porque las variables fisicoquímicas no cumplieron el supuesto de normalidad de ANOVA.
- c) El análisis de sensorial se lo evaluó mediante la prueba de Friedman.
- d) Para la determinación de vida útil se lo realizó mediante la ecuación de Labuza como se indica en el acápite 3.4.2.

### 1.22.1. TRATAMIENTO DE DATOS

El análisis de los datos se realizó por medio del programa Excel Microsoft office 2013 y SPSS 25 versión libre.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.23. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y COLOR DE LA BEBIDA REFRESCANTE DE CAÑA DE AZÚCAR

#### 1.23.1. ACIDEZ

Para comprobar la distribución normal de los datos obtenidos en los días de almacenamiento de la bebida se procedió a realizar los supuestos del ANOVA (normalidad y homogeneidad) para la variable acidez (cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1.** Prueba de normalidad para la variable acidez en los días de almacenamiento

Kolmogórov-Smirnov			
Acidez	Estadístico	gl	Sig.
	0.200	72	0.000

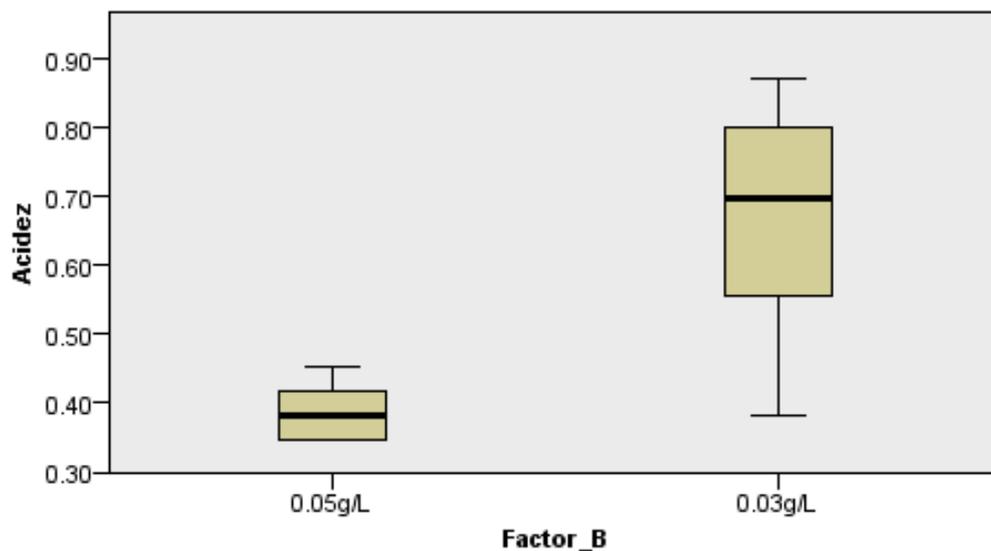
Como la variable acidez no cumplió los supuestos del ANOVA se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable acidez en los días de almacenamiento

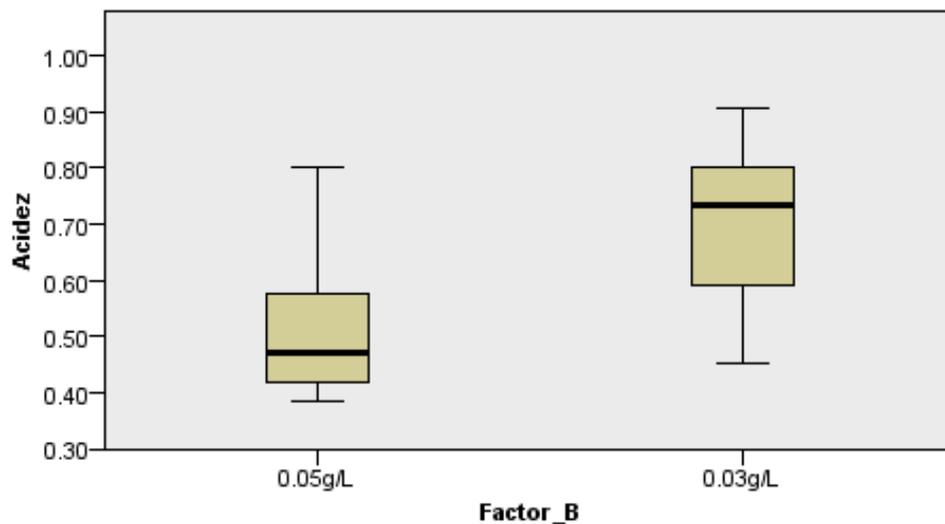
Día de almacenamiento	Hipótesis nula (H <sub>0</sub> )	Sig.	Decisión
0	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor A.	0.137	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor B.	0.580	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor C.	0.012	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.003	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
15	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor A.	0.907	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor B.	0.000	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor C.	0.884	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.003	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
30	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor A.	0.600	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor B.	0.007	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Factor C.	0.001	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Acidez es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.003	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

Con respecto a la variable acidez, los niveles del Factor A (ácido ascórbico) no causa efecto significativo sobre la variable en todos los días de almacenamiento del producto; no obstante, el factor B (metabisulfito de sodio) causa efecto significativo sobre la variable acidez durante los días 15 y 30 de almacenamiento (gráfico 4.1 y 4.2); sin embargo, el factor C (sorbato de potasio) causa efecto significativo en la variable acidez en los días 0 y 30 (gráfico 4.3 y 4.4); agregando también que la categoría de tratamientos (gráfico 4.5 y 4.6) también causa efecto sobre la variable acidez con respecto a todos los días de almacenamiento, debido a que existe una diferencia estadística significativa.



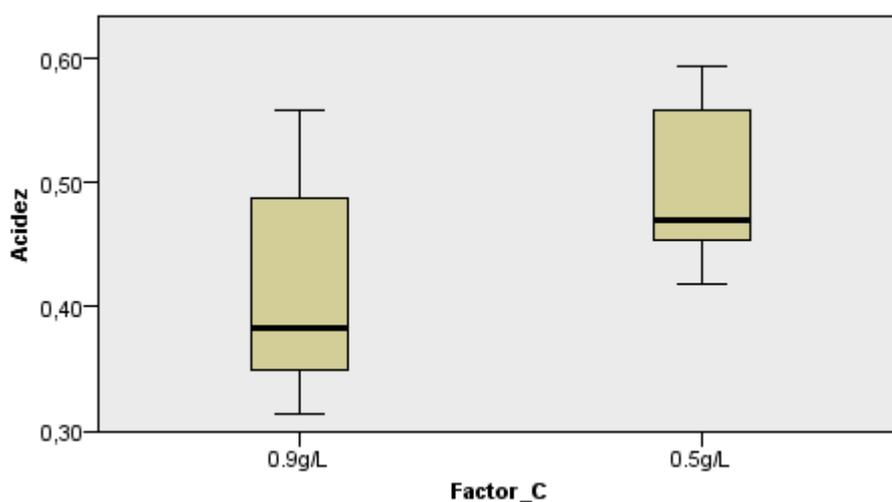
**Gráfico 4.1.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable Acidez en el día 15



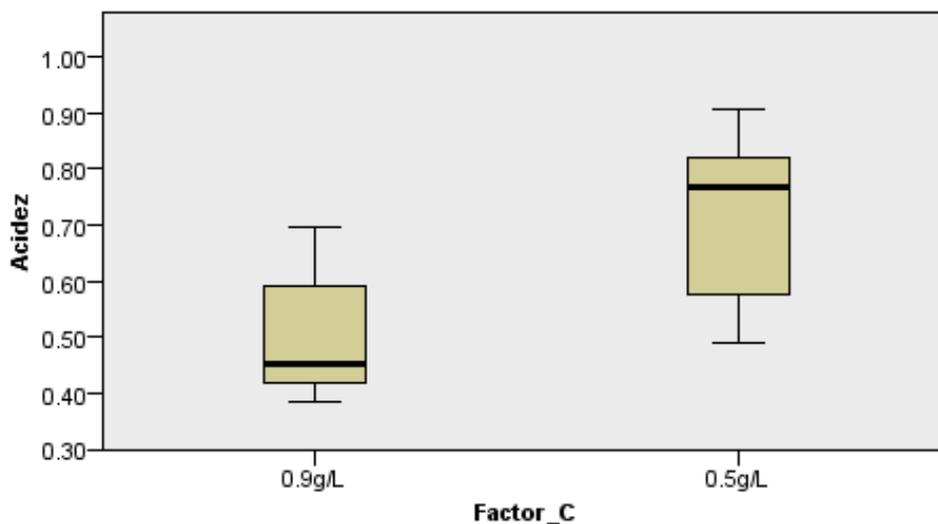
**Gráfico 4.2.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable acidez en el día 30

Durante los 15 y 30 días de almacenamiento de la bebida, las diferentes concentraciones de metabisulfito de sodio colocan a la bebida refrescante dentro de los rangos establecidos por la normativa ecuatoriana NTE INEN 2304:2017 que detalla un mínimo de acidez de 0.1%. Por tanto, si se desea una bebida con baja acidez se debe recurrir a 0.05g/L de metabisulfito de sodio, o caso contrario, 0.03g/L si se desea una alta acidez; sin embargo, el contenido que representa la bebida con la adición del nivel b<sub>2</sub> (0.03g/L) es muy elevado, valores de acidez que alcanzan el 0,8% que podría permitir el crecimiento de microorganismos causantes de algún daño a la salud.

De acuerdo con Mosco (2014) citado por Araya y Oviedo (2018), los procesos de fermentación son realizados por levaduras y bacterias en ausencia de oxígeno, en donde los carbohidratos son los principales sustratos que se fermentan, pero algunas bacterias pueden fermentar otros compuestos como ácidos orgánicos, aminoácidos, purinas y pirimidinas; por tanto, el valor de la acidez va a depender de la concentración de metabisulfito de sodio que se adicione; y que además de presentar funciones antioxidantes, actúa como conservante; por tanto, se debe a la estabilidad microbiana presente en la bebida. Chauhan *et al.* (2002) indica que la adición de metabisulfito de potasio a los jugos reduce la actividad microbiana, los valores de acidez reportados llegan hasta 1.28% durante los 30 días de almacenamiento.



**Gráfico 4.3.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable acidez en el día 0



**Gráfico 4.4.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable acidez en el día 30

De la misma manera, las diferentes concentraciones de sorbato de potasio colocan a la bebida de caña de azúcar dentro de los rangos establecidos (acidez mínima 0.1%) por la norma NTE INEN 2304 (2017), debido a que no está estipulado un valor de acidez como máximo. Sin embargo, el contenido que representa la bebida con la adición del nivel  $c_2$  (0.5g/L) también es muy elevado y podría presentar problemas de salud en las personas como ERGE (Enfermedades por reflujo gastroesofágico (Goh *et al.*, 2001). De acuerdo con Chauhan *et al.* (2002), la adición de sorbato de potasio al jugo limitó la actividad microbiana durante el tratamiento, lo que provocó poco incremento de acidez durante sus días de almacenamiento.

Por otro lado, la combinación de los tres aditivos permite que el producto realizado en esta investigación cumpla con los parámetros de acidez establecidos dentro de la normativa ecuatoriana antes mencionada (mínimo 0.1%) durante los días de almacenamiento, sin embargo, los tratamientos T4, T6, T7 y T8 reportaron un porcentaje de acidez muy elevado (gráfico 4.7), esto se debe en gran parte a los microorganismos que como lo indica Solís *et al.* (2010) y Ramachandran *et al.* (2017) que producen acidificación al producto; y también en gran parte a la baja concentración de ciertos aditivos conservantes que no actúan de forma eficaz contra dichos microorganismos (mohos y levaduras, principalmente) (Araya y Oviedo, 2018).

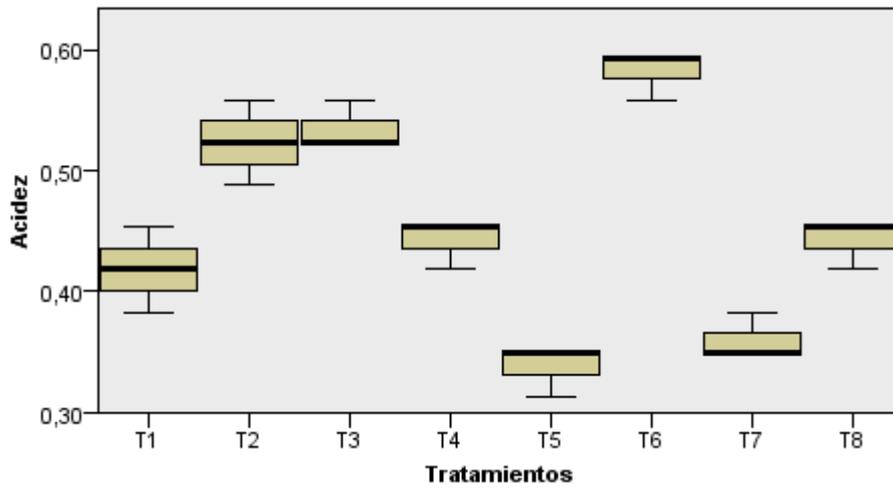


Gráfico 4.5. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 0

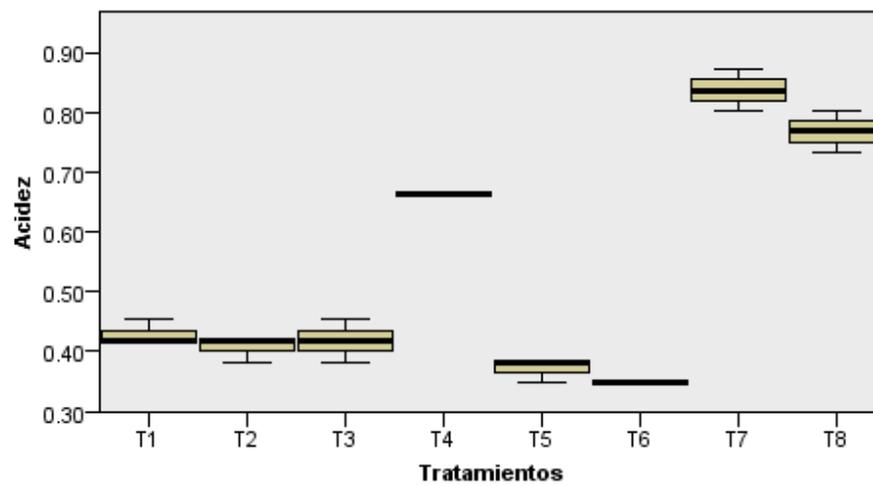


Gráfico 4.6. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 15

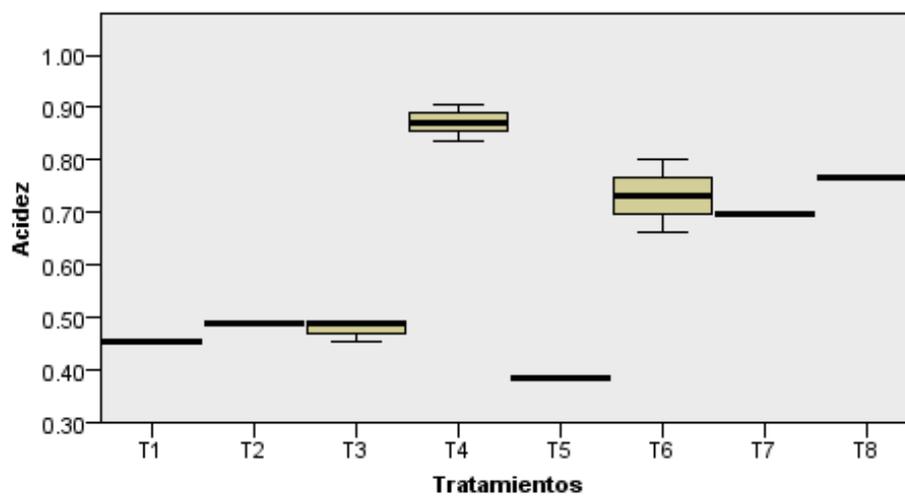


Gráfico 4.7. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable acidez en el día 30

### 1.23.2. pH

Con respecto al pH, no cumplió los supuestos del ANOVA (cuadro 4.3), por tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (cuadro 4.4).

**Cuadro 4.3.** Prueba de normalidad para la variable pH en los días de almacenamiento

pH	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.177	72	0.000

Como la variable acidez no cumplió los supuestos del ANOVA se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (cuadro 4.4). La distribución de pH con respecto al factor A durante el día 0 es diferente; en el factor B durante los días 15 y 30; y en el factor C solamente en el día 30 de almacenamiento; sin embargo, durante todos los 30 días de almacenamiento, la distribución de pH no es la misma entre las categorías de tratamientos.

**Cuadro 4.4.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable pH en los días de almacenamiento

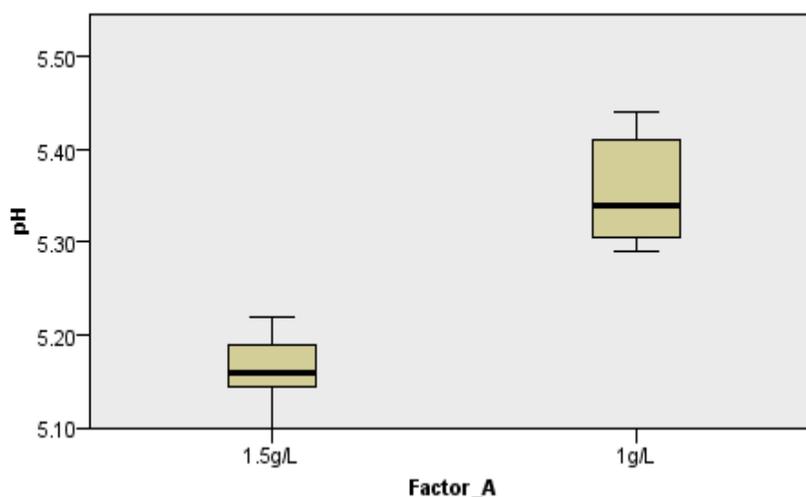
Día de almacenamiento	Hipótesis nula ( $H_0$ )	Sig.	Decisión
0	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor A.	0.000	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor B.	0.295	Retener $H_0$ .
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor C.	0.282	Retener $H_0$ .
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
15	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor A.	0.297	Retener $H_0$ .
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor B.	0.000	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor C.	0.868	Retener $H_0$ .
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
30	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor A.	0.297	Retener $H_0$ .
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor B.	0.037	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Factor C.	0.000	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>
	La distribución de pH es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar <math>H_0</math>.</b>

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

De acuerdo con la investigación de Vieira, *et al.* (2016), los conservantes utilizados (metabisulfito de sodio y sorbato de potasio) fueron efectivos para inhibir microorganismos y verificar la presencia de mohos y levaduras en el tratamiento de control (sin adición de conservantes). Además, se puede deducir que, al someterlo a un proceso de pasteurización, ocasionó que estos aditivos no presentaran efecto sobre el pH en ciertos días de almacenamiento.

Durante el día de elaboración, la mayor concentración de ácido ascórbico empleado en la bebida hizo que el pH disminuya (gráfico 4.8). Chauhan *et al.* (2002) detallan que en el día 0 de almacenamiento el pH de los tratamientos en su investigación oscilan entre 4.92 y 5.47; lo que indica que no coinciden con los datos reportados en esta investigación, pero si se aproximan a ellos. Otros resultados que están dentro de los rangos y se aproximan son los de Kunitake, Ditchfiel, Silva y Petrus (2014), que detallan valores de pH entre 5.1 y 5.4; mientras que Geremias, Rocheto, Gallo y Rodríguez (2020) reportan un pH de 5.55; datos que no coinciden con Rajendran y Bharathidasan (2018) que puntualizan valores de pH de 4.66.

Los datos encontrados en el día 0 no están dentro de los rangos establecidos por la norma NTE INEN 2304 (2017) para las bebidas refrescantes, que especifica un pH como mínimo 2 y máximo 4.5.

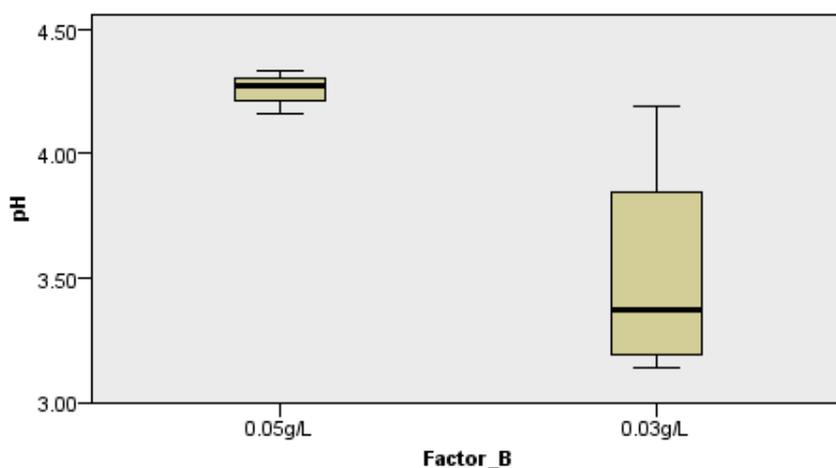


**Gráfico 1.8.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable pH en el día 0

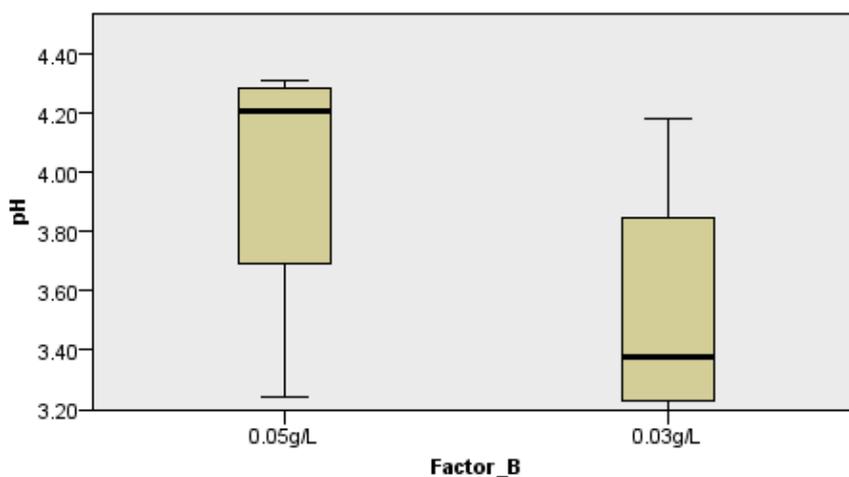
Según Chun *et al.* (2007) la adición de ácido ascórbico disminuyó el valor de pH en un promedio de 1.05. De acuerdo con Chauhan *et al.* (2002), Rajendran y Bharathidasan (2018) el ácido ascorbico fue capaz de reducir el pH del jugo de caña

de azúcar a 4.9 y 4.66 respectivamente, lo que dió una acción conservante debido a que inhibe el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento.

Con respecto al factor B (metabisulfito de sodio) causó efecto en el pH de la bebida durante los días 15 y 30 de almacenamiento; las dos concentraciones de metabisulfito de sodio en las bebidas mantienen el pH dentro de los rangos establecidos en los requisitos de la norma ecuatoriana de bebidas refrescantes en el día 15 y 30, debido a que el pH de las bebidas fue disminuyendo con el transcurso de los días (gráfico 4.9 y 4.10), sin embargo, la bebida con el nivel  $b_1$  (0.05g/L) presentó un cambio significativo durante los últimos 15 días de almacenamiento. Si se desea un pH mayor se debe utilizar 0.05g/L y si se desea un pH menor se debe recurrir a 0.03g/L de jugo. Estos datos están por debajo de los obtenidos por Chauhan *et al.* (2002) que reportó entre 4.80 y 5.35.



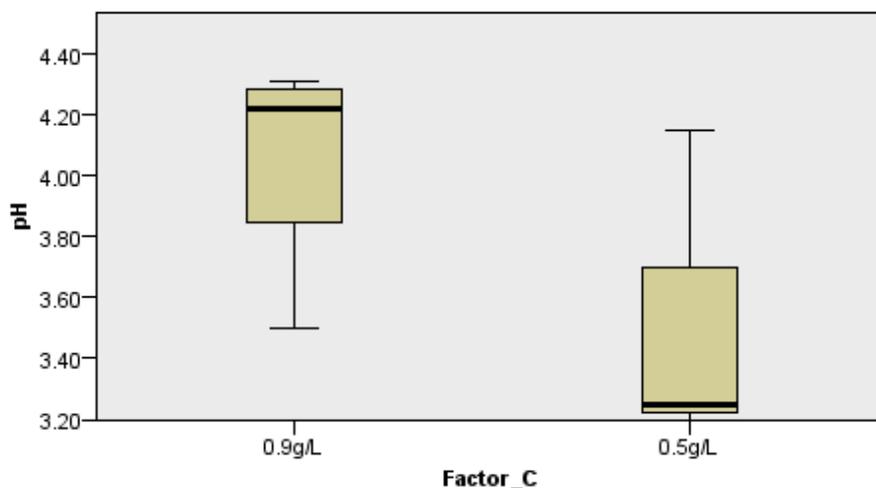
**Gráfico 4.9.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable pH en el día 15



**Gráfico 4.10.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor B sobre la variable pH en el día 30

La adición de metabisulfito de sodio al jugo delimita la actividad microbiana, lo que resulta en una reducción significativa del pH (Chauhan *et al.*, 2002). Además, se puede deducir que como se trata de microorganismos, la concentración o nivel más bajo del factor B no actúa de manera eficiente en la bebida, proporcionando un pH bajo. En la bebida con el transcurso del tiempo se desarrollan los microorganismos y de ellos depende el pH del producto. Y como la literatura muestra que el metabisulfito de sodio actúa también como conservante, el pH de la bebida refrescante va a depender mucho de su concentración.

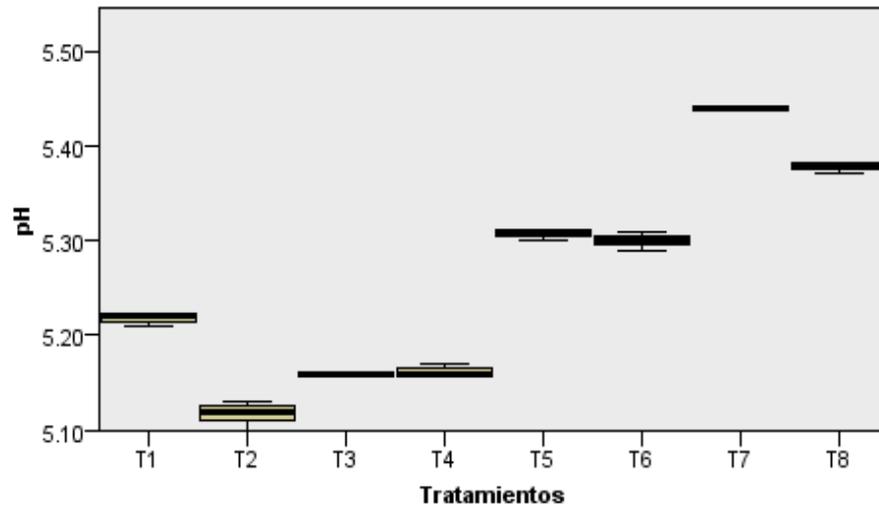
Las dos concentraciones de sorbato de potasio en el día 30 también ubican a la bebida refrescante dentro de los rangos del pH establecidos por la normativa, si se desea un pH no menor a 3.8 se debe utilizar la mayor concentración (gráfico 4.11). De acuerdo con Aroca (2010) el sorbato de potasio inhibe el crecimiento de hongos y levaduras en los alimentos con un pH ácido hasta llegar como máximo a 6.5; además añade que su efectividad aumenta al reducir el pH de la bebida.



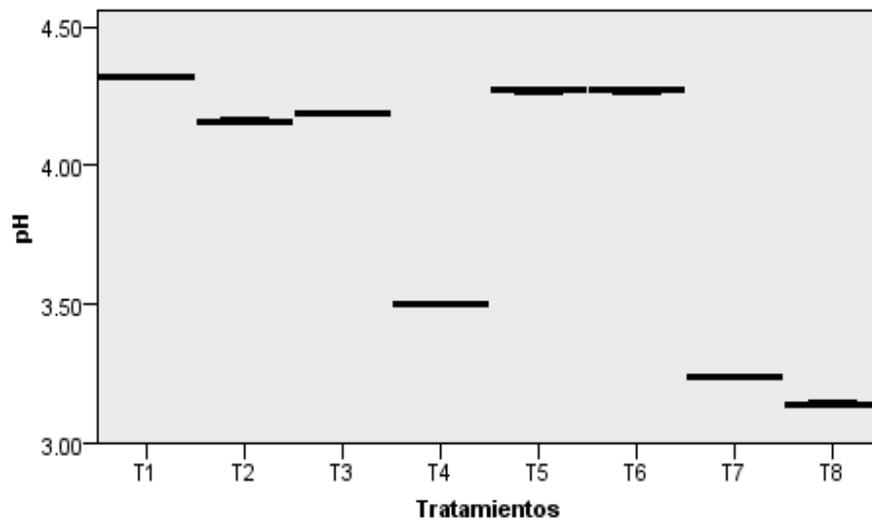
**Gráfico 4.11.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable pH en el día 30

La combinación de los tres aditivos hace que el tratamiento T2 (1.5g/L de AA + 0.05g/L de KMS + 0.5g/L de Sorbato de Potasio) en el día 0 (gráfico 4.12), presente mejores valores de pH, valores menores que no están dentro de lo establecido por la normativa ecuatoriana (pH mínimo 2 y máximo 4.5), el T3 y T4 presentan también valores con un pH bajo. Los resultados de los tratamientos del día 15 y 30 de almacenamiento, colocan a esta bebida dentro del rango establecido por la normativa NTE INEN 2304:2017. Cabe destacar que el pH bajo de los tratamientos T4, T6 y T8 en el día 30 se debe a la acidez producida por los microorganismos en

el transcurso de los días de almacenamiento (García *et al.*, 2018). Por tanto, es inversamente proporcional a su acidez (gráfico 4.13 y 4.14).



**Gráfico 4.12.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 0



**Gráfico 4.13.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 15

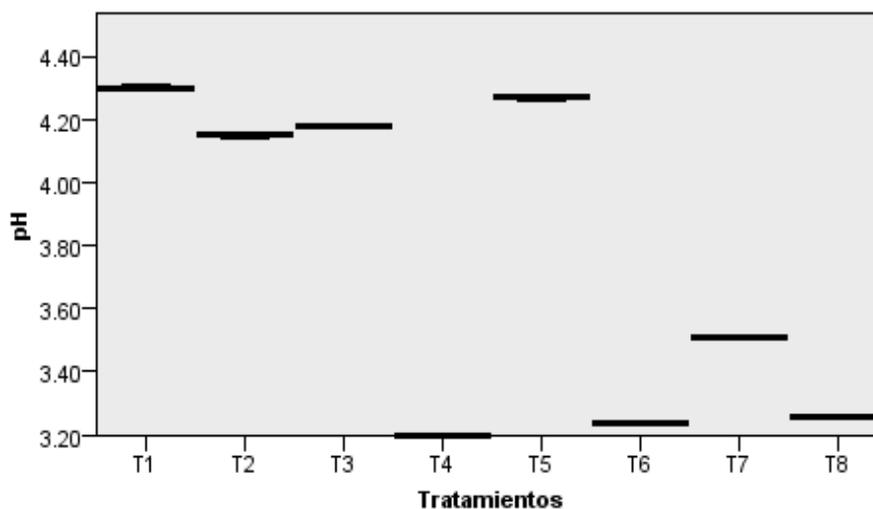


Gráfico 4.14. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable pH en el día 30

### 1.23.3. °BRIX

Los valores de °Brix no cumplen con los supuestos de normalidad (cuadro 4.5), por tanto, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (cuadro 4.6).

Cuadro 4.5. Prueba de normalidad para la variable °Brix en los días de almacenamiento

Kolmogórov-Smirnov			
	Estadístico	gl	Sig.
°Brix	0.150	72	0.000

El ácido ascórbico causó efecto en los °Brix de la bebida refrescante durante los días 0, 15 y 30 de almacenamiento, mientras que el sorbato de potasio en el día 15. Sin embargo, todos los tratamientos no figuran una distribución igual entre ellos; el metabisulfito de sodio no causó efecto sobre los °Brix de la bebida.

Cuadro 4.6. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable °Brix en los días de almacenamiento

Resumen de prueba de hipótesis			
Día de almacenamiento	Hipótesis nula (H <sub>0</sub> )	Sig.	Decisión
0	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor A.	0.024	Rechazar H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor B.	0.728	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor C.	0.056	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	Rechazar H <sub>0</sub> .

15	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor A.	0.029	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor B.	0.244	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor C.	0.017	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
30	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor A.	0.012	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor B.	0.931	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Factor C.	0.098	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

La mayor concentración de ácido ascórbico permite mantener la concentración de °Brix de la bebida durante los 15 y 30 días de conservación (gráfico 4.15). Con respecto a la normativa vigente para los refrescos (NTE INEN 2304:2017), la bebida no está dentro del rango establecido (máximo de 15°Brix), debido a que la variedad EC-03 estaba con un grado de madurez cuyos grados Brix oscilan entre 20-22.

Ramírez *et al.* (2014) citado por Cobeña y Loor (2016) indican que los grados Brix de los jugos normalmente fluctúan entre 16 y 24. Por ejemplo, el jugo crudo de caña de azúcar de la variedad SP 813250 posee  $20.7 \pm 0.1$ °Brix de acuerdo con la investigación de Geremias *et al.* (2020).

Bhupinder *et al.* (1991) citado por Chauhan *et al.* (2002) manifiestan que la disminución de los sólidos solubles totales y azúcares se debe a la adición de ácidos durante el almacenamiento como resultado de la acción de los microorganismos presentes en el jugo. Sin embargo, Chauhan *et al.* (2002) indicaron que la adición de ácido ascórbico al jugo de caña de azúcar pasteurizado delimita la degradación de los sólidos solubles totales y los azúcares totales de manera significativa ya sea en temperatura ambiente o en refrigeración.

Por otro lado, García *et al.* (2018) menciona que tanto la acción conservadora del frío como también la acción de los conservantes, en especial, el sorbato de potasio hace que disminuya la actividad microbiana, por tanto, no dar lugar a una caída extrema de °Brix (Gráfico 4.18). Estos microorganismos son los responsables de

absorber el sustrato de sólidos y luego convertirlos en ácido, proceso conocido como la fermentación. Solís *et al.* (2010) manifiestan que la sacarosa puede alterarse por inversión, fermentación ácida u oxidación por levaduras, mohos y bacterias.

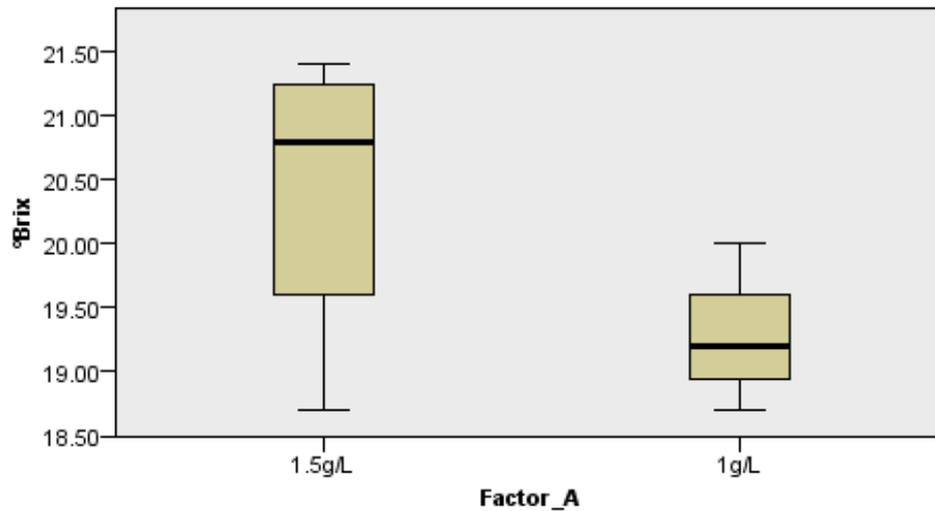


Gráfico 4.15. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 0

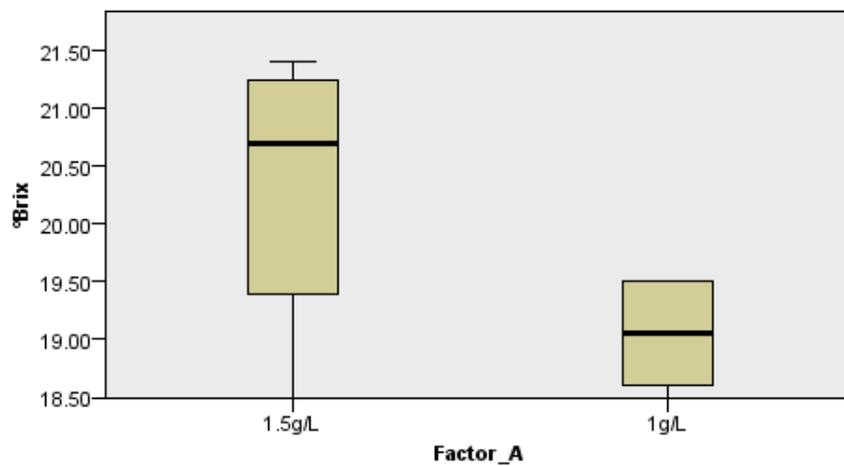
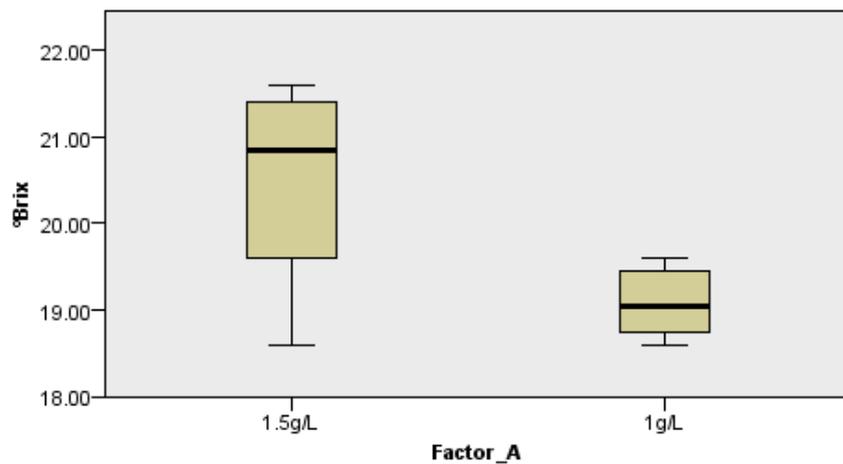
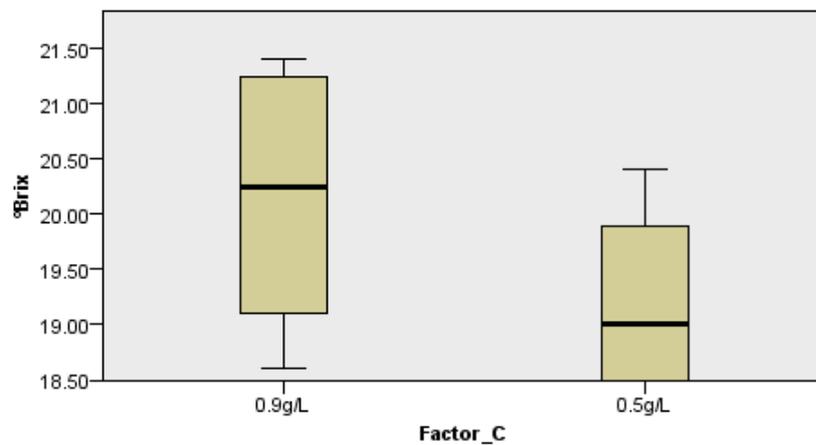


Gráfico 4.16. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 15



**Gráfico 4.17.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable °Brix en el día 30



**Gráfico 4.18.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor C sobre la variable °Brix en el día 15

Los tratamientos T1, T2 y T3 conservan su concentración de °Brix durante los 30 días de almacenamiento; sin embargo, la concentración de los tratamientos T4, T5 y T8 fueron muy bajos durante los días de almacenamiento. De acuerdo con Araya y Oviedo (2018), los procesos de fermentación son realizados por levaduras y bacterias en ausencia de oxígeno, por tanto, la baja de °Brix se debe a la disminución de azúcares que es el principal sustrato utilizado en el proceso de fermentación dentro de la bebida. Asimismo, Solís *et al.* (2010) manifiestan que la sacarosa puede alterarse por inversión, fermentación ácida u oxidación por levaduras, mohos y bacterias.

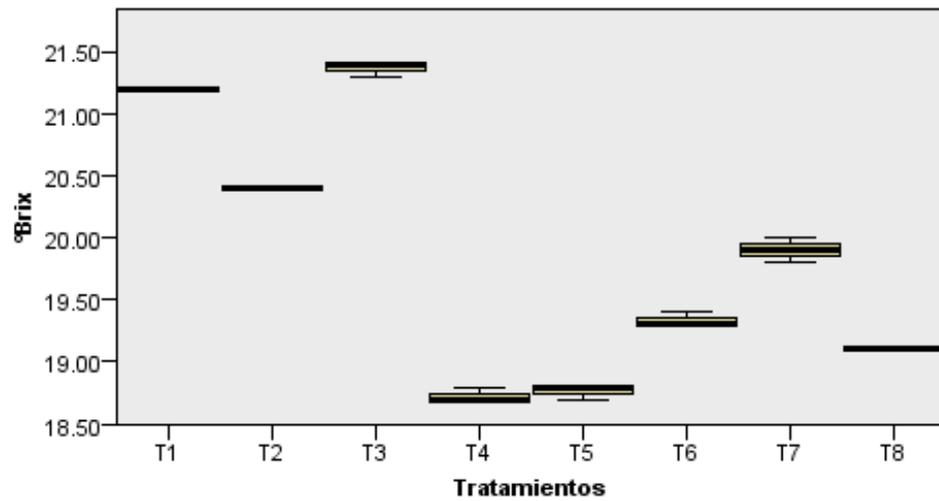


Gráfico 4.19. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 0

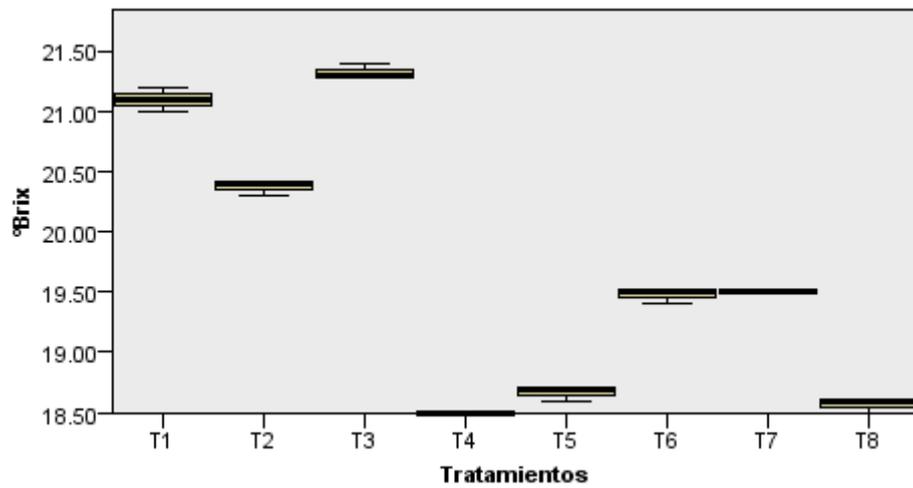


Gráfico 4.20. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 15

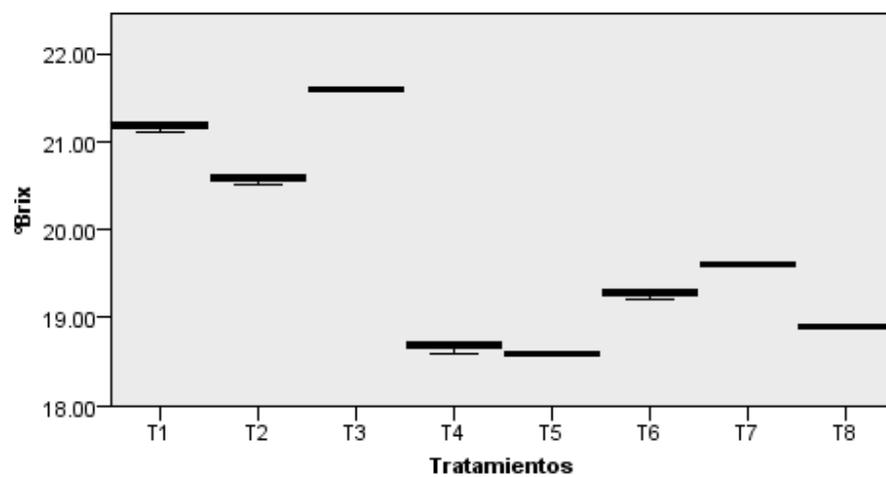


Gráfico 4.21. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable °Brix en el día 30

En los resultados del análisis físico de °Brix de la investigación de García *et al.* (2018), en los tratamientos con Metabisulfito de Na, Benzoato de Na y Sorbato de K, del día 1 hasta el día 15, no hubo una diferencia significativa de descenso de °Brix en las muestras, quedando demostrado la influencia de los conservantes por su acción efectiva.

Cabe recalcar que estos valores no están dentro de los rangos permitidos por la normativa de los refrescos, debido a que los sólidos solubles provenientes de la naturaleza de la materia prima. Estos valores coinciden con los valores reportados por Chauhan *et al.* (2002) que oscilan entre 21.8 y 22°Brix durante los 30 días de almacenamiento; además, 19,4°Brix reportado por Geremias *et al.* (2020),

#### 1.23.4. COLOR

La variable color tampoco cumplió con los supuestos del ANOVA (cuadro 4.7), por tanto, se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (cuadro 4.8).

**Cuadro 4.7.** Prueba de normalidad para la variable color en los días de almacenamiento

Color	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.121	72	0.011

La concentración o nivel de ácido ascórbico influye mucho en el color de la bebida durante su periodo de almacenamiento. Con respecto al Factor B y Factor C, no existieron diferencias significativas respectivamente sobre las variables estudiadas, lo cual indica que el metabisulfito de sodio y el sorbato de potasio no causa efecto sobre esta variable.

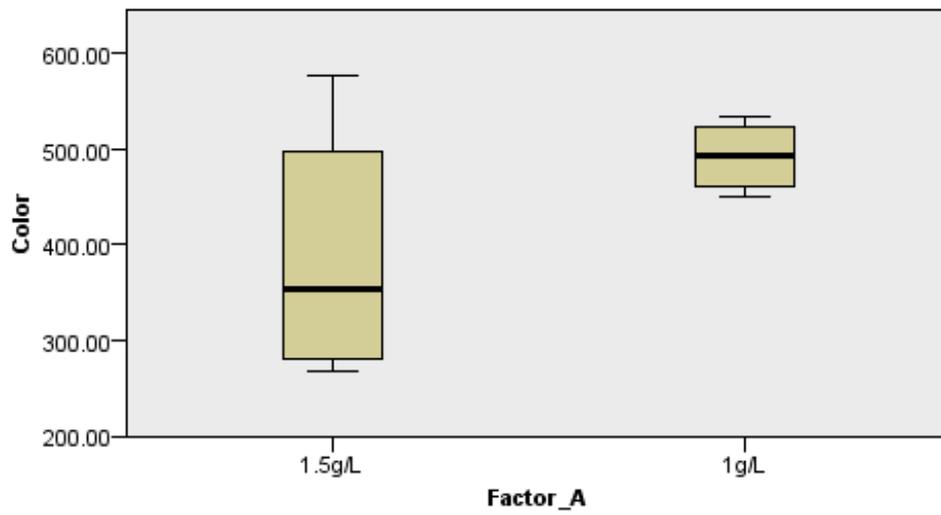
**Cuadro 4.8.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable Color en los días de almacenamiento

<b>Resumen de prueba de hipótesis</b>			
<b>Día de almacenamiento</b>	<b>Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
0	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor A.	0.037	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor B.	0.602	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor C.	0.602	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
15	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor A.	0.009	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor B.	0.133	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor C.	0.065	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.003	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
30	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor A.	0.000	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor B.	0.273	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Factor C.	0.326	Retener H <sub>0</sub> .
	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos.	0.002	<b>Rechazar H<sub>0</sub>.</b>

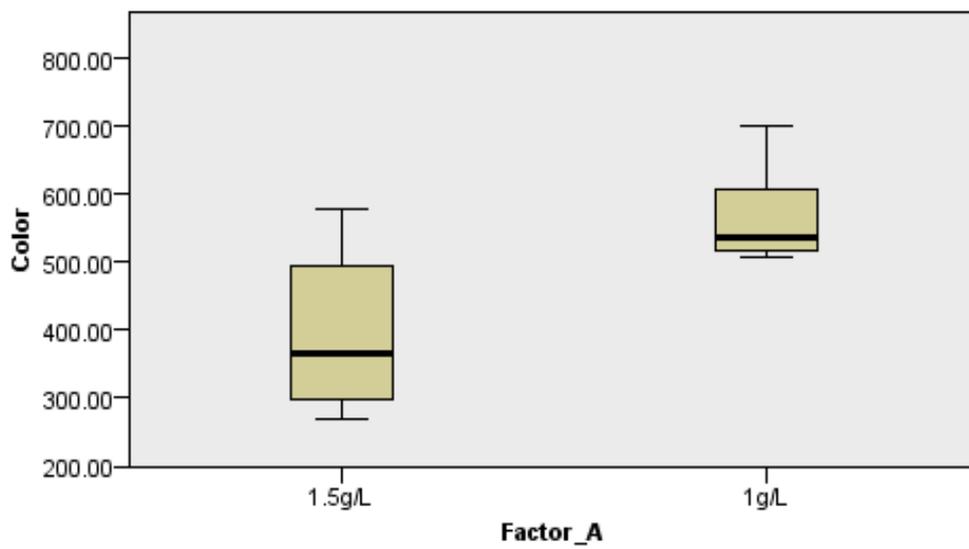
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

Los valores reportados indican que el jugo presenta un color que va de amarillo claro (<300Hz) y un rango de escalas entre aproximadamente 300pt/co (Hanzen), que corresponde a un amarillo, y más de 500Hz que tiende a marrón, de acuerdo con lo indicado con Konica Minolta (2019) y Merk (s.f.) (Ver anexo 1). La mayor concentración de ácido ascórbico permite que la bebida obtenga un color más claro en el día de su elaboración (gráfico 4.21); en donde hubo una estabilidad hasta el día 30 (gráfico 4.23), lo que no ocurrió con el caso de la menor concentración que no hubo una estabilidad significativa.

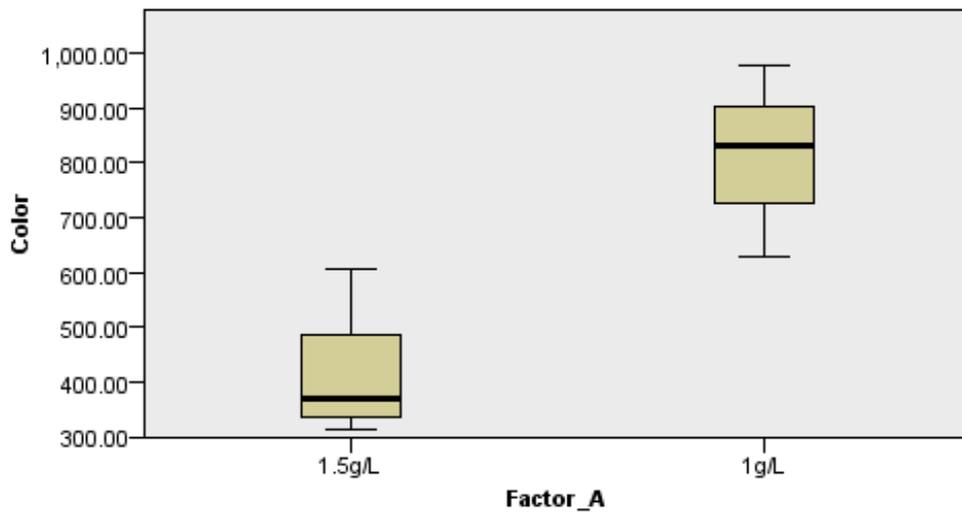
Con respecto a la distribución de color en la categoría tratamientos, si existieron cambios durante los siguientes 15 días; sin embargo, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 mantuvieron su color estable durante los 30 días de almacenamiento, sin embargo, el T4 posee un color diferente que está en los 600Hz. El color de los demás tratamientos fue variando con el pasar de los días de almacenamiento (gráfico 4.24, 4.25 y 4.26);



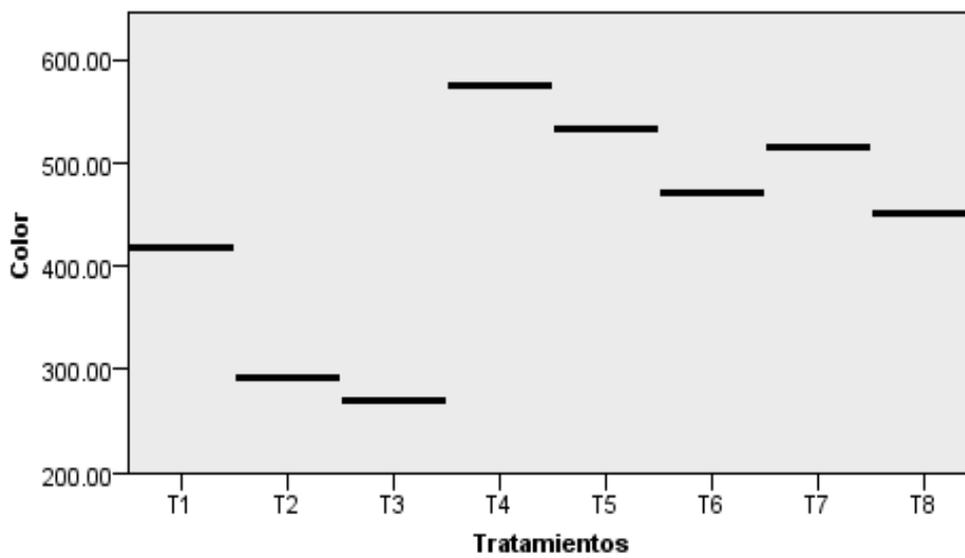
**Gráfico 4.22.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable Color en el día 0



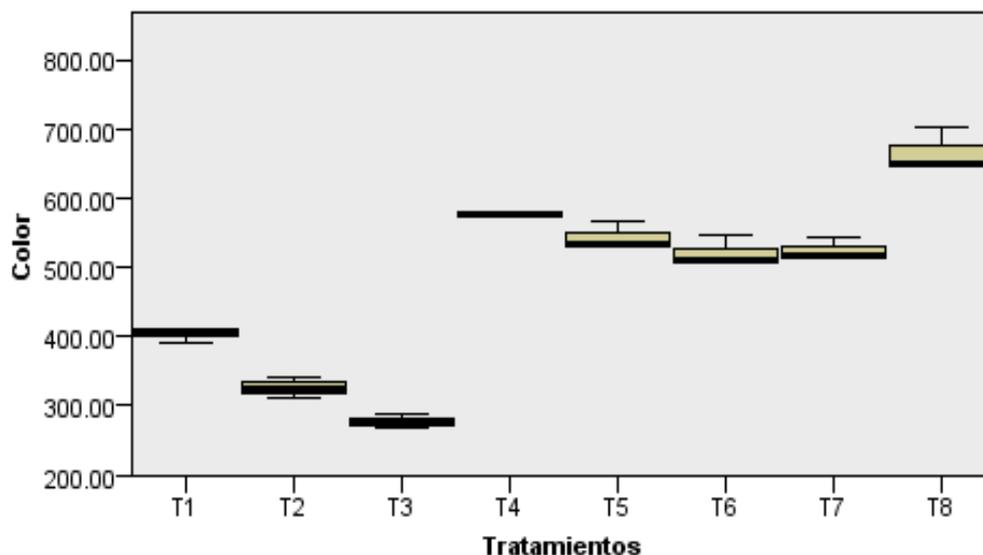
**Gráfico 4.23.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable Color en el día 15



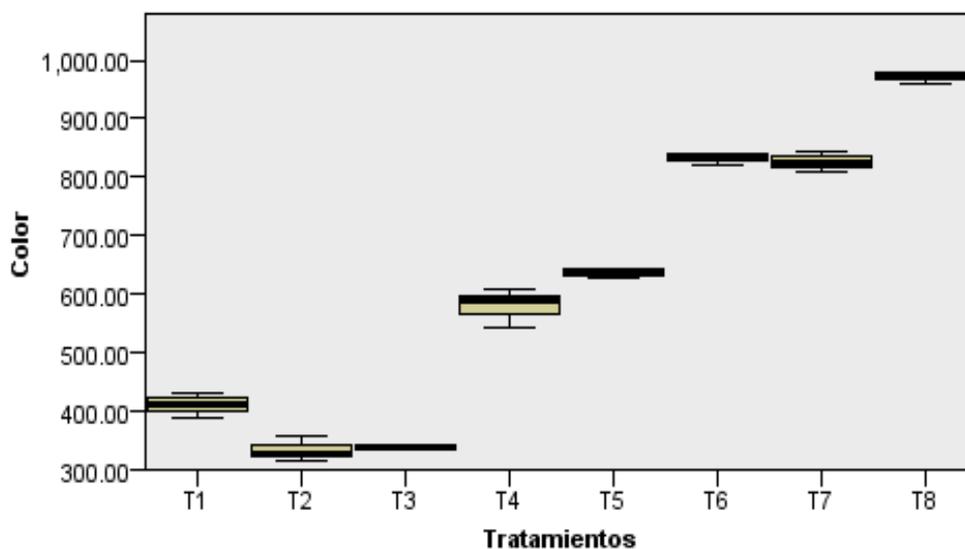
**Gráfico 4.24.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el Factor A sobre la variable color en el día 30



**Gráfico 4.25.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 0



**Gráfico 4.26.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 15



**Gráfico 4.27.** Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para los tratamientos sobre la variable color en el día 30

Chauhan *et al.* (2002) manifiesta en su investigación que la adición de ácido ascórbico también le dio un buen color naranja mate agradable al jugo, color no característico al recién extraído de la materia prima. Según los resultados obtenidos por Silva y Sarabia (2000) citado por Peña (2009); estos antioxidantes son muy efectivos para inhibir la enzima polifenol oxidasa, principal enzima en la constitución de pigmentos en frutas y vegetales. Por tanto, su color tiende a cambiar durante ciertos procesos de conservación.

De acuerdo con Chun *et al.* (2007), el ácido ascórbico es un compuesto reductor y se puede oxidar fácilmente, lo que podría reducir el pardeamiento al prevenir y/o revertir la oxidación de o-difenoles a o-quinonas. Estos efectos inhibidores del blanqueamiento y del ácido ascórbico sobre la actividad de la PPO (polifenol peroxidasa) se relacionan de forma significativa con la prevención del desverdecimiento y/o pardeamiento.

El metabisulfito de sodio es un antioxidante efectivo que interrumpe las reacciones de pardeamiento y mejoran la retención de ácido ascórbico en ciertos productos de frutas, así como inhibidores de microorganismos seleccionados (Danyluk y Worobo, 2012). Por otro lado, Morante *et al.* (2014) indica que este compuesto puede interaccionar con los intermedios evitando que estos participen en la formación de pigmentos o pueden actuar como agentes reductores convirtiendo a las quinonas en difenoles. Por último, el sorbato de potasio inhabilita enzimas como malato, isocitrato,  $\alpha$ -cetoglutarato y succinato deshidrogenasas, fumarasas y aspartasa como lo menciona Barbosa, *et al.*, (1999); y polifenol oxidasa como lo manifiesta Peña (2009).

Por otro lado, Mao, *et al.*, (2007) citado por Kunitake *et al.* (2014) comunicaron que la actividad de la enzima PPO (Polifenol oxidasa) convierte los compuestos fenólicos en polímeros de color marrón, lo que provoca el oscurecimiento cuando se tritura la caña de azúcar; y que a pesar de la inactivación de dicha enzima durante la pasteurización, se observan aún alteraciones en el color, lo que indica que también ocurren otros mecanismos, como la degradación de la clorofila, los resultados demuestran que las características de las materias primas se ven afectadas significativamente por el período de cosecha y por lo tanto el proceso industrial debe considerarlo.

## 1.24. VIDA ÚTIL

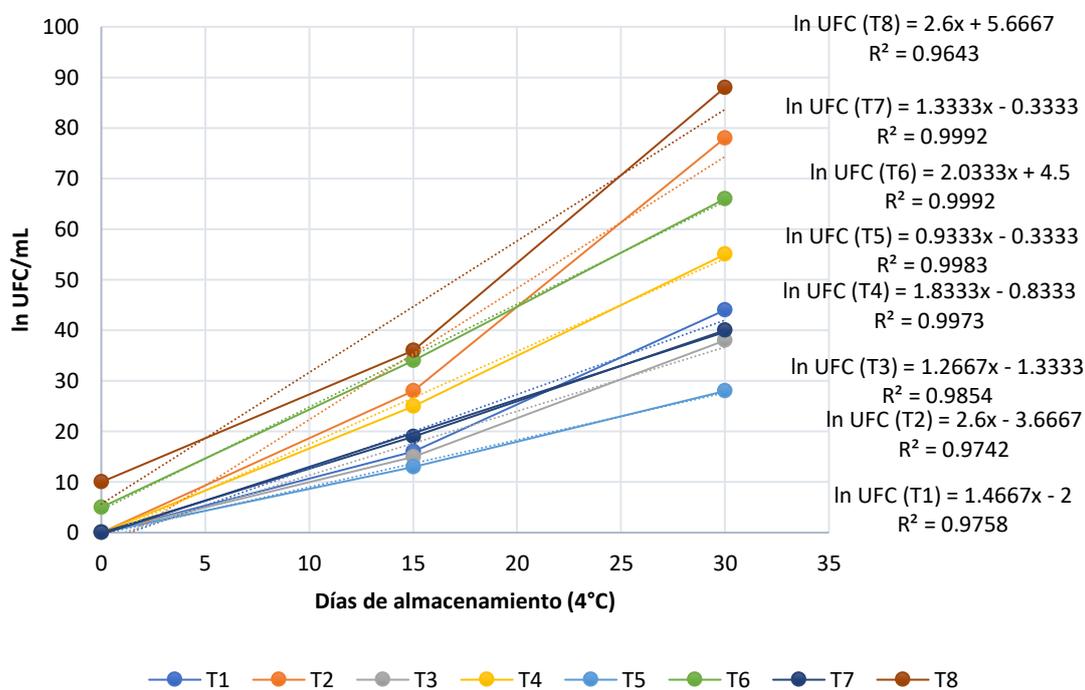


Gráfico 4.28. Relación ln UFC vs tiempo del crecimiento de aerobios mesófilos

Cuadro 4.9. Vida útil con respecto a aerobios mesófilos

Tratamientos	Vida útil
T1	4.5034 días
T2	3.1816 días
T3	4.6881 días
T4	2.9665 días
T5	5.2914 días
T6	0.0517 días
T7	3.7039 días
T8	-0.4083 días

Como se observa en el gráfico 4.28 de acuerdo con la aplicación del modelo matemático y gracias a la ecuación de Labuza el tratamiento que presenta mayores días de almacenamiento (5.3 días de vida útil) con respecto a las bacterias mesófilas es la bebida que contiene 1g/L de ácido ascórbico, 0.05g/L de metabisulfito de sodio y 0.9g/L de sorbato de potasio, perteneciente al tratamiento T5.

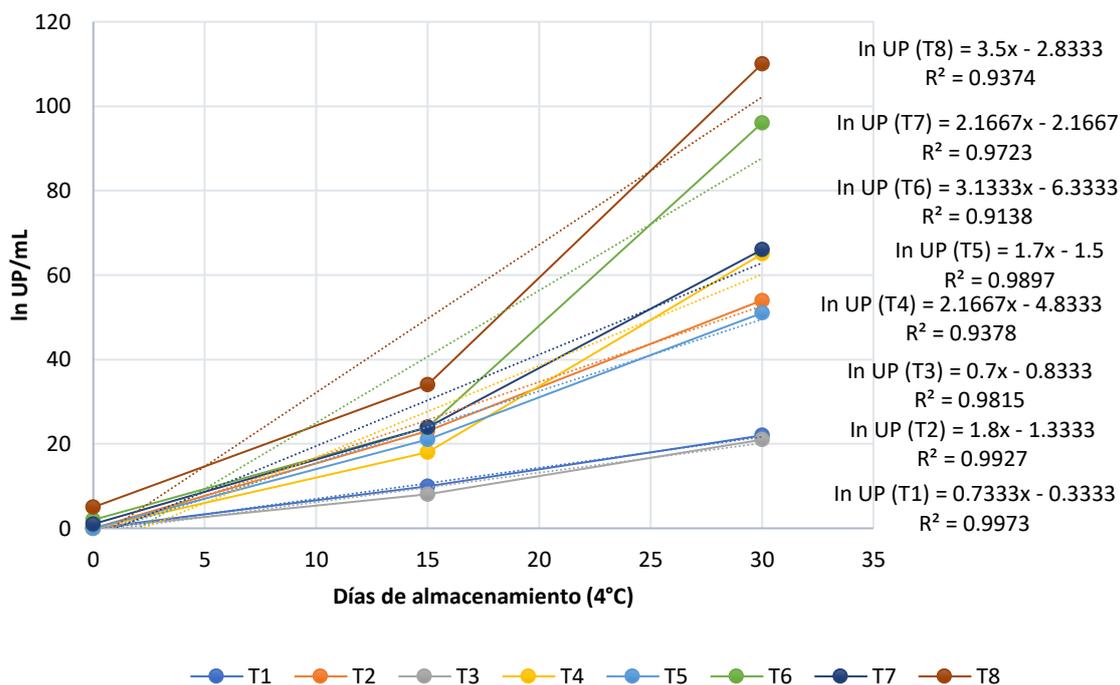


Gráfico 4.29. Relación ln UP vs tiempo del crecimiento de Mohos y Levaduras

Cuadro 4.10. Vida útil con respecto a mohos y levaduras

Tratamientos	Vida útil
T1	5.7893 días
T2	2.91421 días
T3	6.7790 días
T4	4.0362 días
T5	3.1835 días
T6	3.2698 días
T7	2.8055 días
T8	1.9272 días

En el caso de Mohos y Levaduras, el que se convierte en el mejor aliado de vida útil es la bebida refrescante elaborada con las concentraciones de aditivos con 1.5g/L de ácido ascórbico, 0.03g/L de metabisulfito de sodio y 0.9g/L de Sorbato de Potasio (T3), con un tiempo de vida útil de 6.8 días.

Los tratamientos presentaron ausencia de coliformes. Los coliformes desaparecieron después de la pasteurización y no se pudieron detectar coliformes durante el almacenamiento.

Khare *et al.* (2012) utilizaron diferentes combinaciones de metabisulfito de potasio (150, 175, 200 y 225mg/L), jugo de limón (2.5 y 3.0%), cloruro de sodio (1.0 y 1.5%) y extracto de jengibre (0.5 y 0.7%); con diferentes temperaturas de pasteurización (60, 75 y 90°C/10min) en el jugo de caña de azúcar para reducir el deterioro y aumentar la vida útil en refrigeración, en donde se logró un tiempo de vida útil de hasta 60 días.

Kunitake *et al.* (2014) estudiaron la pulpa de maracuyá y su efecto de la temperatura de pasteurización en la vida útil del jugo de caña de azúcar almacenado a 7°C. El tiempo de vida útil del jugo tratado a 85, 90 y 95°C/30s fue de 31, 39 y 52 días, respectivamente. Por otro lado, en el estudio de Geremias *et al.* (2020), fue de 74 días, almacenado a una temperatura cercana (8°C); sin embargo, en el estudio realizado por Sankhla *et al.* (2012), la combinación de pasteurización, antioxidantes, acidulantes e irradiación dio como resultado un jugo con una vida útil de 60 días a temperatura ambiente (25°C) y 90 días en refrigeración.

Ramachandran *et al.* (2017) utilizaron conservantes naturales como extractos de moringa, limón y jengibre en jugo crudo y pasteurizado (72°C/15s) de la caña de azúcar, almacenado a 2 y 6°C, con el objetivo de extender su vida útil. Las condiciones óptimas se obtuvieron añadiendo extractos al 10% en jugo pasteurizado almacenado a 2°C/8 días, concluyendo que una combinación de conservantes naturales y almacenamiento a baja temperatura es una forma eficaz de conservar durante más de un mes. Garud *et al.* (2018) reportaron el efecto combinado de obstáculos no térmicos (ozono y ácido láctico) sobre la vida útil del jugo de caña almacenado en refrigeración fue confrontable al tratamiento térmico para conservar la calidad microbiana y sensorial del producto durante un mes de almacenamiento.

Ninguno de estos tiempos de vida útil se asemeja al de esta investigación debido a que se tomó como referencia los parámetros microbiológicos de una normativa ecuatoriana pertinente a las bebidas refrescantes o refrescos (NTE INEN 2304: 2008), por tales motivos solo se evidencia pocos días de vida útil. Sin embargo, se realizó esta investigación con el fin de establecer una bebida refrescante elaborada a partir del jugo de caña de azúcar.

## 1.25. EVALUACIÓN SENSORIAL (ACEPTABILIDAD)

Como existen diferencias estadísticas significativas se procedió a realizar la prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman:

**Cuadro 4.11.** Prueba de Friedman para la variable aceptabilidad los días de almacenamiento

Resumen de prueba de hipótesis				
Día de almacenamiento	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
0	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula.
15	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula.
30	Las distribuciones de T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

Se puede observar que el T5 se convierte en el tratamiento que mayor aceptabilidad tuvo en el día 0; además, se detalla que el tratamiento que tuvo menor aceptación fue el T4 y T7. En cambio, en el día 15 de almacenamiento el T5 junto con el T3 tuvieron la mejor aceptación por parte de los catadores no entrenados, lo que los convierten en la bebida con mejor aceptabilidad. El T4 y T7 obtuvieron nuevamente la menor aceptación. Con respecto al día 30 de almacenamiento, el tratamiento T5 obtuvo nuevamente la mejor aceptación, convirtiéndose en el mejor tratamiento preferido por las personas, caso contrario el T8 obtuvo la menor ponderación.

**Cuadro 4.12.** Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en los días de almacenamiento

Tratamientos	Subconjuntos homogéneos		
	Día de almacenamiento		
	0	15	30
Tratamiento 1	5.683cd	5.667bc	5.783de
Tratamiento 2	5.583cd	4.483abc	4.650bcde
Tratamiento 3	4.250abc	<b>5.850c</b>	5.467cde
Tratamiento 4	2.583a	3.067a	2.917ab
Tratamiento 5	<b>6.117d</b>	<b>6.300c</b>	<b>6.133e</b>
Tratamiento 6	3.667ab	3.917ab	4.233bcd
Tratamiento 7	2.967a	3.017a	4.050abc
Tratamiento 8	5.150bcd	3.700ab	2.767a

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05. Letras iguales en columnas no difieren estadísticamente según los subconjuntos homogéneos

El pardeamiento y la aparición de sabores desagradables son los principales factores que conducen al rechazo del jugo de caña de azúcar, debido a mecanismos químicos, enzimáticos y microbiológicos (Bucheli; Robinson, 1994; Yusof *et al.*, 2000; Qudsieh *et al.*, 2002; citado por Kunitake *et al.*, 2014).

Mao, Xu y Que (2007) citado por Kunitake *et al.* (2014) informaron que la actividad de la PPO convierte los compuestos fenólicos en polímeros de color marrón, lo que provoca el oscurecimiento cuando se tritura la caña de azúcar. A pesar de la inactivación del PPO durante la pasteurización, aún se observan alteraciones en el color, lo que sugiere que también ocurren otros mecanismos, como la degradación de la clorofila, los resultados demuestran que las características de las materias primas se ven afectadas significativamente por el período de cosecha y por lo tanto el proceso industrial debe considerarlo.

De acuerdo con Chauhan *et al.* (2002), el jugo de caña de azúcar inmediatamente después de la preparación recibió puntuaciones sensoriales que oscilaron entre 7,5 y 8,5 en apariencia, sabor y aceptabilidad general por parte de los panelistas. Las puntuaciones sensoriales se redujeron significativamente ( $P < 0,01$ ) con el avance del almacenamiento. Rachandran *et al.* (2016) indican que la aceptabilidad general fue alta para los pasteurizados y almacenados a 2°C y 6°C, sin embargo, para las

muestras no pasteurizadas y pasteurizadas almacenadas a 30°C fue muy baja, esto se debe al mal sabor debido a la rápida fermentación de los azúcares por parte de los microorganismos, por tanto, los resultados de la aceptabilidad general revelaron que las puntuaciones se encuentran entre 2,3 y 4,1 en una escala de 5 puntos.

## 1.26. ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE CAÑA DE AZÚCAR

Para la estandarización del proceso se tomó en cuenta lo siguiente:

- Los parámetros de las variables estudiadas de acuerdo con la normativa ecuatoriana NTE INEN 2304

**Cuadro 4.13.** Requisitos fisicoquímicos de los refrescos o bebidas refrescantes

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Sólidos solubles a 20°C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa	-	-	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20°C	-	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20°C	g/100ml	0,1	-	NTE INEN-ISO 750

Fuente: NTE INEN 2304:2017

- El tiempo de vida útil de cada tratamiento
- La aceptación de los consumidores

Además, se determinaron los promedios de las réplicas de los resultados obtenidas de cada tratamiento con sus respectivos intervalos de tiempo de almacenamiento; y en base al tiempo de vida útil de cada tratamiento, se determinaron supuestos valores de cada variable mediante el método de interpolación (cuadro 4.14). Ninguno de los tratamientos cumplió con los requisitos fisicoquímicos detallados en la NTE INEN 2304:2017. Sin embargo, en base a los criterios evaluados se estableció al T3 como el mejor tratamiento debido a su tiempo de vida útil, su coloración aceptable y también a su grado de aceptabilidad por parte de los catadores.

**Cuadro 4.14.** Cuadro condensado de los valores obtenidos por cada tratamiento con sus respectivas variables durante sus días de almacenamiento

Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	a1b1c1	a1b1c2	a1b2c1	a1b2c2	a2b1c1	a2b1c2	a2b2c1	a2b2c2
Ácido ascórbico (g/L)	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1
Metabisulfito de sodio (g/L)	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03
Sorbato de potasio (g/L)	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.5
Parámetros								
Tiempo de Vida útil-aerobios mesófilos (días)	4.5	3.2	4.7	3	5.3	0.1	3.7	0.4
Tiempo de Vida útil-hongos y levaduras (días)	5.8	3	6.8 <sup>a</sup>	4	3.2	3.3	2.8	1.9
<b>Promedio de vida útil</b>	<b>5.2</b>	<b>3.1</b>	<b>5.8<sup>b</sup></b>	<b>3.5</b>	<b>4.3</b>	<b>1.6</b>	<b>3.3</b>	<b>1.2</b>
Aceptabilidad (0)	5.683	5.583	4.250	2.583	6.117	3.667	2.967	5.150
Aceptabilidad (15)	5.667	4.483	5.850 <sup>c</sup>	3.067	6.300	3.917	3.017	3.700
Aceptabilidad (30)	5.783	4.650	5.467 <sup>d</sup>	2.917	6.133	4.233	4.050	2.767
pH (0)	5.22	5.12	5.16	5.16	5.31	5.30	5.44	5.3
pH (15)	4.32	4.16	4.19	3.50	4.27	4.27	3.24	3.14
pH (30)	4.30	4.15	4.18	3.20	4.27	3.24	3.51	3.26
<b>Valor pH en relación con el tiempo de vida útil</b>	<b>4.91</b>	<b>4.92</b>	<b>4.78</b>	<b>4.78</b>	<b>5.01</b>	<b>5.19</b>	<b>4.96</b>	<b>5.20</b>
°Brix (0)	21.2	20.4	21.4	18.7	18.8	19.3	19.9	19.1
°Brix (15)	21.1	20.4	21.3	18.5	18.7	19.5	19.5	18.6
°Brix (30)	21.2	20.6	21.6	18.7	18.6	19.3	19.6	18.9
<b>°Brix en relación con el tiempo de vida útil</b>	<b>21.2</b>	<b>20.4</b>	<b>21.4</b>	<b>18.7</b>	<b>18.7</b>	<b>19.3</b>	<b>19.8</b>	<b>19.1</b>
%Acidez (0)	0.418	0.523	0.535	0.441	0.337	0.581	0.360	0.441
%Acidez (15)	0.430	0.406	0.418	0.662	0.371	0.348	0.837	0.768
%Acidez (30)	0.453	0.488	0.476	0.871	0.383	0.732	0.697	0.767
<b>% Acidez en relación con el tiempo de vida útil</b>	<b>0.422</b>	<b>0.499</b>	<b>0.490</b>	<b>0.493</b>	<b>0.347</b>	<b>0.556</b>	<b>0.465</b>	<b>0.467</b>
Color (0)	419	291	269	575	533	471	515	450
Color (15)	404	326	278	576	543	522	525	666
Color (30)	410	332	337	579	636	832	826	972
<b>Color en relación con el tiempo de periodo vida útil (Hz)</b>	<b>413</b>	<b>298</b>	<b>272<sup>e</sup></b>	<b>576</b>	<b>536</b>	<b>476</b>	<b>517</b>	<b>468</b>

<sup>a</sup> Valor correspondiente del mejor tiempo de vida útil con relación a Mohos y levaduras.

<sup>b</sup> Valor correspondiente del mejor promedio de vida útil.

<sup>c</sup> Mayor puntuación de aceptabilidad durante el periodo de 15 días de almacenamiento.

<sup>d</sup> Segunda mejor ponderación de aceptabilidad durante el periodo de 30 días de almacenamiento.

<sup>e</sup> Coloración aceptable, ni muy clarificado, ni muy oscuro.

Para la estandarización del proceso se realizó el balance de masa. De los 1000Kg de materia prima se obtiene 562.64Kg de producto final, lo que da como resultado un rendimiento de 56.26% de la bebida refrescante de caña de azúcar. En la investigación de Chauhan *et al.* (2002) el rendimiento más alto de jugo (56,41%) se obtuvo de la variedad CoP 92226. El rendimiento de jugo de otras variedades osciló entre 48,38 y 56,14%. Todo esto debido a que se ve influenciado por varios factores que comprenden la variedad, factores ambientales, manejo agronómico y, proceso

de cosecha y fábrica como se detalla en la carta informativa del Centro de Investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE) (2015). Morales *et al.* (2010) citado por Cobeña y Loor (2016), manifiestan que una materia prima de óptima calidad será aquella que se caracteriza por presentar un alto contenido de sacarosa, un bajo contenido de materias extrañas, un bajo contenido de sustancias solubles no-sacarosa y por un nivel adecuado de fibra, asegurando un máximo rendimiento fabril, resultando en una mejor eficiencia y rentabilidad, tanto de la fábrica como del productor cañero.

A continuación se detalla el balance de masa en base al tratamiento 3:

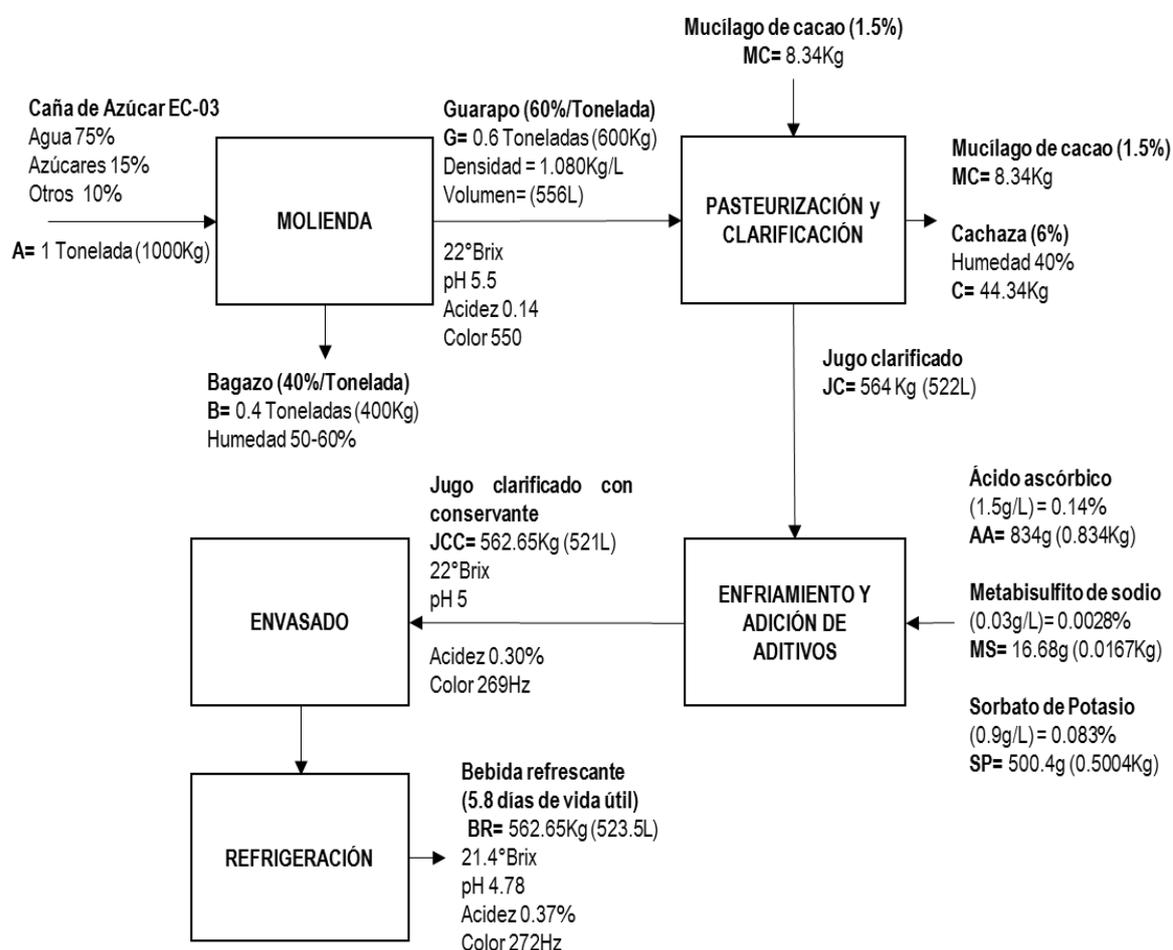


Figura 4.1. Balance de masa de la elaboración de la bebida refrescante de caña de azúcar con los niveles del T3

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Las propiedades fisicoquímicas de la bebida refrescante elaborada a partir de caña de azúcar no poseen la misma distribución entre las categorías de tratamientos durante los 30 días de almacenamiento.
- Con respecto a la acidez, las concentraciones bajas de metabisulfito de sodio y sorbato de potasio aumentan el porcentaje de acidez de la bebida, por tanto, su pH tiende a disminuir, permitiendo la proliferación de microorganismos.
- El tratamiento T1, T2, T3 y T4 poseen una estabilidad con respecto al color durante los 30 días de almacenamiento, sin embargo, el T3 mantuvo un color en la bebida refrescante de caña de azúcar que tiende a un amarillo claro.
- La bebida refrescante a partir de la caña de azúcar posee un periodo de vida útil que oscila entre tiempos menores de 0.4 días hasta 6.8 días. Sin embargo, el T5 reportó un tiempo de vida útil de 5.3 días con respecto a los aerobios mesófilos, y el T3 un tiempo de vida útil de 6.8 días con relación a mohos y levaduras.
- La bebida refrescante de caña de azúcar elaborada con las combinaciones del T3 (1.5g/L de ácido ascórbico; 0.03g/L de metabisulfito de sodio; 0.9g/L de sorbato de potasio) presenta los mejores criterios de aceptabilidad y de vida útil logrando estandarizar el producto en las condiciones antes indicadas.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Desarrollar investigaciones donde se incluyan conservantes y antioxidantes naturales para disminuir el uso de aditivos sintéticos que son perjudiciales para la salud.
- Mejorar el proceso de elaboración basado en investigaciones referentes para incrementar el periodo de vida útil de la bebida refrescante a base de caña de azúcar.
- Desarrollar investigaciones basado en la estandarización del proceso de elaboración del tratamiento T3.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. y Poveda, C. (2010). Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio. Proyecto, ESPOL, *Programa de Especialización Tecnológica en alimentos*, Guayaquil-Guayas, EC.
- Alcívar, W. y Loor, Y. (2013). *Tiempo de Cocción y tipos de Empaque en la vida útil de fréjol como producto de V gama*. Tesis, ESPAM MFL, Ing. Agroindustrial, Calceta-Manabí, EC.
- Almeida, A. y Demera, F. (2015). *Efecto de la aplicación de mucílagos naturales en la clarificación del mosto de caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. Tesis, ESPAM MFL, Ing. Agroindustrial, Calceta-Manabí, EC.
- Araya, L. y Oviedo, Y. (2018). *Propuesta para mejorar la inocuidad del jugo de caña de azúcar obtenido por método artesanal envasado y almacenado a temperatura de refrigeración*. Trabajo final de Graduación, Universidad Técnica Nacional, Ing. en Tecnología de Alimentos, Atena, CR.
- Aroca, E. (2010). *Estudio del sorbato de potasio en la vida útil de mermelada de zanahoria (Daucus carota) con adición de coco (Cocos nucifera)*. Trabajo estructurado, Universidad Técnica de Ambato, Ing. en Alimentos, Ambato, EC.
- Barbosa, G., Pothakamury, U., Paulo, E., & Swason, B. (1999). *Conservación no termica de los Alimentos*. Zaragoza, ES: Acribia.
- Begum, K., Arefin, S., Islam, S., & Islam, J. (2015). Preservation of sugarcane juice using herbal clarificant. *International journal of nutrition and food sciencie*, 4, 530-534.
- Bomdespacho, L., Silva, B., Guimaraes, J., Ditchfield, C., & Petrus, R. (2018). Cultivar affects the color change kinetics of sugarcane juice. *Food Science and Technology*, 38(supl. 1), 96-102.
- Brito, K., Nery, L., De Paula, P., Olivera, A., & Shinozaki, E. (2008). Influência do aquecimento sobre diferentes métodos de titulação de SO<sub>2</sub> residual em

- camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 3(1), 83-88.
- Brody, A. (2003). Predicting packaged Food shelf Life. *Rev. Food technology*, 57(4), 100-112.
- Buste, D. (2019). *Clarificación de jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) mediante el uso del mucílago de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) del clon CCN-51*. Unidad de Integración curricular, UTEQ, Ing. en Alimentos, Mocache-Los Ríos, EC.
- Campués, J. y Tapurí, J. (2011). *Obtención de alcohol a partir de jugo de caña de azúcar, cachaza y melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (Saccharomyces cerevisiae)*. Tesis, ESPAM MFL, Ingeniería Agroindustrial, Ibarra.
- Cantos, A. y Romero, D. (2013). *Control de oxidación con ácido ascórbico y temperatura de almacenamiento en la determinación de la vida útil de salprietá*. Tesis, ESPAM MFL, Ing. Agroindustrial, Calceta-Manabí, EC.
- Cardelli, C., & Labuza, T. (2001). Application of Weibull hazard analysis to the determination of the shelf of roasted and ground coffee. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34(5), 273-278.
- Chauhan, O., Singh, D., Tyagi, S., & Balyan, D. (2002). Studies on preservation of sugarcane juice. *International Journal of Food Properties*, 5(1), 217-229.
- Chun, L., Quan, Y., & Fei, X. (2007). Maintaining the quality of sugarcane juice with blanching and ascorbic acid. *Food Chemistry*, 104, 740-745.
- CINCAE (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador). (2015). *Factores que afectan la calidad de la caña de azúcar*. Carta Informativa 17, Guayaquil, EC. Obtenido de <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/A%C3%B1o-17-1.pdf>
- Cobeña, J. y Loor, I. (2016). *Caracterización fisicoquímica del jugo de cinco variedades de caña de azúcar (saccharum officinarum) en la hacienda El Jardín*. Tesis, ESPAM MFL, Ing. Agroindustrial, Calceta.

- CODEX STAN 192. (1995). *Norma general para los aditivos alimentarios* (1 ed ed.).
- Danyluk, M., & Worobo, R. (2012). *Microbial decontamination of juices*. Woodhead Publishing Limited.
- Flores, J. y Tafur, P. (2012). Conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante. *Conocimiento amazónico*, 3(2), 139-151.
- García, R., Sarabia, D., Pico, J., Sancho, D., Sarabia, D. y Matute, J. (2018). Evaluación de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*saccharum officinarum* L.), variedad POJ 93, en la provincia de Pastaza, Ecuador. *La Técnica*(19), 61-74.
- Garud, S., Priyanka, B., Rastogi, N., Prakash, M., & Negi, P. (2018). Efficacy of ozone and lactic acid as nonthermal hurdles for preservation of sugarcane juice. *Ozone Science and Engineering*, 40(3), 198-208.
- Gérard, V., Ay, E., Morlet-Savary, F., Graff, B., Galopin, C., Ogren, T. y Lalevée, J. (2019). Thermal and photochemical stability of anthocyanins from black carrot, grape juice, and purple sweet potato in model beverages in the presence of ascorbic acid. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 67(19), 5647–5660.
- Geremias, I., Rocheto, A., Gallo, F., & Rodríguez, R. (2020). The shelf life of standardized sugarcane juice stored under refrigeration. *Food Science and Technology*, 40(1), 95-101.
- Goh, K., Chang, C., Fock, K., Ke, M., Park, H., & Lam, S. (2000). Gastroesophageal reflux disease in Asia. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 15, 230–238
- Gutiérrez, N. y Segil, E. (2016). *Efecto de la dilución y concentración de Carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar mixto del jugo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L) y aguaymanto (Physalis peruviana)*. Tesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Ing. Agroindustrial.

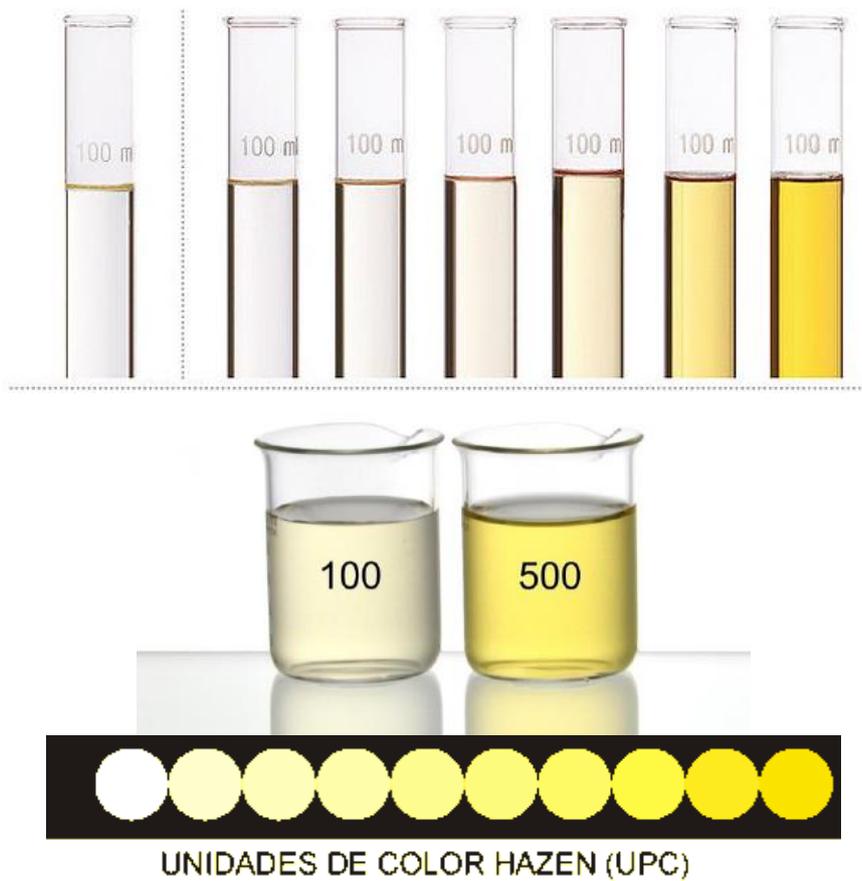
- Hithamani, G., Medappa, H. C., Ramalakshmi, K., & Srisaila, K. (2018). Effect of adsorbent and acidulants on enzymatic browning of sugarcane juice. *Food Sci Technol*, 55(10), 4356–4362.
- Intriago, A. y Sabando, T. (2017). *Aprovechamiento del residuo del bagazo de la caña de azúcar (saccharum officinarum), para la obtención de alcohol, sitio Agua fría, Junín*. Tesis, ESPAM MFL, Ing. Agroindustrial, Calceta.
- Jabonarium. (2019). *Sorbato de potasio*. Obtenido de <https://www.jabonariumshop.com/sorbato-de-potasio>
- Khare, A., Lal, A., Singh, A., & Singh, A. (2012). Shelf life enhancement of sugarcane juice. *Croatian journal of food technology, biotechnology and nutrition.*, 7(3-4), 179-183.
- Konica Minolta. (2019). *APHA / Hazen / Pt-Co vs Escala de colores Gardner*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2020, de Asia Pacific: <https://sensing.konicaminolta.asia/apha-hazen-pt-co-vs-gardner-color-scale/#>
- Kunitake, M., Ditchfiel, C., Silva, C., & Petrus, R. (2014). Effect of Pasteurization temperature on stability of an acidified sugarcane juice beverage. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(6), 554-561.
- Lockúan, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad. V Tintorería*. Obtenido de [https://issuu.com/fidel\\_lockuan/docs/v.\\_la\\_industria\\_textil\\_y\\_su\\_control\\_de\\_calidad](https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/v._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad)
- López, J. (2015). *La caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela. Caso: nordeste del departamento de Antioquia*. Monografía, UNAD, Medellín, CO.
- Maticurena, R. y Beltrán, H. (2015). *Estudio de Factibilidad Financiero para la producción y comercialización de los derivados de caña de azúcar variedad Saccharum officinarum: alcohol etílico, panela granulada y miel en el Cantón Portovelo, parroquia Morales de la provincia de El Oro*. Plan de tesis, UPS, Ing. Comercial, Guayaquil-Guayas, EC.

- Merck, E. (s.f.). *Color (Unidades de Platino Cobalto; UPC)*. Revisión bibliográfica, Merck Group, Darmstadt, DE.
- Morante, J., Agnieszka, A., Bru-Martínez, R., Carranza, M., Pico, R. y Nieto, E. (2014). Distribución, localización e inhibidores de las polifenol oxidasas en frutos y vegetales usados como alimentos. *Ciencia y tecnología*, 7(1), 23-31.
- NTE INEN 2304 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2008). *Refrescos. Requisitos* (1 ed.). Quito, Pichincha, Ecuador.
- NTE INEN 2304 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2017). *Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos* (1 rev ed.). Quito, Pichincha, EC.
- Panigrahi, C., Karmakar, S., Mondal, M., Niwas, H., & De, S. (2018). Modeling of permeate flux decline and permeation of sucrose during microfiltration of sugarcane juice using a hollow-fiber membrane module. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 49, 92-105.
- Peña, C. (2009). *Evaluación de tres combinaciones de antioxidantes en puré de banano y su efecto en las propiedades físico-químicas y sensoriales en yogurt del mismo sabor*. Proyecto especial, Escuela Agrícola Panamericana, Ing. Agroindustrial, Zamorano.
- Quezada, J. (2015). *Determinación e información del consumo del jugo de caña pasteurizado y embotellado, en la ciudadela Urdesa de la ciudad de Guayaquil y la elaboración de un plan de mercado*. Trabajo de Titulación, Universidad de Guayaquil, Publicidad y Mercadotecnia, Guayaquil, EC.
- Rajendran, P., & Bharathidasan, R. (2018). Standardization and Preservation of Sugarcane Juice by Hurdle Technology. *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*, 5(2), 77-87.
- Ramachandran, C., Rani, R., Lavanya, K., Nivetha, S., & Usha, A. (2017). Optimization of shelf stability of sugarcane juice with natural preservatives. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 11.
- Sankhla, S., Chaturvedi, A., Kuna, A., & Dhanlakshmi, K. (2012). Preservation of Sugarcane Juice Using Hurdle Technology. *Sugar Tech*, 14(1), 26-39.

- Serrano, L. (2006). *Determinación de las poblaciones microbiológicas en el proceso de extracción de jugo de caña de azúcar en el ingenio Manuelita S.A.* Trabajo de Grado, PUJ, Microbiología, Bogotá, CO.
- Silva, E., Martínez, F., Madrid, C., León, T., Castillo, R., Mendoza, J. y Suárez, M. (2016). EC-07 y EC-08, nuevas variedades mejoradas de caña de azúcar. *Boletín divulgativo N°10. CINCAE*, 9.
- Solís, J., Calleja, K. y Durán, M. (2010). Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar a partir del guarapo . *Rev. Universidad Veracruzana*, 25, 53-62.
- Vieira, N., de Sousa, L., de Oliveira, L., de Vasconcelos, L., & Machado, P. (2016). Effect of food additives on the antioxidant properties and microbiological quality of red guava juice. *Revista Ciência Agronômica*, 47(1), 77-85.
- Villada, J. (2010). *Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria.* Monografía, UAA Antoni Narro, Ing. en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenavista-Saltillo Coahuila, MX.

# **ANEXOS**

### Anexo 1: Escala de color (Hz)



Fuente: Konica Minolta (2019) y Merk (s.f.)

### Anexo 2: Representación de color en los diferentes Tratamientos



### Anexo 3: Caracterización fisicoquímica



### Anexo 4: Caracterización microbiológica



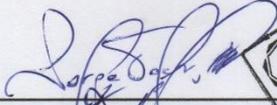
## Anexo 5: Resultados de los análisis fisicoquímicos

 <b>ESPAMMFL</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
<b>LABORATORIO DE ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	
<b>Nombres de estudiantes:</b>	Jasson Ramón Bravo Vélez Jorge Enrique Rivas Velásquez
<b>Dirección:</b>	Sitio El limón, Calceta
<b>Fecha de elaboración de muestras</b>	26-08-2020
<b>Fecha de recepción de muestras</b>	23-09-2020
<b>Muestras enviadas</b>	8
<b>Identificación de las muestras</b>	Bebida refrescante de caña de azúcar
<b>Laboratorio responsable</b>	Laboratorio de Bromatología
<b>Ensayos requeridos</b>	pH, Acidez, °Brix
<b>Técnicos que realizaron los análisis</b>	Ing. Jorge Teca – Ing. Eudaldo Loor

RESULTADOS					
ANÁLISIS	TRATAMIENTOS	CÓDIGO	R1	R2	R3
pH	1	a1b1c1	4.30	4.30	4.31
	2	a1b1c2	4.14	4.15	4.15
	3	a1b2c1	4.18	4.18	4.18
	4	a1b2c2	3.20	3.20	3.2
	5	a2b1c1	4.27	4.27	4.26
	6	a2b1c2	3.24	3.24	3.24
	7	a2b2c1	3.51	3.50	3.51
	8	a2b2c1	3.26	3.26	3.26
°Brix (%)	1	a1b1c1	21.2	21.2	21.1
	2	a1b1c2	20.6	20.5	20.6
	3	a1b2c1	21.6	21.6	21.6
	4	a1b2c2	18.7	18.6	18.7
	5	a2b1c1	18.6	18.6	18.6
	6	a2b1c2	19.3	19.2	19.3
	7	a2b2c1	19.6	19.6	19.6
	8	a2b2c1	18.9	18.9	18.9



Acidez (%)	1	a1b1c1	0.45	0.45	0.45
	2	a1b1c2	0.49	0.49	0.49
	3	a1b2c1	0.49	0.45	0.49
	4	a1b2c2	0.91	0.87	0.84
	5	a2b1c1	0.38	0.38	0.38
	6	a2b1c2	0.80	0.73	0.66
	7	a2b2c1	0.70	0.70	0.70
	8	a2b2c1	0.77	0.77	0.77

  
Ing. Jorge Teca D.  
TÉCNICO DE LABORATORIO





# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

## LABORATORIO DE ÁREA AGROINDUSTRIAL

### INFORME DE RESULTADOS

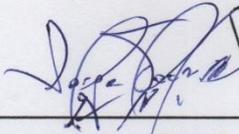
<b>Nombres de estudiantes:</b>	Jasson Ramón Bravo Vélez Jorge Enrique Rivas Velásquez
<b>Dirección:</b>	Sitio El limón, Calceta
<b>Fecha de elaboración de muestras</b>	26-08-2020
<b>Fecha de recepción de muestras</b>	26-08-2020
<b>Muestras enviadas</b>	8
<b>Identificación de las muestras</b>	Bebida refrescante de caña de azúcar
<b>Laboratorio responsable</b>	Laboratorio de Bromatología
<b>Ensayos requeridos</b>	pH, Acidez, °Brix
<b>Técnicos que realizaron los análisis</b>	Ing. Jorge Teca – Ing. Eudaldo Loor

### RESULTADOS

ANÁLISIS	TRATAMIENTOS	CÓDIGO	R1	R2	R3
pH	1	a1b1c1	5.22	5.21	5.22
	2	a1b1c2	5.10	5.13	5.12
	3	a1b2c1	5.16	5.16	5.16
	4	a1b2c2	5.16	5.17	5.16
	5	a2b1c1	5.31	5.30	5.31
	6	a2b1c2	5.29	5.30	5.31
	7	a2b2c1	5.44	5.44	5.44
	8	a2b2c1	5.38	5.38	5.37
°Brix (%)	1	a1b1c1	21.2	21.2	21.2
	2	a1b1c2	20.4	20.4	20.4
	3	a1b2c1	21.4	21.4	21.3
	4	a1b2c2	18.7	18.8	18.7
	5	a2b1c1	18.8	18.8	18.7
	6	a2b1c2	19.3	19.3	19.4
	7	a2b2c1	19.9	20.0	19.8
	8	a2b2c1	19.1	19.1	19.1



Acidez (%)	1	a1b1c1	0.42	0.45	0.38
	2	a1b1c2	0.52	0.56	0.49
	3	a1b2c1	0.56	0.52	0.52
	4	a1b2c2	0.45	0.45	0.42
	5	a2b1c1	0.35	0.31	0.35
	6	a2b1c2	0.56	0.59	0.59
	7	a2b2c1	0.35	0.38	0.35
	8	a2b2c1	0.45	0.45	0.42

  
Ing. Jorge Teca D.  
TÉCNICO DE LABORATORIO





# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

## LABORATORIO DE ÁREA AGROINDUSTRIAL

### INFORME DE RESULTADOS

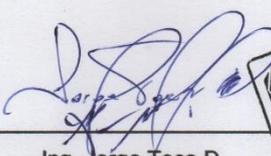
<b>Nombres de estudiantes:</b>	Jasson Ramón Bravo Vélez Jorge Enrique Rivas Velásquez
<b>Dirección:</b>	Sitio El limón, Calceta
<b>Fecha de elaboración de muestras</b>	26-08-2020
<b>Fecha de recepción de muestras</b>	09-09-2020
<b>Muestras enviadas</b>	8
<b>Identificación de las muestras</b>	Bebida refrescante de caña de azúcar
<b>Laboratorio responsable</b>	Laboratorio de Bromatología
<b>Ensayos requeridos</b>	pH, Acidez, °Brix
<b>Técnicos que realizaron los análisis</b>	Ing. Jorge Teca – Ing. Eudaldo Loor

### RESULTADOS

ANÁLISIS	TRATAMIENTOS	CÓDIGO	R1	R2	R3
pH	1	a1b1c1	4.32	4.33	4.32
	2	a1b1c2	4.17	4.16	4.16
	3	a1b2c1	4.18	4.19	4.19
	4	a1b2c2	3.5	3.51	3.5
	5	a2b1c1	4.26	4.27	4.28
	6	a2b1c2	4.26	4.27	4.28
	7	a2b2c1	3.24	3.24	3.24
	8	a2b2c1	3.15	3.14	3.14
°Brix (%)	1	a1b1c1	21.2	21	21.1
	2	a1b1c2	20.4	20.4	20.3
	3	a1b2c1	21.4	21.3	21.3
	4	a1b2c2	18.5	18.5	18.5
	5	a2b1c1	18.7	18.6	18.7
	6	a2b1c2	19.5	19.5	19.4
	7	a2b2c1	19.5	19.5	19.5
	8	a2b2c1	18.5	18.6	18.6



Acidez (%)	1	a1b1c1	0.42	0.45	0.42
	2	a1b1c2	0.38	0.42	0.42
	3	a1b2c1	0.45	0.38	0.42
	4	a1b2c2	0.66	0.66	0.66
	5	a2b1c1	0.35	0.38	0.38
	6	a2b1c2	0.35	0.35	0.35
	7	a2b2c1	0.87	0.80	0.84
	8	a2b2c1	0.73	0.77	0.80

  
Ing. Jorge Teca D.  
TÉCNICO DE LABORATORIO



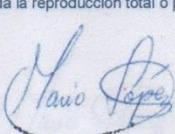
## Anexo 6: Resultados de análisis microbiológicos

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 2	
CLIENTE:	Jorge Enrique Rivas Velásquez Jasson Ramón Bravo Vélez	Nº DE ANÁLISIS:	32
DIRECCIÓN:	Tosagua	Fecha de recibido:	09/09/2020
TELEFONO:	0960169870	Fecha de análisis:	09/09/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Jugo de caña de azúcar"	Fecha de reporte:	14/09/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	8	Fecha de muestreo:	09/09/2020
TIPO DE ENVASE:	Recipiente de vidrio de 500 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	2,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	1,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T2	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	5,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	3,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T3	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	3,6x10 <sup>3</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T4	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	

**Nota:**  
Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.


Ing. Mario López Vera, M.Sc.  
TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

<p>OFICINAS CENTRALES: 10 de agosto No. 82 y Granda Centeno Telef. 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134</p>	<p><a href="http://www.espam.edu.ec">www.espam.edu.ec</a> <a href="mailto:rectorado@espam.edu.ec">rectorado@espam.edu.ec</a></p>	<p>CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA Sitio El Limón Telef. 593 05 686103</p>
---	--	---

REPÚBLICA DEL ECUADOR



# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ  
Ley 2006 - 49 Suplemento R.O. 298 - 23 - 06 - 2006  
CALCETA - ECUADOR



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 2 de 2	
CLIENTE:	Jorge Enrique Rivas Velásquez Jasson Ramón Bravo Vélez	Nº DE ANÁLISIS:	32
DIRECCIÓN:	Tosagua	Fecha de recibido:	09/09/2020
TELEFONO:	0960169870	Fecha de análisis:	09/09/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Jugo de caña de azúcar"	Fecha de reporte:	14/09/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	8	Fecha de muestreo:	09/09/2020
TIPO DE ENVASE:	Recipiente de vidrio de 500 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T5	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	2,1x10 <sup>2</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	6,0x10 <sup>3</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T6	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	1,2x10 <sup>5</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T7	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	2,4x10 <sup>2</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	7,0x10 <sup>3</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T8	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	2,4x10 <sup>2</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	1,0x10 <sup>4</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14

**Nota:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario López Vera, M.Sc.  
**TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL**

OFICINAS CENTRALES:  
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno  
Telef. 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)  
[rectorado@espam.edu.ec](mailto:rectorado@espam.edu.ec)

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA  
Sitio El Limón  
Telef. 593 05 686103

REPÚBLICA DEL ECUADOR



# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LOPEZ  
Ley 2006 - 49 Suplemento R.O. 298 - 23 - 06 - 2006  
CALCETA - ECUADOR



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 2	
CLIENTE:	Jorge Enrique Rivas Velásquez Jasson Ramón Bravo Vélez	Nº DE ANÁLISIS:	32
DIRECCIÓN:	Tosagua	Fecha de recibido:	26/08/2020
TELEFONO:	0960169870	Fecha de análisis:	26/08/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Jugo de caña de azúcar"	Fecha de reporte:	01/09/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	8	Fecha de muestreo:	26/08/2020
TIPO DE ENVASE:	Recipiente de vidrio de 500 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T1	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T2	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	2,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	4,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T3	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	1,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
T4	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	3,0x10 <sup>1</sup>	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	2,3x10 <sup>2</sup>	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14

**Nota:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario López Vera, M.Sc.

TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

OFICINAS CENTRALES:  
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno  
Telef. 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)  
[rectorado@espam.edu.ec](mailto:rectorado@espam.edu.ec)

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA  
Sitio El Limón  
Telef. 593 05 686103

REPÚBLICA DEL ECUADOR



# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ  
Ley 2006 - 49 Suplemento R.O. 298 - 23 - 06 - 2006  
CALCETA - ECUADOR



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 2 de 2	
CLIENTE:	Jorge Enrique Rivas Velásquez Jasson Ramón Bravo Vélez	Nº DE ANÁLISIS:	32
DIRECCIÓN:	Tosagua	Fecha de recibido:	26/08/2020
TELEFONO:	0960169870	Fecha de análisis:	26/08/2020
NOMBRE DE LA MUESTRA:	"Jugo de caña de azúcar"	Fecha de reporte:	01/09/2020
CANTIDAD RECIBIDA:	8	Fecha de muestreo:	26/08/2020
TIPO DE ENVASE:	Recipiente de vidrio de 500 mL de capacidad	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por la recolección y el traslado de las muestras.	Responsables del muestreo:	Investigadores
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
T5	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	$8,0 \times 10^1$	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T6	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	$3,0 \times 10^1$	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T7	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	$1,0 \times 10^1$	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	$1,8 \times 10^3$	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	
T8	Recuento de Mohos y Levaduras	UP/mL	Ausencia	AOAC Método oficial 997.02
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/mL	$5,0 \times 10^1$	AOAC Método oficial 990.12
	Determinación de Coliformes totales	UFC/mL	Ausencia	AOAC método oficial 991.14
	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	UFC/mL	Ausencia	

**Nota:**

Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y, no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.



Ing. Mario López Vera, M.Sc.

TÉCNICO LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

OFICINAS CENTRALES:  
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno  
Telef: 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)  
[rectorado@espam.edu.ec](mailto:rectorado@espam.edu.ec)

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA  
Sitio El Limón  
Telef. 593 05 686103

### Anexo 7: Cálculo de Vida útil

$$t = \frac{\ln A + \ln A_0}{k} \quad [1]$$

A: calidad a tiempo t.

A<sub>0</sub>: calidad a tiempo cero.

k: constante de velocidad de reacción.

t: tiempo de almacenamiento.

#### Anexo 7-A: Aerobios mesófilos

$$t(T1) = \frac{\ln 100+2}{1.4667} = 4.5034 \text{ días} \quad t(T2) = \frac{\ln 100+3.667}{2.6} = 3.1816 \text{ días}$$

$$t(T3) = \frac{\ln 100+1.3333}{1.2667} = 4.6881 \text{ días} \quad t(T4) = \frac{\ln 100+0.8333}{1.8333} = 2.9665 \text{ días}$$

$$t(T5) = \frac{\ln 100+0.3333}{0.9333} = 5.2914 \text{ días} \quad t(T6) = \frac{\ln 100-4.5}{2.0333} = 0.0517 \text{ días}$$

$$t(T7) = \frac{\ln 100+0.3333}{1.3333} = 3.7039 \text{ días} \quad t(T8) = \frac{\ln 100-5.667}{2.6} = -0.4083 \text{ días}$$

#### Anexo 7-B: Mohos y levaduras

$$t(T1) = \frac{\ln 50+0.3333}{0.7333} = 5.7893 \text{ días} \quad t(T2) = \frac{\ln 50+1.3333}{1.8} = 2.91421 \text{ días}$$

$$t(T3) = \frac{\ln 50+0.8333}{0.7} = 6.7790 \text{ días} \quad t(T4) = \frac{\ln 50+4.8333}{2.1667} = 4.0362 \text{ días}$$

$$t(T5) = \frac{\ln 50+1.5}{1.7} = 3.1835 \text{ días} \quad t(T6) = \frac{\ln 50-6.3333}{3.1333} = 3.2698 \text{ días}$$

$$t(T7) = \frac{\ln 50+2.1667}{2.1667} = 2.8055 \text{ días} \quad t(T8) = \frac{\ln 50-2.8333}{3.5} = 1.9272 \text{ días}$$

### Anexo 8: Rendimiento del jugo de caña de azúcar

$$\% \text{Rendimiento de jugo} = \frac{\text{peso del guarapo}}{\text{peso de la caña de azúcar}} * 100 \quad [2]$$

$$\% \text{Rendimiento de jugo} = \frac{596\text{Kg}}{1000\text{Kg}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento de jugo} = 59.6\% \cong 60\%$$

**Anexo 9: Densidad del jugo de caña de azúcar**

$$\rho = \frac{m}{v} \quad [3]$$

$$\rho = \frac{1080g}{1L}$$

$$\rho = 1080g/L \cong 1.080Kg/L$$

**Anexo 10: Porcentaje de cachaza retirada**

$$\%Cachaza = \frac{\text{peso de la cachaza} - \text{mucílago}}{\text{peso del jugo}} * 100 \quad [4]$$

$$\%Cachaza = \frac{(44 - 8.34)Kg}{596Kg} * 100$$

$$\%Cachaza 5.98\% \cong 6\%$$

**Anexo 11: Rendimiento de la bebida refrescante de caña de azúcar**

$$\%Rendimiento de la bebida = \frac{\text{peso de la bebida}}{\text{peso de la caña de azúcar}} * 100 \quad [5]$$

$$\%Rendimiento de la bebida = \frac{562.64Kg}{1000Kg} * 100$$

$$\%Rendimiento de la bebida = 56.26\%$$

## Anexo 12: Resultados de la prueba Friedman para la variable aceptabilidad

Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 0

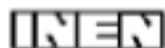
		Subconjuntos homogéneos			
		Subconjunto			
Muestra1		1	2	3	4
			Tratamiento_4	2.583	
	Tratamiento_7	2.967			
	Tratamiento_6	3.667	3.667		
	Tratamiento_3	4.250	4.250	4.250	
	Tratamiento_8		5.150	5.150	5.150
	Tratamiento_2			5.583	5.583
	Tratamiento_1			5.683	5.683
	Tratamiento_5				<b>6.117</b>
Probar estadística		9.010	4.650	7.150	2.730
Sig. (prueba de 2 caras)		0.029	0.098	0.067	0.435
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0.057	0.240	0.130	0.681
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.					
1Cada casilla muestra el rango de media de muestras.					

Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 15

		Subconjuntos homogéneos		
		Subconjunto		
Muestra1		1	2	3
			Tratamiento_7	3.017
	Tratamiento_4	3.067		
	Tratamiento_8	3.700	3.700	
	Tratamiento_6	3.917	3.917	
	Tratamiento_2	4.483	4.483	4.483
	Tratamiento_1		5.667	5.667
	Tratamiento_3			<b>5.850</b>
	Tratamiento_5			<b>6.300</b>
Probar estadística		6.300	8.790	5.950
Sig. (prueba de 2 caras)		0.178	0.032	0.114
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0.269	0.063	0.215
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				
1Cada casilla muestra el rango de media de muestras.				

Prueba de subconjuntos homogéneos de la prueba de Friedman para la variable aceptabilidad en el día 30

		Subconjuntos homogéneos				
		Subconjunto				
Muestra1		1	2	3	4	5
			Tratamiento_8	2.767		
	Tratamiento_4	2.917	2.917			
	Tratamiento_7	4.050	4.050	4.050		
	Tratamiento_6		4.233	4.233	4.233	
	Tratamiento_2		4.650	4.650	4.650	4.650
	Tratamiento_3			5.467	5.467	5.467
	Tratamiento_1				5.783	5.783
	Tratamiento_5					<b>6.133</b>
Probar estadística		7.350	8.310	6.430	8.390	5.750
Sig. (prueba de 2 caras)		0.025	0.040	0.092	0.039	0.124
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0.066	0.078	0.176	0.076	0.233
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.						
1Cada casilla muestra el rango de media de muestras.						

**Anexo 13: Norma NTE INEN 2304:2008****INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA****NTE INEN 2 304:2008**

---

**REFRESCOS. REQUISITOS.****Primera Edición**

COOL DRINK. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, refrescos, requisitos.

AL 02.03-484

CDU: 663.86

CIIU: 3134

ICS: 67.160.20

TABLA 1. Requisitos físico - químicos para los refrescos

	Min.	Método de ensayo
Sólidos solubles, % * <sup>4)</sup>	7,0	NTE INEN 380
pH	2,0	NTE INEN 389
Acidez titulable, q/100 cm <sup>3</sup> <sup>5)</sup>	0,10	NTE INEN 381

<sup>4)</sup> En grados Brix a 20°C

<sup>5)</sup> Expresada como ácido cítrico anhidro

\* No se aplica a producto edulcorados por sustitución total o parcial de azúcar.

### 5.1.3 Contaminantes

5.1.3.1 Los límites máximos de contaminantes en los refrescos son los establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Contaminantes\*

	Límite máximo, mg/l
Arsénico, como As	0,01
Plomo, como Pb	0,01
Mercurio, como Hg	0,0
Cobre, como Cu	1,0
Hierro, como Fe	0,3 1 <sup>(1)</sup>
Estaño, como Sn	20 150 <sup>(1)</sup>
Aluminio, como Al	0,3 5,0 <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> Para refrescos envasados en envases metálicos.	

\* En conformidad con las NTE INEN 1 101 y 1 108.

### 5.1.4 Requisitos microbiológicos

5.1.4.1 El producto debe estar exento de microorganismos patógenos, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.1.4.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos que representen un riesgo para la salud.

5.1.4.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	3	1,0 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm <sup>3</sup>	3	5,0 x 10 <sup>7</sup>	-	0	NTE INEN 1529-10

En donde:

NMP = número más probable.

UFC = unidades formadoras de colonias.

UP = unidades propagadoras.

n = número de unidades.

m = nivel de aceptación.

M = nivel de rechazo.

c = número de unidades permitidas entre m y M.

(Continúa)

---

**Anexo 14: Norma NTE INEN 2304:2017**

---



**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2304**  
Primera revisión  
2017-04

**REFRESCOS O BEBIDAS NO CARBONATADAS. REQUISITOS**

SOFT DRINKS OR NONCARBONATED BEVERAGES. REQUIREMENTS

4.2 ser elaborados con agua que cumpla con NTE INEN 1108;

4.3 cumplir los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Sólidos solubles a 20 °C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa	-	0	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20 °C	-	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20 °C	g/100 mL	0,1	-	NTE INEN-ISO 750

4.4 no exceder el límite máximo de 150 mg/L de estaño determinado según NTE INEN-ISO 17240, si están en latas; y,

4.5 no exceder los límites máximos de aditivos alimentarios conforme con lo establecido en NTE INEN-CODEX 192.

## 5. MUESTREO

El número de unidades de muestra y los criterios sobre el nivel aceptable de calidad pueden ser acordados por las partes de acuerdo con lo establecido en CPE INEN-CODEX CAC/GL 50.

## 6. ENVASADO Y ROTULADO

### 6.1 Envasado

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben envasarse en materiales higiénicos de grado alimenticio, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

### 6.2 Rotulado

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben cumplir lo indicado en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2, NTE INEN 1334-3.