



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“UTILIZACIÓN DE LA CARAMBOLA PARA ELABORACIÓN DE
UNA BEBIDA GASEOSA NATURAL, CON DIFERENTES
NIVELES DE GLUCOSA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: MARÍA ESTEFANY MARTÍNEZ BEJARANO

DIRECTOR: Ing. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, María Estefany Martínez Bejarano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Martínez Bejarano María Estefany** declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de enero de 2023

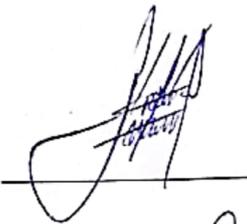


Martínez Bejarano María Estefany

CI: 210066877-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, "UTILIZACIÓN DE LA CARAMBOLA PARA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA GASEOSA NATURAL, CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA" realizado por la señorita: **MARTÍNEZ BEJARANO MARÍA ESTEFANY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. MSc. Jesús Ramón López Salazar PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-09
Ing. MSc. Iván Patricio Salgado Tello DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-01-09
Dr. César Iván Flores Mancheno ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-01-09

DEDICATORIA

A Dios que sin el nada de esto fuera posible; a mis padres Maritza Bejarano y Rodrigo Martínez, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir un sueño más, por los valores que me han inculcado que gracias a ello he podido llegar tan lejos; a mis hermanos Jonathan y Jeferson que siempre han sido un ejemplo y un apoyo incondicional, dedico este pequeño logro a todas las personas que han estado presentes en el transcurso de mi formación profesional.

Estefany

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación le doy gracias principalmente a Dios por ser el guía y darme la fuerza para lograr unos de los sueños más anhelados de obtener mi título profesional.

A mis padres, por su comprensión, amor y apoyo incondicional en los momentos más difíciles, sus esfuerzos dieron fruto para hoy en día culminar con mi profesión.

A mis hermanos, que siempre me han apoyado en todo el trayecto de mi carrera siendo un pilar fundamental para nunca rendirme.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por abrirme las puertas de sus instalaciones y darme la oportunidad de aprender y ser una profesional.

A mi director de tesis, Ing. Iván Patricio Salgado Tello y asesor Dr. Iván Flores Mancheno por brindarme sus conocimientos para el desarrollo de mi tesis, por su paciencia y dedicación.

Al Ing. Luis Tello quien me ayudo en el trabajo de campo siendo un pilar fundamental para la culminación de mi tesis, le agradezco, su disposición a atenderme, y sus consejos.

A mis amigos por compartir experiencias, a lo largo de la carrera y siempre estar ahí en los buenos y malos momentos, gracias por todo.

Estefany

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. <i>La Carambola (Averrhoa carambola)</i>	2
1.1.2. <i>Composición fisicoquímica</i>	2
1.1.3. <i>Variedades</i>	3
1.2. <i>Levaduras Salvajes presentes en la fruta</i>	3
1.3. <i>Levaduras del género Saccharomyces cerevisiae</i>	4
1.3.1. Crecimiento	4
1.3.2. Factores para el crecimiento y desarrollo de la levadura	5
1.3.3. Requerimientos nutricionales	5
1.4. <i>Fermentación</i>	6
1.4.1. Efecto Crabtree	6
1.5. <i>Bebidas gaseosas naturales</i>	8
1.5.1. Características fisicoquímicas de la bebida gaseosa	8
CAPITULO II.....	10
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1. <i>Localización y duración del experimento</i>	10
2.2. <i>Unidades experimentales</i>	10
2.3. <i>Materiales, equipos y reactivos</i>	10
2.3.1. Materiales de laboratorio	10
2.3.2. Equipos	11
2.3.3. Reactivos	11
2.4. <i>Tratamientos y diseño experimental</i>	12

2.5. Mediciones experimentales	13
2.5.1. Caracterización de la fruta carambola	13
2.5.2. En la bebida gaseosa	13
2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia	13
2.7. Proceso experimental de la bebida gaseosa.....	14
2.7.1. Recepción de la materia prima	14
2.7.2. Clasificado	14
2.7.3. Lavado y esterilizado	14
2.7.4. Cortado	14
2.7.5. Pesado	14
2.7.6. Mezclado	15
2.7.7. Fermentación	15
2.7.8. Oxigenación.....	15
2.7.9. Filtrado	15
2.7.10. Envasado	15
2.7.11. Maduración	15
2.7.12. Almacenamiento.....	15
2.8. Metodología de la evaluación	16
2.8.1. Caracterización microbiológica y fisicoquímica en la fruta, (<i>Averrhoa carambola</i>)..	16
2.8.2. Caracterización microbiológica y fisicoquímica de la bebida de carambola, (<i>Averrhoa carambola</i>).....	19
 CAPITULO III	 24
3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN.....	24
3.1. Características fisicoquímicas y contenido de levaduras de la carambola	24
3.1.1. Contenido de levaduras	24
3.1.2. pH.....	24
3.1.3. Acidez.....	25
3.1.4. Sólidos Solubles.....	25
3.1.5. Azúcares fermentables	25
3.2. Caracterizaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida gaseosa de carambola (<i>Averrhoa carambola</i>), con diferentes niveles de glucosa	26

3.2.1. <i>pH</i>	26
3.2.2. <i>Acidez</i>	27
3.2.3. <i>Sólidos solubles</i>	28
3.2.4. <i>Análisis del alcohol</i>	29
3.2.5. <i>Análisis del CO₂</i>	31
3.2.6. <i>Análisis microbiológico</i>	32
3.2.7. <i>Análisis sensorial de la bebida gaseosa</i>	33
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Esquema del experimento.....	12
Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza	14
Tabla 3-2: Formulación de bebida gaseosa en 250 ml.....	16
Tabla 4-3: Características fisicoquímicas y contenido de levaduras de la carambola	24
Tabla 5-3: Características fisicoquímicas de la bebida gaseosa de carambola con diferentes niveles de glucosa.....	26
Tabla 6-3: Análisis microbiológico de la bebida gaseosa de carambola con diferentes niveles de glucosa.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Carambola.....	2
-----------------------------------	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-3: Comportamiento del pH en la bebida gaseosa de carambola, por efecto de diferentes niveles de glucosa.	27
Gráfica 2-3: Acidez de la bebida gaseosa de carambola, por efecto de diferentes niveles de glucosa.....	28
Gráfica 3-3: Comportamiento de los sólidos solubles en la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa.....	29
Gráfica 4-3: Comportamiento del alcohol de la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa.....	30
Gráfica 5-3: Comportamiento del Volumen CO ₂ de la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa.....	31
Gráfica 6-3: Levaduras, UFC/ml de la bebida gaseosa de carambola	33
Gráfica 7-3: Análisis sensorial del atributo apariencia de la bebida gaseosa de carambola ..	33
Gráfica 8-3: Análisis sensorial del atributo olor de la bebida gaseosa de carambola	34
Gráfica 9-3: Análisis sensorial del atributo olor de la bebida gaseosa de carambola.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS
ANEXO B:	PH, ACIDEZ Y GRADOS BRIX DE LA FRUTA
ANEXO C:	AZÚCARES FERMENTABLES DE LA FRUTA
ANEXO D:	RECEPCIÓN Y CLASIFICADO DE LA MP
ANEXO E:	LAVADO Y ESTERILIZADO
ANEXO F:	CORTADO Y PESADO
ANEXO G:	MEZCLADO Y FERMENTACIÓN
ANEXO H:	OXIGENACIÓN
ANEXO I:	ENVASADO, MADURACIÓN Y ALMACENAMIENTO
ANEXO J:	SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS DE LA BEBIDA
ANEXO K:	PH, ACIDEZ Y GRADOS BRIX DE LA BEBIDA
ANEXO L:	MEDICIÓN DE LA DENSIDAD
ANEXO M:	ANÁLISIS SENSORIAL
ANEXO N:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PH, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA.....
ANEXO Ñ:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL % DE ACIDEZ, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA.....
ANEXO O:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE °BRIX, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA
ANEXO P:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS LEVADURAS BENÉFICAS, PRESENTES EN LA BEBIDA GASEOSA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA.....
ANEXO Q:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL VOLUMEN % DEL ALCOHOL, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA.....
ANEXO R:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE CO ₂ , EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue utilizar la carambola para elaboración de una bebida gaseosa natural, con diferentes niveles de glucosa. Se determinó el mejor tratamiento mediante los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Esta bebida gaseosa se elaboró en el Laboratorio de Ciencias Biológicas y sus análisis en el laboratorio de Bromatología, Toxicología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH. Se analizaron tres tratamientos con diferentes niveles de glucosa 5%, 10% y 15% y el testigo 0% de glucosa. Las mediciones experimentales se desarrollaron mediante un diseño completamente al azar (DCA), a través de las pruebas estadísticas; análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias y separación de medias ($P < 0,05$) por medio de la prueba de Tukey, el análisis sensorial se realizó mediante la prueba de aceptación afectiva con panelistas no entrenados. Se obtuvo como resultado que el nivel de glucosa influye considerablemente en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la bebida gaseosa, determinándose diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en el pH, sólidos solubles, alcohol y CO_2 mientras que en la acidez y análisis microbiológico no se encontró diferencias estadísticas ($P < 0,05$), siendo las bebidas con el 10 y 15% de glucosa, los mejores tratamientos, ya que estos se encuentra dentro de los requisitos establecidos por la (NTE INEN 1101:2017) para bebidas gaseosas. Se concluye que el tratamiento con el 15% de glucosa presento mayor aceptación en cuánto a las características organolépticas por parte de los catadores. Se recomienda evaluar el impacto de la glucosa en otros tipos de bebidas ya que los resultados reportados del presente trabajo encaminaron su preferencia de consumo con la utilización del 15% de glucosa.

Palabras clave: <CARAMBOLA>, <BEBIDA GASEOSA>, <GLUCOSA>, <CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS>, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>, <FRUTA>.



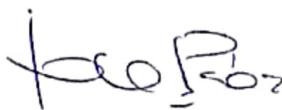

Ing. Cristian Castillo

0288-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This research aimed to use carambola to elaborate a naturally carbonated beverage with different glucose levels. The best treatment was determined through physicochemical, microbiological, and sensory analyses. This carbonated beverage was elaborated on in the Biological Sciences Laboratory and its analysis in the Laboratory of Bromatology, Toxicology, and Animal Nutrition of the Faculty of Livestock Sciences of ESPOCH. Three treatments were analyzed with levels of glucose 5%, 10%, and 15% and the control 0% glucose. The experimental measurements were developed using a completely randomized design (CRD) through statistical tests, analysis of variance (ADEVA) for differences, and separation of means ($P < 0.05$) using Tukey's test. The sensory analysis was carried out by means of the affective acceptance test with untrained panelists. It was obtained as a result that the glucose level has a considerable influence on the physicochemical, microbiological, and sensory parameters of the carbonated beverage, determining highly significant differences ($P < 0.01$) in pH, soluble solids, alcohol, and CO₂ while in acidity and microbiological analysis, no statistical differences were found ($P < 0.05$), being the beverages with 10 and 15% glucose, the best treatments, since these are within the requirements established by the (NTE INEN 1101:2017) for carbonated beverages. It is concluded that the treatment with 15% glucose presented greater acceptance in terms of organoleptic characteristics by tasters. It is recommended to evaluate the impact of glucose in other beverages since the results reported in this study showed that the 15% glucose treatment was more acceptable to consumers.

Keywords: <CARAMBOLA>, <GASY BEVERAGE>, <GLUCOSE>, <PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <FRUIT>.



0288-DBRA-UPT-2023

Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco
0602698904

INTRODUCCIÓN

La carambola (*Averrhoa carambola*) es una fruta tropical originaria de Indonesia, también es conocida como fruta estrella, debido a su forma estrellada al cortarla de forma transversa. Es un alimento ideal porque contiene vitamina C y minerales como calcio, magnesio y fósforo. Aporta al organismo 40 calorías por cada 100 gramos de fruta. (Cagua D, 2015.p.1). La industrialización de las frutas es un proceso muy importante, para el aprovechamiento de estas, puesto que permite darle un valor agregado al producto de la finca, con lo que garantiza, además, el buen retorno económico, pueden ser transformadas empleando diferentes métodos de conservación, estos métodos consisten en cambiar la materia prima, de tal forma que los organismos putrefactos y las reacciones químicas y enzimáticas no puedan desarrollarse. Balladares, A (2019, p.8)

Belén et al (2011, pág. 684), los alimentos fermentados no han dejado de ser un tema importante en la industria alimentaria, y con el tiempo se han ido refinando desde un proceso empírico de conservación de alimentos a un proceso estrictamente controlado. Las bebidas gaseosas fermentadas llaman la atención por aquel “burbujeo” que presentan y que resulta benéfico mejorando el sabor y la percepción de quienes lo consumen. Según, Angulo & Troyes, (2019, pág. 40), existen procesos de fermentación que no requieren ningún tipo de cultivo madre o starter, es decir se fermenta con la levadura propia de la fruta.

El efecto Crabtree describe el fenómeno a través del cual la *Saccharomyces cerevisiae* y un número limitado de otras especies de levaduras, hacen que, en presencia de cantidades de glucosa relativamente altas, incluso en presencia de suficiente oxígeno, la mayoría del azúcar consumido se dirige a la elaboración de etanol a través de la vía fermentativa (Caicedo, 2017, p.26). Según Machín et al, (2016, p.29), mencionan que la glucosa es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la fructosa, pero con una estructura diferente, todas las frutas naturales contienen cierta cantidad de glucosa, que se puede extraer y concentrar para producir un azúcar alternativo.

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivos específicos, verificar la presencia de levaduras en la fruta carambola que ayuden al proceso de fermentación, caracterizar los parámetros fisicoquímicos de la fruta (*Averrhoa carambola*), analizar las características, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida gaseosa, elaborada a base de carambola con diferentes niveles de glucosa (5, 10, 15) % y finalmente determinar y evaluar la cantidad de CO₂ y etanol presente en el producto final.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. La Carambola (*Averrhoa carambola*)

La carambola es originaria de Indonesia, se ha introducido en los trópicos y ha obtenido buenos resultados. Se cultiva en Malasia, Israel, China, Tailandia, India, Filipinas y Australia, y es poco frecuente en las islas del Pacífico Sur (Tahití, Nueva Guinea, Hawai, etc.). (EE. UU.) (FAO, 2006 p, 1).

La carambola es una fruta exótica muy valorada en el mercado internacional, conocida también como “fruta estrella” o “star fruit”. Forma parte de la familia de las Oxalidáceas. Balladares, A (2019, p.8)



Figura 1-1. Carambola

Fuente: Andrade y col, 2010.

1.1.2. Composición fisicoquímica

1.1.2.1. pH, Acidez y Sólidos solubles

De acuerdo con (Gavica y Teran, 2011, p.15), la carambola en estado madura tiene un % de acidez de 0,4; pH 3,5 y sólidos solubles de 13,0 °brix, estos autores manifiestan que dichos datos pueden ser resultado de diferencias en el clima y el estado de maduración del fruto.

Según lo citado por (Cubillos e Isaza, 2009, p.56) en su investigación titulada aspectos generales de la carambola, exponen que la fruta tiene un pH de 2,19; 0,62% de acidez y 7 °brix, en frutos semi maduros, estos valores dependen de la variedad, las condiciones ambientales y del estado de maduración de la fruta.

Cepeda, Rangel y Estrada, (2004, p 27), manifiestan que la carambola en estado de madurez verde contiene una acidez de 0,8%; un pH de 1,80 y 4, 8° brix en los sólidos solubles.

1.1.2.2. Azúcares fermentables

Según (Erazo, Ureña y Morales, 2021, p.42), las frutas son bajas en contenido proteico, pero en general contienen bastantes carbohidratos, estos carbohidratos incluyen azúcares como sacarosa, fructosa y glucosa. De acuerdo con (Burgos, 2019, p.59), los dos primeros son azúcares reductores; sin embargo, la glucosa es la fuente de energía de las levaduras, el cual es un carbohidrato imprescindible para la fermentación (Valisek, 2016, p.25).

(Jimenez, Abreu y Lopez, 2011, p.155), en su investigación titulada obtención de azuceres fermentables de *Beta vulgaris L*, expone valores de azuceres fermentables de 2 g/L. Según lo citado por (Burgos, 2019, p.63) la fruta puede contener valores de 2,18 a 3,18 g/L de azuceres fermentables, estos autores mencionan que los resultados presentados se deben especialmente a el tipo de fruto, cambios de concentraciones, temperatura, entre otros.

1.1.3. Variedades

Según Cagua, D (2015, p.139) hay un gran número de variedades en todo el mundo, aunque muchas de ellas no se comercializan por sus características de calidad. Existen dos tipos principales de carambola, la carambola dulce Arkin y la carambola ácida Golden Star, el tipo dulce se recomienda consumir fresco, mientras que ambos son útiles para procesarlas en recetas caseras y de cocina. (Gavica y Teran 2011, p.4)

1.2. Levaduras Salvajes presentes en la fruta

Sotomayor, (2010, p.15), menciona que la microflora de la carambola (*Arrvehoa Carambola*), está constituida principalmente por levaduras. Según Suarez (2016, p.4) las levaduras salvajes (también conocidas como levaduras autóctonas o naturales), son las levaduras que se encuentran naturalmente en el aire o en superficies, especialmente en las frutas. Como se conoce, la levadura es muy aficionada al azúcar, y dado que las frutas suelen tener un alto contenido de carbohidratos, es lógico pensar que la levadura se puede encontrar en grandes cantidades, entre los frutos de los que extraen levaduras se encuentran: bayas, cerezas, fruta estrella, uva, manzanas, etc.

Según Ocón E, (2014, p. 8), el género más importante de levaduras salvajes es la *Saccharomyces*. De hecho, *S. cerevisiae* es la principal especie responsable de la fermentación alcohólica (Suarez M, 2016, p.20).

1.3. Levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*

Según Khurana y Lindquist, (2010, p.46-49), menciona que la *S. cerevisiae* es un organismo eucariota unicelular simple que, aunque carece de un tejido bien diferenciado, conserva muchos aspectos esenciales de la biología de los eucariotas superiores. Estos incluyen orgánulos, estructuras celulares de actina y tubulina, chaperonas, vías de degradación de proteínas a través de proteosomas de ubiquitina-proteasoma, autofagia, peroxisomas, mecanismos de apoptosis, tráfico vesicular, metabolismo lipídico complejo y vías de señalización (Gallegos N, 2017, p. 6).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura con colonias cremosas o blancas, de apariencia húmeda y brillante, con bordes irregulares. Además, es un microorganismo anaerobio fácil de cultivar. Fermenta glucosa, galactosa, sacarosa y maltosa, pero no lactosa. (Ariza y González, 1997, p. 22-27).

Acorde a la (NTC 404, 2007), para pulpas de frutas los requisitos en cuanto a levaduras deben tener un máximo de 3×10^2 UFC/g.

1.3.1. Crecimiento

Saccharomyces cerevisiae es un hongo ascomiceto que ha sido ampliamente estudiado por su capacidad para producir etanol. Este microorganismo muestra etapas de crecimiento bien definidas cuando se cultiva en un medio líquido con glucosa como fuente de carbono (Gallegos N, 2017, p. 3). Este es el caso durante la fase logarítmica, las células alcanzan su tasa máxima de duplicación y llevan a cabo un metabolismo fermentativo a partir del cual se produce etanol. Cuando los niveles de glucosa caen, las células atraviesan por el cambio diáuxico, un breve período de no división, y la célula cambia de fermentación a metabolismo respiratorio. Durante la fase post-diauxica, las células utilizan el etanol generado en la fase logarítmica como fuente de carbono y aumentan gradualmente su resistencia al estrés; mientras que la fase estacionaria ocurre cuando los nutrientes en el medio se agotan y no hay división celular (Folch J, 2004, p. 24-25). La etapa de muerte es causada por muchos factores diferentes, el agotamiento de las reservas de energía de la célula. Al igual que el crecimiento, la muerte también ocurre de manera exponencial que puede representarse por una disminución lineal en el número de células sobrevivientes a lo largo del tiempo (Mora T y Quinto J, 2007, p. 27-28).

1.3.2. Factores para el crecimiento y desarrollo de la levadura

1.3.2.1. Temperatura

En condiciones de cultivo, la temperatura es un factor importante ya que influye en el metabolismo de la levadura, las altas temperaturas reducen la biomasa, producto de un descenso en el contenido de proteínas, RNA; DNA, y aminoácidos e induce la rigidez de la membrana celular. Una temperatura demasiado baja conduce a un estado latente en la célula, lo que hace que se detenga su crecimiento. (Teles M, 2012, p. 2). La temperatura óptima para el crecimiento es entre 25 y 30°C. (Fajardo E, 2007, p.34).

1.3.2.2. pH

Vargas A, (2010, pp. 1-5). El pH es un factor importante en el proceso de fermentación, para controlarlo contra la contaminación bacteriana, además de influir en el crecimiento de la levadura, la tasa de fermentación y la producción de alcohol. Durante la fermentación, la levadura toma nitrógeno de los aminoácidos orgánicos, pierde sus propiedades anfóteras, convirtiéndolo en ácidos, bajando el pH del medio. Según estudios, el pH óptimo para el crecimiento de levaduras está entre 4 y 5. El medio alcalino neutro o moderado es poco favorable para el crecimiento de la levadura, y la brusca alcalinidad del medio crea una situación de estrés importante que afecta negativamente al crecimiento y producción de hongos. (Novillo, 2021, p.11)

1.3.2.3. Oxígeno

Según (Curia M, 2010, p. 27) todas las levaduras son aeróbicas, cuando hay oxígeno, crecen eficientemente a partir de los carbohidratos en el medio para producir biomasa y dióxido de carbono. Sin embargo, cuando no hay oxígeno o éste está disminuyendo, las levaduras pasan al metabolismo anaeróbico, eficiente para producir etanol y CO₂. (Sarmiento, 2003, p.34).

1.3.3. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales son esenciales, porque permiten la activación, la eficiencia y el crecimiento de las levaduras en un sustrato particular. (García, 2004, p.112).

1.3.3.1. Glucosa

Machín, (2016, p.29), menciona que la glucosa es un carbohidrato utilizado en la fermentación como fuente de energía y como fuente de carbono por *Saccharomyces cerevisiae*, su fórmula molecular es $C_6H_{12}O_6$, es una hexosa, es decir que contiene 6 átomos de carbono.

Saccharomyces cerevisiae, convierte la glucosa a través de la glucólisis. Esta es una vía común para el catabolismo de monosacáridos, por cada molécula de hexosa convertida en piruvato hay un proceso que genera dos moléculas de ATP a partir de $ADP + Pi$ y dos moléculas de NAD se reducen a NADH. La glucólisis se puede dividir en dos pasos: un paso hexagonal en el que se consume ATP, y un paso triosas, en el que se obtiene ATP neto. (Estrada y Tenjo, 2007, p.20)

1.4. Fermentación

Novillo (2021, p.20) afirmó que la fermentación es un proceso catabólico que es efectuado por agentes vivos (bacterias, levaduras o células animales) o no vivos (enzimas), mediante una serie de reacciones, un compuesto orgánico se oxida parcialmente en ausencia de oxígeno para obtener energía química, así mismo menciona que, durante la fermentación, la glucosa no se descompone completamente en dióxido de carbono y H_2O , si no que se produce una ruptura incompleta de la cadena de carbono. La fermentación es uno de los métodos de conservación de alimentos más antiguos y menos comprendidos, pero es uno de los más importantes.

La fermentación es el proceso de convertir las moléculas de azúcar en diferentes productos que dependerá del sustrato y del tipo de microorganismo - moléculas de ATP son producidas por la descomposición de los alimentos en las mitocondrias. (Robertis E, 2001, p.3).

1.4.1. Efecto Crabtree

El efecto Crabtree también conocido como "efecto glucosa" se refiere al hecho de que cuando hay altas concentraciones de azúcar en el medio, *Sacharomyces cerevisiae*, solo metaboliza los azúcares por vía fermentativa; incluso en presencia de oxígeno. (Novillo, 2021, p.13), lo que sucede es que mayor concentración de glucosa se acelera la glucólisis, lo que se refleja en una alta producción durante el ciclo TCA, especialmente por la cadena de electrones, lo que por último reduce el consumo de oxígeno. (Martínez, 2019, p.2).

En levaduras como *Sacharomyces cerevisiae*, se han identificado efectos Crabtree tanto a corto como a largo plazo. El primero se refiere al inicio inmediato de la fermentación alcohólica

después de la adición de azúcar en exceso, posiblemente porque el metabolismo excede la tasa máxima de oxidación del piruvato, lo cual sobrepasa la velocidad máxima del piruvato, causado por una capacidad respiratoria restringida debido a problemas físicos o bioquímicos. De esta manera, la cantidad de mitocondrias o su capacidad de procesamiento pueden convertirse en un cuello de botella para la respiración, especialmente si los niveles de azúcar son altos. En el efecto Crabtree a corto plazo, se ha reportado una competencia por ADP y el Pi entre mitocondrias, glucólisis y disminución de permeabilidad de la membrana externa de la mitocondria. Por su parte, el efecto Crabtree a largo plazo tiene más que ver con la supresión de genes implicados en el metabolismo oxidativo. (Pavone D. 2014. p.17).

1.4.1.1. Los mecanismos que conducen al efecto crabtree

- **La limitación de ADP y de Pi: Posible papel del potencial fosfato**

La hipótesis más aceptada es que el ADP citoplasmático libre disminuye tras la adición de glucosa, provocando una competencia entre las enzimas de la glucólisis y las mitocondrias por este nucleótido. De hecho, al medir la respiración de las mitocondrias aisladas en ausencia de ADP, la tasa de respiración es muy baja puesto que no se produjo la fosforilación oxidativa. Este estado estático se conoce como “estado no fosforilado” (Novillo J, 2021, p.13).

Según. (Romero, 2011, p.8) para corroborar la hipótesis de la restricción de ADP, la glucólisis se reprodujo in vitro en presencia de mitocondrias desprendidas y se demostró que con el aumento de la concentración de enzimas glucolíticas, la respiración mitocondrias disminuye.

- **La reoxidación de los equivalentes citoplasmáticos y el potencial del óxido-reducción**

Se ha sugerido que la disminución de la respiración observada en el efecto Crabtree, se debe a la sobreactuación de las enzimas citoplasmáticas que reoxidan al NAD. Esto afectará al suministro de sustrato respiratorio a las mitocondrias. En células de mamíferos, el principal mecanismo de reoxidación de NADH en el citoplasma es a través de la enzima lactato deshidrogenasa (LDH), que cataliza la reducción de piruvato a lactato. Se ha observado que en las células cancerosas existe una sobreexpresión de esta enzima. Cuando se interrumpe la expresión de LDH, se elimina el efecto Crabtree. (Novillo J, 2021, p.13).

- **La restricción de la entrada del piruvato hacia el ciclo de Krebs**

El piruvato como producto final de la vía de la glucólisis, es probable que sea transportada a la matriz mitocondrial y posteriormente oxidado en el ciclo de Krebs, pero también puede ser un sustrato para enzimas citoplasmáticas como el lactato deshidrogenasa o el piruvato descarboxilasa. Estas últimas están sobreexpresadas en el metabolismo fermentativo en células cancerosas y levaduras. Su hiperactividad, además de reducir el NADH absorbido por las mitocondrias, también limitara la cantidad de piruvato que ingresa al ciclo Krebs. En comparación con esto, en la levadura, los flujos metabólicos se midieron en ausencia y presencia de glucosa, y se encontró que, durante la fermentación, el flujo metabólico durante el ciclo de Krebs disminuyo significativamente. (Díaz R, 2017, p.15)

- **La permeabilidad de la membrana externa mitocondrial**

Según Pavone (2014. p. 19), otro factor que puede explicar la inhibición de la fosforilacion oxidativa, en presencia de glucosa es la permeabilidad reducida de la membrana mitocondrial externa. Por encima de este sitio hay un canal de aniones marcado con voltaje (VDAC), que permite que pequeñas moléculas pasen de forma no especifica (hasta 1,5 kDa) en el espacio entre membrana. Se ha demostrado que el estado abierto de este canal puede cambiar dependiendo de varios factores. En relación con esto, se encontró que hay una diferencia en la permeabilidad del ADP entre las mitocondrias aisladas y las células permeabilizadas, lo que resulto en un aumento de la Km de este nucleótido en un orden de magnitud en este último modelo.

1.5. Bebidas gaseosas naturales

Los refrescos naturales se producen a partir de frutas y pulpas, sin químicos, conservantes artificiales ni grasas, por lo que los consumidores pueden reducir el riesgo de enfermedades que representan una amenaza para su salud. Además de ser 100% natural, conserva las vitaminas y nutrientes presentes en la fruta, contribuyendo así a una dieta equilibrada y nutritiva. Arcila (2014, p5.)

1.5.1. Características fisicoquímicas de la bebida gaseosa

1.5.1.1 CO₂, acidez, solidos solubles y pH

Según la (NTE INEN 1101, 2017) de bebidas gaseosas carbonatadas, los requisitos fisicoquímicos que deben cumplir en cuanto al contenido de CO_2 son de 1 a 5 Vol. CO_2 , acidez total titulable expresada como ácido cítrico con un máximo de 0,5%, los sólidos solubles con un valor máximo de 15°brix y el pH con datos que oscilan de 2,0 a 4,5.

1.5.1.2. Contenido de alcohol

Concorde a la (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SCFI-2004), de bebidas carbonatadas, los requerimientos en cuanto al contenido de alcohol tienen un máximo de 3%.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Localización y duración del experimento

El proceso experimental se realizó en el laboratorio de Ciencias Biológicas y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Ubicada en el Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo a una altitud de 2850 m.s.n. con una temperatura promedio de 22° C y una humedad relativa promedio de 60.9 %. La duración del trabajo tuvo un tiempo aproximado de 90 días, en los que se realizó los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

2.2. Unidades experimentales

En la presente investigación se estudió las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bebida gaseosa por lo que cada unidad experimental estuvo constituida por 250 ml de muestra por repetición con 1000 ml por tratamiento, teniendo 4 repeticiones, dando un total de 4000 ml. Para la elaboración de la bebida gaseosa natural se utilizó como materia prima la carambola (*Averrhoa carambola*) que se adquirió del cantón Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos.

2.3. Materiales, equipos y reactivos

Para la realización de la siguiente investigación fue necesario la disponibilidad de los siguientes materiales, equipos y reactivos.

2.3.1. *Materiales de laboratorio*

- Probeta de 200 ml
- Pipetas de 10 ml
- Micropipetas
- Mechero de bunsen
- Frascos de vidrio de 2L
- Tubos de ensayo
- Puntas de micropipetas de 1ml
- Gradilla para tubos
- Guantes

- Mascarilla
- Mandil
- Marcador
- Cuaderno
- Cuchillo
- Tabla de picar
- Cooler
- Envases de 250 ml
- Tapas
- Ligas de caucho
- Cajas Petri
- Varillas de agitación

2.3.2. Equipos

- Balanza analítica
- Acidómetro
- pH-metro
- Brixómetro
- Hidrómetro
- Computador
- Autoclave
- Estufa
- Refrigerador
- Balanza
- Agitador Magnético
- Cuenta colonias
- Espectrofotómetro

2.3.3. Reactivos

- Alcohol antiséptico
- Fenolftaleína
- NaOH 0,1N
- Solución buffer, de pH 7,00.

- Agua destilada
- Fructosa
- Tartrato de Na-K
- Acido 3,5 dinitrosalicílico
- Fruta (Carambola)
- Agua
- Glucosa
- Agar PDA para Levaduras

2.4. Tratamientos y diseño experimental

En esta investigación se evaluó distintos niveles de glucosa (5,10 y 15 %) para la elaboración de la bebida gaseosa frente a un tratamiento control (sin glucosa), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales y con 4 repeticiones cada una, fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) y que para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Dónde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

En la tabla 1 se describe el esquema del experimento utilizado

Tabla 1-2. Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.UE. (ml)	Bebida, ml/tratam
0% glucosa	T0	4	250	1000
5% glucosa	T1	4	250	1000
10% glucosa	T2	4	250	1000
15% glucosa	T3	4	250	1000
TOTAL, bebida, ml				4000

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental. 250 ml

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. Caracterización de la fruta carambola

- Recuento de levaduras benéficas (UFC/g)
- pH (0-14)
- Acidez titulable (%)
- Sólidos solubles (°Brix)
- Azúcares fermentables (g/L)

2.5.2. En la bebida gaseosa

2.5.2.1. Análisis microbiológico

- Recuento de levaduras benéficas (UFC/ml)

2.5.2.2. Análisis fisicoquímico

- pH (0-14)
- Acidez titulable (%)
- Sólidos solubles (°Brix)

2.5.2.3. Análisis sensorial

- Apariencia (Puntos)
- Olor (Puntos)
- Sabor (Puntos)

2.5.2.4. Análisis del CO₂ y Etanol

- Carbonatación (volumen de CO₂)
- Medición de la densidad (Volumétrico %) para determinar alcohol.

2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados experimentales obtenidos se analizaron mediante las siguientes pruebas estadísticas:

Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias.
Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey.

Para determinar la varianza de la presente investigación se utilizó el siguiente esquema que se muestra en la tabla 2-2.

Tabla 2-2. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamiento	3
Error	12

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

2.7. Proceso experimental de la bebida gaseosa

2.7.1. Recepción de la materia prima

La fruta (carambola) fue adquirida en la ciudad de Lago Agrio Provincia de Sucumbíos, cosechada de manera inocua para obtener un producto apto para el consumo.

2.7.2. Clasificado

Se eliminó las frutas en estado de putrefacción, golpeadas y las impurezas.

2.7.3. Lavado y esterilizado

Lavar las frutas, preferiblemente con agua que no tenga cloro y esterilizar el área de trabajo, equipos y utensilios para evitar contaminación en el producto final.

2.7.4. Cortado

Cortar la fruta en forma de estrella en trozos pequeños.

2.7.5. Pesado

Pesar la fruta (carambola), agua y la glucosa según la fórmula de cada tratamiento.

2.7.6. Mezclado

Verter agua sin cloro en un envase de vidrio, añadir la fruta cortada en trozos y la glucosa según su fórmula, mezclar todos los ingredientes hasta que la glucosa se haya diluido y tapar el contenedor con un trapo de tela que este desinfectado.

2.7.7. Fermentación

La fermentación se llevó a cabo en envases de vidrio, tapados con una tela para permitir el ingreso de oxígeno del exterior, puesto que es una fermentación aerobia, durante este periodo de fermentación, remover dos veces al día para oxigenar las levaduras, las mismas que se alimentan de la glucosa, transformándolas en gas carbónico y alcohol etílico, el tiempo de fermentación fue de 3 días en la estufa a una temperatura de 30°C.

2.7.8. Oxigenación

Durante los 3 días de fermentación remover el mosto dos veces al día para oxigenar las levaduras.

2.7.9. Filtrado

Una vez terminado el proceso de fermentación se filtró el mosto, con un cernidor y una tela lienzo para eliminar los sólidos y evitar la presencia de levaduras muertas y materia orgánica que pueda alterar las características del producto final.

2.7.10. Envasado

Esterilizar los envases de vidrio en la autoclave, pasar el líquido con la ayuda de un embudo a las botellas y cerrarlas herméticamente.

2.7.11. Maduración

Este es uno de los procesos más importantes en la elaboración de la bebida ya que permite mejorar las características organolépticas y además produce una gasificación natural, madurar durante 24 horas a una temperatura ambiente fuera de la luz solar.

2.7.12. Almacenamiento

Almacenar la bebida en refrigeración a una temperatura de 4°C.

En la tabla 3-2 se indica la formulación utilizada en la elaboración de 250 ml de bebida gaseosa.

Tabla 3-2. Formulación de bebida gaseosa en 250 ml

Ingredientes	Niveles de glucosa			
	0%	5%	10%	15%
H2O, ml	162,50	162,50	162,50	162,50
Glucosa, ml	0	12,50	25	37,50
Fruta, ml	87,50	75	62,50	50
Total, ml	250	250	250	250

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

2.8. Metodología de la evaluación

Los análisis del laboratorio se realizaron con el fin de conocer los parámetros fisicoquímicos entre ellos la determinación de pH, Acidez %, Grados Brix, Alcohol y CO₂, los microbiológicos como la determinación de levaduras benéficas y el análisis sensorial del producto final.

2.8.1. Caracterización microbiológica y fisicoquímica en la fruta, (*Averrhoa carambola*)

2.8.1.1. Análisis microbiológico

Las levaduras benéficas presentes en la fruta se determinaron, basándose en la norma técnica (INEN 1529-11:2013)

Procedimiento

1. Añadir 9 ml de agua destilada en cada tubo de ensayo.
2. Esterilizar en la auto clave, cajas Petri, pipetas, puntas (envueltas en papel aluminio), tubos de ensayo y el agar (PDA).
3. Pesar 1 gramo de muestra, colocar en el tubo de ensayo y homogenizar en el vortex durante 30s. (Dilución 1/10)
4. Tomar 1 ml de la dilución 1/10 y añadir al tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada homogenizar (Dilución 1/100)
5. Tomar 1 ml de la dilución 1/100 y añadir al tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada homogenizar (Dilución 1/1000)
6. Inocular 1 ml de la dilución 1/1000 en la placa e incubar las placas en la estufa durante 3 días a una temperatura de 28°C.
7. Contar las colonias crecidas a los 3 días en él cuenta colonias.

2.8.1.2. Medición del pH

El pH se determinó basándose en la norma técnica (NTE INEN-ISO 1842:2013).

Procedimiento

Preparar la muestra pesando 5 g de la fruta, molerla en un mortero, y extraer 10 ml del zumo de la carambola, filtrar el zumo y proceder a la medición del pH de cada una de las muestras usando el pH-metro con la escala graduada en 0,05 unidades de pH (INEN, 2013).

1. Calibrar el pH-metro con la solución buffer de pH 7, lavar el electrodo con agua destilada y secar con papel absorbente.
2. Colocar en un vaso de precipitación 10 ml de muestra de carambola, e introducir el electrodo en la muestra evitando tocar las paredes del vaso.
3. Leer el valor del pH que se obtuvo.
4. Es necesario enjuagar y secar el electrodo después de cada medición. (INEN 1842, 2013).ç

2.8.1.3. Acidez titulable

La acidez titulable se determinó, tomando como referencia la norma (NTE INEN-ISO 750:2013), utilizando el método volumétrico.

Procedimiento

1. Añadir en el vaso de precipitación 10 ml de muestra de fruta carambola.
2. Agregar 4 gotas de fenolftaleína a la muestra y agitar hasta que se mezcle bien.
3. Agregar lentamente al vaso de precipitación la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta que la muestra obtenga un color rosa persistente.
4. Leer en la bureta los ml de NaOH consumidos.

Fórmula

$$\% A = \frac{N \times V1 \text{ mL (titulante)} \times \text{meq A.O predominante}}{V2 \text{ mL (muestra)}} \times 100 \quad (\text{NTE INEN-ISO 750:2013})$$

Donde =

N= Normalidad de la solución de NaOH.

V1= ml de NaOH usados para la titulación de la muestra.

Meq = miliequivalente del ácido que predomina.

V2= volumen de la muestra tomada para el análisis.

2.8.1.4. *Sólidos solubles*

El análisis de sólidos solubles de la fruta, (*Averrhoa carambola*). Se realizó con el refractómetro, tomando como referencia la norma (NTE INEN ISO 2172, 2014).

El índice de refracción de la solución de prueba se mide a $20^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ utilizando un refractómetro. El índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos disueltos, mediante la lectura directa en el refractómetro de la fracción de masa de sólidos disueltos. (NTE INEN ISO 2172, 2014).

Procedimiento

1. Calibrar el refractómetro agregando una gota de agua destilada en el prisma.
2. Colocar 1 gota de la muestra del zumo de carambola en el prisma y realizar la lectura de los grados brix.

2.8.1.5 *Azúcares fermentables*

Los azúcares fermentables se determinaron, tomando como referencia el método Miller del ácido 3,5-dinitrosalicílico, (Burgos 2019, p.7).

• **Preparación del reactivo DNS**

1. Pesar 1,6 g de NaOH, 3,8 g de tartrato de NaK y 1 g de ácido 3,5-dinitrosalicílico.
2. Colocar NaOH en un vaso de precipitación que contenga 50 ml de agua destilada y disolver, luego agregar lentamente el tartrato de NaK y disolver la solución por agitación magnética. Finalmente agregar ácido 3,5-dinitrosalicílico protegiendo el reactivo de la luz solar con papel aluminio.
3. Aforar la solución con agua destilada en un balón de aforo de 100 ml y dejar en agitación durante 24 horas en un frasco ámbar.

- **Procedimiento para determinar la concentración de azúcares en las muestras.**

1. Se colocan 0,25 ml de muestra y 0,25 ml del reactivo DNS en tubos de ensayo con tapa rosca cubiertos con papel aluminio para proteger la reacción de la luz.
2. Colocar los tubos en ebullición de 90 a 95°C durante 5 minutos. Detener la reacción enfriando en hielo durante 5 minutos y añadir 2,5 ml de agua destilada a cada tubo, agitar cada tubo y leer la absorbancia a 540 nm en un espectrómetro.

Ecuación de la recta curva patrón glucosa

$$x = \frac{y+0.035}{0,6007} \text{ (Burgos 2019, p.7).}$$

Donde:

x = Concentración de azúcares fermentables

y = Absorbancia

2.8.2. Caracterización microbiológica y fisicoquímica de la bebida de carambola, (*Averrhoa carambola*).

2.8.2.1. Análisis microbiológico de la bebida

El análisis microbiológico de levaduras benéficas en la bebida se determinó basándose en la RESOLUCIÓN OIV/OENO 206/2010

Procedimiento

1. Añadir 9 ml de agua destilada en cada tubo de ensayo.
2. Esterilizar en la auto clave, cajas Petri, pipetas, puntas (envueltas en papel aluminio), tubos de ensayo y el agar (PDA).
3. Pipetear 1 ml de muestra en un tubo estéril que contenga 9 ml de agua destilada, agitar el tubo de ensayo en un mezclador Vortex durante 20 segundos. Esta es la primera dilución (1/10), donde se transfiere 1ml al siguiente tubo estéril con 9 ml de agua destilada logrando así la segunda dilución. Después de agitar durante 20 segundos, repetir la operación hasta llegar a 7 diluciones decimales.
4. Inocular 1 ml de la última dilución en la placa e incubar las placas cabeza abajo, en entorno aerobio durante 4 días a 25°C
5. Contar las colonias crecidas a los 4 días con la ayuda de un contador de colonias

Fórmula

$$\frac{UFC}{ml} \text{ estimadas} = \frac{C1+C2+C3+C4}{4} * 56 \text{ (RESOLUCIÓN OIV/OENO 206/2010)}$$

C1= Cuadrante 1

C2= Cuadrante 2

C3= Cuadrante 3

C4= Cuadrante 4

2.8.2.2 Medición del pH de la bebida

El pH de la bebida se determinó basándose en la norma técnica NTE INEN 1087.

Procedimiento:

Para determinar el pH, se prepara la muestra agregando 100 ml de la bebida a un vaso de precipitación, homogenizar en un agitador y eliminar el CO₂, proceder a la medición del pH de cada una de las muestras usando el pH-metro con la escala graduada en 0,05 unidades de pH. (NTE INEN 1087).

1. Verificar que el medido electrométrico de pH esté funcionando correctamente.
2. Calibrar el potenciómetro con la solución buffer de pH 7, enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con papel absorbente.
3. Agregar 20 ml de muestra, en un vaso de precipitación y agitar levemente.
4. Introducir el medidor electrométrico de pH en el vaso de precipitación con la muestra, evitando que toque las paredes del vaso y leer el valor del pH que se obtuvo.
5. Es necesario enjuagar y secar el electrodo después de cada medición.

2.8.2.3 Acidez titulable de la bebida

La acidez titulable se realizó mediante el método volumétrico, basándose en la (NTE INEN 1091).

Procedimiento

1. Para determinar la acidez de la bebida, se elimina el CO₂ de la muestra, trasvasando la muestra varias veces de uno a otro vaso de precipitación.
2. Colocar en un vaso de precipitación 10 ml de muestra libre de gas carbónico.

3. Agregar 4 gotas de fenolftaleína a la muestra y agitar hasta que se mezcle bien.
4. Añadir pausadamente desde la bureta la solución 0,1N de hidróxido de sodio hasta llegar al punto final de la titulación
5. Leer en la bureta los ml de NaOH consumidos.

Fórmula

$$\% A = \frac{N \times V_1 \text{mL (titulante)} \times \text{meq A.O predominante}}{V_2 \text{mL(muestra)}} \times 100$$

Donde =

N= Normalidad de la solución de NaOH.

V1= ml de NaOH usados para la titulación de la muestra.

Meq = miliequivalente del ácido que predomina.

V2= volumen de la muestra tomada para el análisis.

2.8.2.4 Sólidos solubles de la bebida

El análisis de sólidos solubles de la bebida gaseosa, se realizó con el refractómetro, apoyándose en la (NTE INEN 1083).

Procedimiento:

1. Trasvasar varias veces la muestra de uno a otro vaso de precipitación para eliminar el CO₂ existente.
2. Se calibra el refractómetro de mano, agregando una gota de agua en el prisma. Después se coloca en el prisma una gota de la muestra de la bebida gaseosa a analizar.
3. Por último, se toma la lectura de grados brix, que presenta.

2.8.2.5. Análisis del CO₂

El contenido de CO₂ en la bebida gaseosa se determinó mediante la norma (INEN 1082) la cual establece la medición de gas carbónico en bebidas según el método manométrico. (Castelucci, 2006, p.26)

1. La determinación debe efectuarse sobre dos unidades de muestreo pertenecientes a la misma muestra.

2. Cubrir el envase, a fin de proteger al operador.
3. Acoplar convenientemente el medidor sobre la tapa del envase y cerrar la válvula de escape.
4. Perforar la tapa mediante el vástago del aparato y abrir momentáneamente la válvula de escape para que la ajuga del manómetro caiga en cero, cerrar inmediatamente la válvula.
5. Agitar fuertemente el envase, hasta alcanzar la presión máxima en el manómetro y anotar en valor correspondiente; abrir la válvula de escape para eliminar la presión interna.
6. Retirar el manómetro y destapar el envase; inmediatamente introducir el termómetro y determinar la temperatura de la muestra.
7. Establecer el volumen de gas carbónico existente en la muestra utilizando la en base a los valores de presión y temperatura. (INEN 1082)

2.8.2.6. *Análisis del Alcohol*

El contenido de alcohol en la bebida gaseosa de carambola se determinó en base a la siguiente formula. (Jotas,2020, p. 1).

$$\% \text{ Alcohol} = (DI - DF) * 131.25 \text{ (Jotas,2020, p. 1).}$$

Donde:

DI= Densidad inicial

DF= Densidad final

Procedimiento:

1. Eliminar el CO₂ de la muestra, agitando 250 ml de la bebida en un matraz Erlenmeyer de 1000 ml.
2. Verter la muestra previamente eliminado el CO₂, en la probeta de 250 ml.
3. Medir la temperatura a 15 grados centígrados y sumergir el alcoholímetro a la probeta, realizar un ligero movimiento de rotación para evitar que se pegue a las paredes. Dejar reposar y leer la medida de graduación correspondiente. (Método de Picnómetro NTE INEN 349:1978)

2.8.2.7. *Análisis sensorial*

Se ejecutó la evaluación sensorial, mediante la prueba afectiva hedónica escalar de 5 puntos, con jueces no entrenados, dirigida a 80 personas, (Espinosa, 2007, p.41) con la finalidad de conocer el porcentaje idóneo de glucosa en la elaboración de la bebida gaseosa natural, se evaluó los atributos de apariencia, olor y sabor.

El análisis tuvo lugar en la ciudad de Riobamba, en la ESPOCH específicamente en la Facultad de ciencias Pecuarias, en el laboratorio de Ciencias Biológicas.

La escala hedónica utilizada fue la siguiente:

- Me gusta mucho = 5 puntos
- Me gusta = 4 puntos
- Ni me gusta ni me disgusta = 3 puntos
- Me disgusta = 2 puntos
- Me disgusta mucho = 1 punto

Fórmula

Para determinar la calificación de los atributos evaluados se aplicó la siguiente formula:

$$X = \frac{(\text{Calificación de me gusta mucho}) * (\# \text{ de jueces}) + (\text{Calificación de me gusta}) * (\# \text{ de jueces}) + (\text{Calificación de no me gusta ni me disgusta}) * (\# \text{ de jueces}) + (\text{Calificación de me disgusta}) * (\# \text{ de jueces}) + (\text{Calificación de me disgusta mucho}) * (\# \text{ de jueces})}{(\text{Total } (\# \text{ de jueces}))}$$

CAPITULO III

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN

3.1. Características fisicoquímicas y contenido de levaduras de la carambola

3.1.1. Contenido de levaduras

Los resultados microbiológicos de la fruta carambola se muestran en la tabla 4-3, el recuento de levaduras en la presente investigación fue de 8,67 UFC/ml, lo que es confirmado por (Escobar, Benedetti y García, 2018, p.128), quienes realizaron el recuento de levaduras para pulpas de carambola (*Averrhoa carambola*), presentando valores cercanos a la presente investigación de 4.5×10^4 UFC/g, y que según la (NTC 404, 2007), para pulpas de frutas los requerimientos en cuanto a levaduras como límite máximo permitido es de 3×10^2 UFC/g, por lo que se encuentra dentro de la normativa.

Tabla 4-3. Características fisicoquímicas y contenido de levaduras de la carambola

Parámetros	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Levaduras (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), UFC/g	8,67	± 4,51	4	13
pH	2,50	± 0,10	2,4	2,6
Acidez, %	0,62	± 0,02	0,59	0,63
Sólidos solubles, °Brix	6,87	± 0,38	6,6	7,3
Azúcares fermentables, g/L	2,17	± 0,54	1,80	2,79

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

3.1.2. pH

En la tabla 4-3 se presentan los valores del pH analizado de la Carambola obteniendo como resultado un valor mínimo de 2,4 y un máximo de 2,6, con un promedio de $2.5 \pm 0,10$, lo que clasifica a la carambola como una fruta moderadamente acida. Cubillos e Isaza (2009, p.35-37) presentaron valores de pH de 2,19 en frutos semi maduros, datos cercanos a los encontrados en la presente investigación. Mientras que Cepeda, et al (2004, p.27) señalo valores de pH para la carambola de 1,80 en frutos verdes dato inferior al determinado en este estudio, según González & Hernández, (2010, p.60), esto suceda posiblemente por la abundancia de ácidos orgánicos presentes en la carambola como el ácido oxálico y málico los cuales hacen que el pH a veces sea bajo.

3.1.3. Acidez

Al medir la acidez total de la fruta expresada como porcentaje de ácido oxálico se obtuvo como resultado un promedio de 0,62%, estos datos se encuentran dentro de lo reportado por Cubillos & Izasa (2009, p.36) quienes realizaron la investigación de las características generales de la carambola en frutos semi maduros encontrando valores de acidez de 0,62%, resultados iguales a los reportados en el presente estudio. A diferencia de lo expuesto por Gavica & Terán, (2011, p.15) quienes obtuvieron % de acidez de 0,4 en frutos maduros datos inferiores al de la presente investigación, esto puede deberse probablemente a que los frutos fueron recolectados en diferentes estados de coloración y/o madurez, lo que es corroborado por (López 2012, p.46-49), quien menciona que usualmente los ácidos orgánicos presentes en las frutas disminuyen durante la maduración debido a la respiración o su conversión en azúcar.

3.1.4. Sólidos Solubles

En la tabla 4-3 se muestra los sólidos solubles analizados de la fruta el cual se obtuvo como resultado un promedio de $6,87 \pm 0,38$ °Brix, datos que son corroborados por (Cubillos e Izasa, 2009, p.37) quienes obtuvieron valores de 7°brix en frutos semi maduros, siendo resultados muy similares al presente trabajo. Mientras que Gavica y Teran (2011,p.15) encontraron valores de 13,0 °Brix en frutos maduros de carambola, estos mismos autores indicaron que la variación existente en los sólidos solubles puede deberse a que los frutos fueron recolectados en diferentes estados de maduración, lo que es confirmado por Vallejo (2011, p.48), quien menciona que la concentración de azúcares aumenta y la acidez disminuye a medida que la fruta madura en el árbol, razón por la cual es posible que los sólidos solubles de la fruta analizada fueran de 6,87 °Brix.

3.1.5. Azúcares fermentables

En la tabla 4-3 se muestra los resultados obtenidos de los azúcares fermentables de la Carambola con un mínimo de 1,80 g/L y un máximo de 2,79 g/L, por lo que estableció un promedio de $2,17 \pm 0,54$, datos que se encuentran dentro de lo establecido por Jiménez (2011, p. 155) quien realizó la obtención de azúcares fermentables de (*Beta vulgaris L*), presentando valores de 2 g/L. Mientras que Burgos (2019, p.63) obtuvo valores de 2,78 g/L y 3,18 g/L, estas variaciones se presentan posiblemente por el grado de maduración, el tipo de fruto o el cambio de concentraciones. (Acosta 2013, p.58-60)

3.2. Caracterizaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida gaseosa de carambola (*Averhoa carambola*), con diferentes niveles de glucosa

3.2.1. pH

Al realizar el análisis del pH de la bebida gaseosa de carambola, en la tabla 5-3 se reportaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre medias, por efecto de la inclusión de diferentes niveles de glucosa, determinándose el resultado más bajo con la utilización del 15% de glucosa, con un valor de 3,68 y el más alto con promedio de 4,68 con el 0% de glucosa, lo que deduce que a mayores niveles de glucosa el pH disminuye, tomando en consideración lo mencionado por Arias (2013,p.21-22) quien manifiesta que los azúcares son la principal materia prima para el desarrollo de levaduras y que durante la fermentación los azúcares fermentables son transformados en dióxido de carbono, lo que es corroborado por (Martelo y Porto,2011,p.78-79), quien menciona que el CO₂ tiene como objetivo preservar la bebida bajando ligeramente el pH.

El pH obtenido se encuentra dentro de lo manifestado por Remache (2015, p.61) quien realizó la obtención de una bebida fermentada de naranja presentando un pH de 3,59 dato cercano a la bebida gaseosa con el 15% de glucosa. Mientras que Maldonado y Moncayo (2012, p.38) obtuvieron un pH de 3,03 dato inferior a la de la presente investigación, según (Castillo & Cornejo, 2017,p.3-5) mencionan que la variabilidad en el contenido de pH puede deberse posiblemente a las reacciones de transformación de los azúcares en ácidos por efecto de la fermentación se aceleran, dando como resultado una mayor concentración de iones de hidrógeno, obteniendo un pH más bajo en el producto final, Suarez (2016, p.21-22), manifiesta que otro factor que puede originar una variación del pH es la producción de dióxido de carbono en la fase de fermentación produciendo una caída de pH.

Según la (NTE INEN 1101) de bebidas gaseosas o carbonatadas, el pH debe ser de 2,0 a 4,5 en esta investigación todos los tratamientos con glucosa son inferiores, exceptuando el testigo lo que nos demuestra que existe la influencia de la glucosa en el pH del producto final. Se puede considerar que el mejor tratamiento es al que se le añadió 15% de glucosa, por tener el pH más bajo, ya que esto ayuda a que el producto esté exento de microorganismos patógenos y sustancias tóxicas, que puedan ocasionar un peligro para la salud.

Tabla 5-3. Características fisicoquímicas de la bebida gaseosa de carambola con diferentes niveles de glucosa

Variable	Niveles de Glucosa				E. E	Prob				
	0%	5%	10%	15%						
pH	4,68	a	4,15	b	4,05	b	3,68	c	0,06	0,0001
Acidez, %	0,32	a	0,34	a	0,35	a	0,37	a	0,02	0,3829
Sólidos solubles, °Brix	1,53	d	4,70	c	8,98	b	12,03	a	0,31	0,0001
Alcohol (Volumétrico %)	0,00	c	1,31	b	1,97	a	1,97	a	0,12	0,0001
Dióxido de Carbono (Vol. CO ₂)	0,00	d	1,83	c	2,18	b	2,90	a	0,05	0,0001

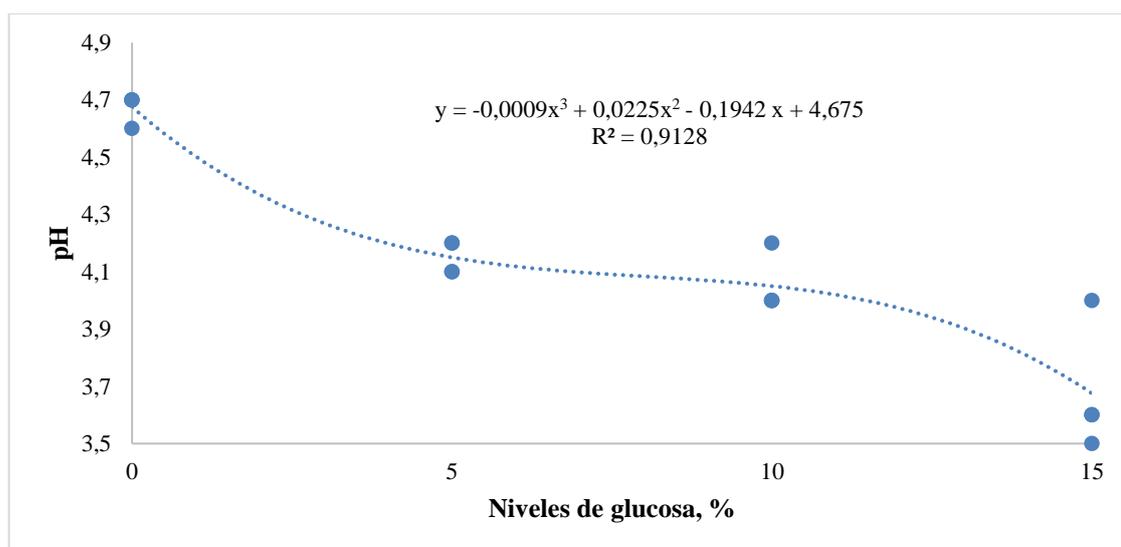
E.E: Error Estándar

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0,05)

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

El análisis de regresión establece una tendencia cubica que determina, que a medida que se incrementa los niveles de glucosa el pH tiende a disminuir, pero no de una manera proporcional, como se ve en el grafico 1-3.



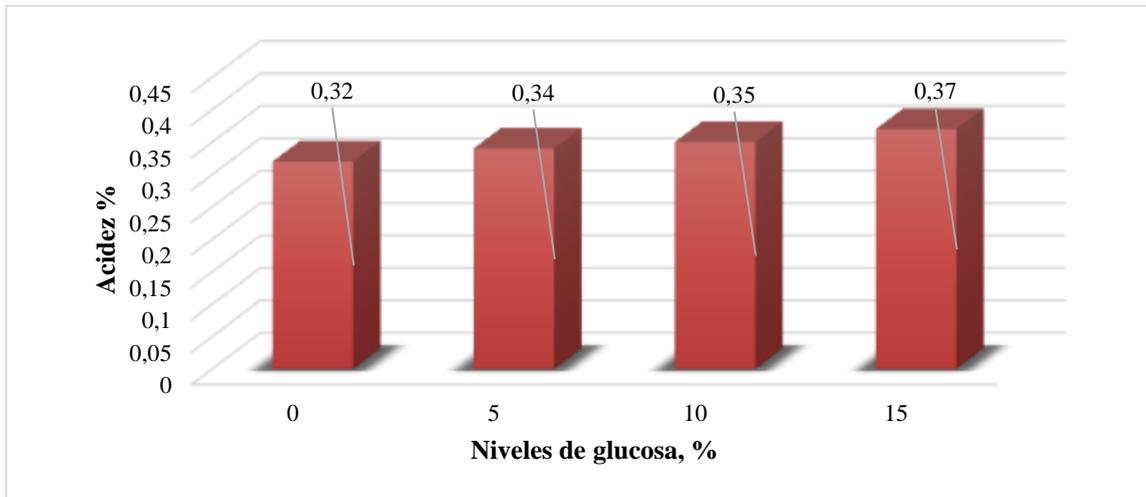
Gráfica 1-3. Comportamiento del pH en la bebida gaseosa de carambola, por efecto de diferentes niveles de glucosa.

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

3.2.2. Acidez

Los resultados de la acidez según la tabla 5-3 nos demuestra que los valores obtenidos de la bebida gaseosa no reportaron diferencias estadísticas (P>0,05), sin embargo, numéricamente se aprecia superioridad en los datos reportados de la bebida gaseosa con el 15% de glucosa, con un promedio de 0,37% y los valores más bajos fueron del testigo con el 0% de glucosa, con un promedio de

0,32%, estos datos se encuentran dentro de lo establecido por Remache (2015,p.61), quien elaboro una bebida fermentada de naranja, obteniendo un porcentaje de acidez de 0,37%, dato similar a la bebida gaseosa con el 15% de glucosa.



Gráfica 2-3. Acidez de la bebida gaseosa de carambola, por efecto de diferentes niveles de glucosa

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

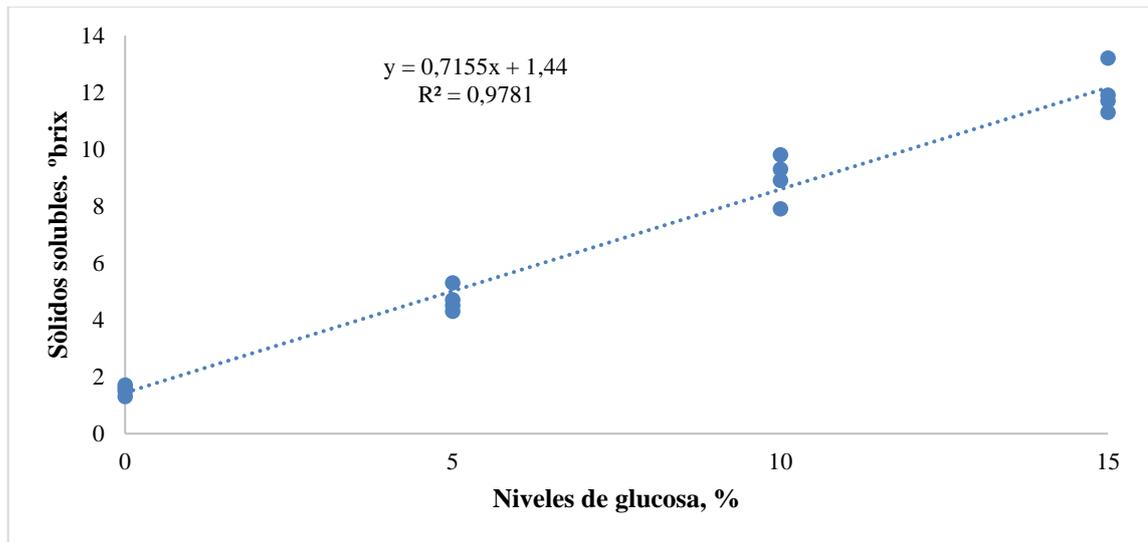
Según la (NTE INEN 1101), de bebidas carbonatadas, la acidez requiere un valor máximo de 0,5%, lo cual los resultados obtenidos se encuentran dentro de los requisitos establecidos por la norma, lo que es corroborado por Ponce (2012, p.89-90), el mismo menciona que las bebidas a base de frutas deben tener una acidez de 0.3 a 0.6%.

3.2.3. Sólidos solubles

Al realizar el análisis de los sólidos solubles de la bebida gaseosa de carambola, se reportaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre medias, como se muestra en la tabla 5-3, presentando el resultado más alto en la bebida gaseosa con el 15% de glucosa, con un promedio de 12,03 °brix y el valor más bajo se reportó en el tratamiento control con el 0% de glucosa, con un valor de 1,53 °Brix, estos datos se encuentran dentro de lo manifestado por Yáñez (2006, p.52), quien elaboro una bebida gaseosa utilizando jugo clarificado de piña presentando rangos de 11 a 13 °Brix, valores que se asemejan a la bebida gaseosas con el 15% de glucosa. Mientras que Maldonado y Moncayo (2012, p.36) obtuvieron datos de 13,57°brix, siendo valores superiores a la presente investigación. Según Alfaro & Muñoz (2013, p.45-46) mencionan que la variabilidad en el contenido de solidos solubles se debe probablemente a la cantidad de glucosa añadida en la

bebida, lo que es corroborado por Navarro y Martínez (2018, p.1) quienes mencionan que los sólidos solubles equivalen al contenido de azúcar disuelto en un líquido.

Mediante el análisis de regresión se estableció una tendencia lineal positiva, que indica que por cada unidad adicional que se utilice de glucosa el contenido de solidos totales se incrementa en 0,72 unidades (gráfico 3-3).



Gráfica 3-3. Comportamiento de los sólidos solubles en la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

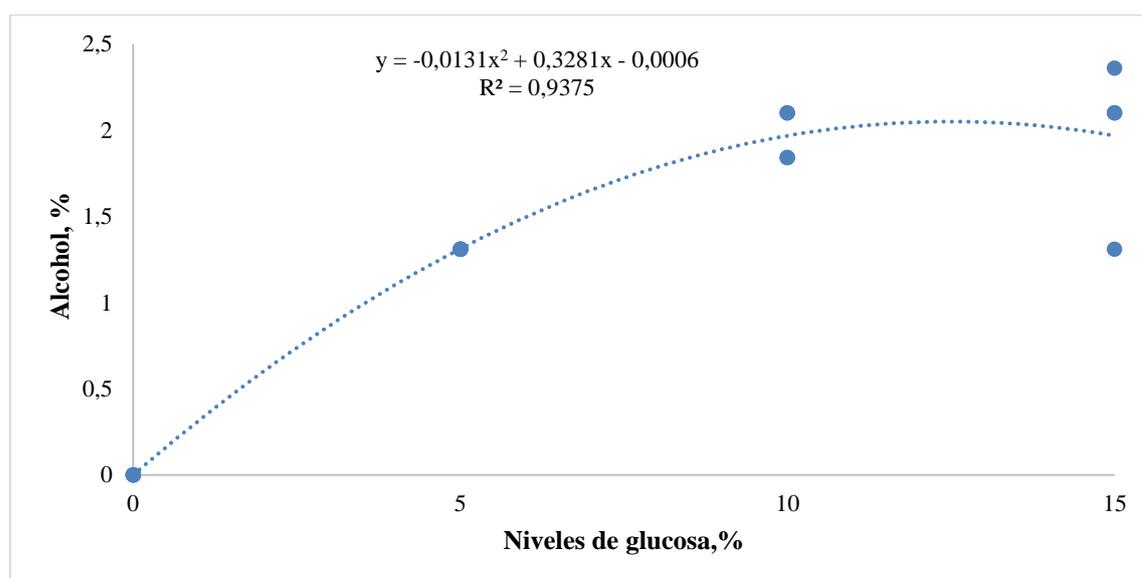
Según la (NTE INEN 1101), de bebidas carbonatadas los sólidos solubles requieren un valor máximo de 15.0 °Brix, lo cual los resultados obtenidos en los diferentes niveles de glucosa más el testigo, cumplen con las exigencias requeridas por la norma.

3.2.4. Análisis del alcohol

Los resultados de la medición del alcohol presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), entre medias, como se indica en la tabla 5-3, determinándose los valor más altos con la utilización del 10 y 15% de glucosa, con un valor de 1,97% de alcohol en ambas muestras, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas en la bebida con el 0% de glucosa, con un promedio de 0% de alcohol, resultados que demuestran que a mayores niveles de glucosa el contenido de alcohol aumenta, lo que es confirmado por Roldón, (2021, p.1.), quien menciona que los azúcares son el principal alimento para el desarrollo de levaduras y que estas poseen una importante enzima: la zimasa, la cual transforma a la glucosa en alcohol y dióxido de carbono, según Zurita, (2011, p.27.) 1 mol de glucosa fermentada es convertida en 2 moles de etanol y 2 de dióxido de carbono.

El comportamiento de los valores obtenidos es similar a lo reportado por Napahde, (2010, p21-22), quien elaboro una bebida de carambola utilizando sacarosa y levadura *Saccharomyces cerevisiae* el cual obtuvo un % de etanol de 1,54%, datos cercanos a la bebida gaseosa con el 5% de glucosa, mientras que estudios realizados por Sibounnavong, (2010, p.100-103), quien elaboro una bebida refrescante de carambola, obtuvo 3,5% de etanol, valor superior al de la presente investigación, Yáñez (2006, p.51), menciona que la variación del contenido de alcohol se debe probablemente a los sólidos solubles presentes en la bebida, lo que es confirmado por Valisek (2016,p.15) quien manifiesta que la glucosa, es el carbohidrato más imprescindible para el desarrollo de levaduras y que durante la fermentación los azúcares son transformados en etanol.

El análisis de regresión estableció una tendencia cuadrática que se reporta en el gráfico 5-3, donde se observa que al utilizarse el nivel 10% de glucosa el contenido de alcohol tiende a incrementarse, estabilizándose con niveles superiores.



Gráfica 4-3. Comportamiento del alcohol de la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa

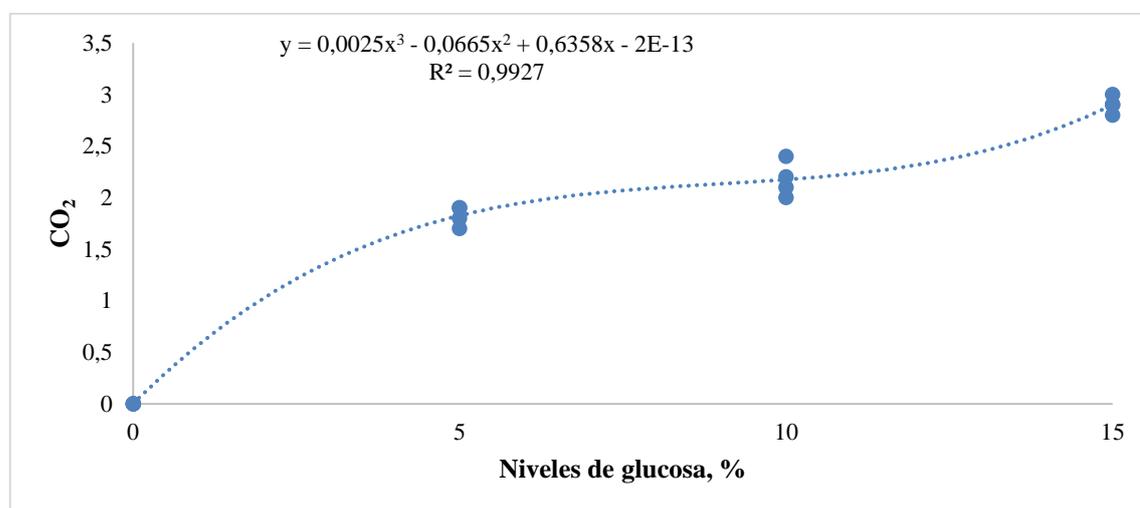
Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

Según la (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SCFI-2004), de bebidas carbonatadas, los requerimientos en cuanto al contenido de alcohol deben ser hasta un 3%, por lo tanto, nuestra bebida si es considerada como gaseosa, ya que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma.

3.2.5. Análisis del CO₂

Al realizar el análisis de varianza del contenido de CO₂, se reportó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre medias, como se indica en la tabla 5-3, determinándose los resultados más altos con la utilización del 15% de glucosa, con un valor de 2,90 (Vol CO₂), y los valores más bajos fueron del tratamiento control con el 0% de glucosa, con un promedio de 0,0 (Vol CO₂), los valores obtenidos en la presente investigación son semejantes a lo reportado por Yáñez (2006, p.51), quien desarrollo una bebida gaseosa utilizando jugo clarificado de piña (*Cayena champaca*) presentando valores de 2.8 Vol CO₂, datos cercanos a la bebida gaseosa con el 15% de glucosa, Maldonado y Moncayo (2012, p.47) quienes elaboraron una bebida carbonatada de maracuyá “*Passion*”, obtuvieron valores de gas carbónico disuelto de 2,50, estos mismos autores indicaron que la variación existente en el CO₂ puede estar relacionado posiblemente con los sólidos solubles presentes en las bebidas, ya que según Arias (2013, p.21-22) menciona que la glucosa es la principal materia prima para el crecimiento de levaduras y que durante el proceso de fermentación los carbohidratos son transformados en CO₂ y C₂H₆O.

A través del análisis de regresión se determinó una tendencia cubica que se reporta en el grafico 6-3, donde se observa que a medida que se incrementa los niveles de glucosa el contenido de CO₂ tiende a aumentar, pero no de una manera proporcional.



Gráfica 5-3. Comportamiento del Volumen CO₂ de la bebida gaseosa, por efecto de diferentes niveles de glucosa

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

La (NTE INEN 1101,2017), para bebidas gaseosas o carbonatadas, nos menciona que los rangos permitidos para el contenido de CO₂ son de 1-5 Vol.CO₂, en esta investigación todos los tratamientos que se les añadió glucosa cumplen con los requerimientos de la norma, a excepción

del testigo que presenta un promedio de 0,00 Vol.CO₂, lo que nos demuestra que existe la influencia de la glucosa en el contenido de CO₂. Se puede considerar que el mejor tratamiento es el que se añadió 15% de glucosa quien obtuvo 2,90 Vol.CO₂, ya que el CO₂ fomenta una mejor conservación, funciona como antioxidante, potencia el sabor y el aroma en las bebidas carbonatadas.

3.2.6. Análisis microbiológico

El conteo de levaduras en la bebida gaseosa, no reporto diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre medias, como se muestra en la tabla 6-3 sin embargo numéricamente se aprecia superioridad en los datos reportados de la bebida gaseosa con el 0% de glucosa, con un promedio de 238,00 UFC/ml y los valores más bajos fueron de la bebida con el 15% de glucosa, con un promedio de 171,50 UFC/ml, resultados que infieren que a mayores niveles de glucosa la presencia de levaduras disminuye, lo que es confirmado por Jácome,(2009,p.48), quien menciona que una alta concentración de glucosa por encima del 10%, puede inhibir el crecimiento de la levadura y la fermentación, dando como resultado el estrés osmótico, esto se produce cuando la osmolaridad del medio es superior a la del rango fisiológico de la levadura, lo que es causado por un exceso de nutrientes en este caso la glucosa. Gomar, A (2016, p.1), el comportamiento de los valores obtenidos es similar a lo reportado por Rocha, (2011, p.71), el cual demostró que a concentraciones de 60g/L de glucosa obtuvo mayor velocidad de crecimiento de levaduras, mientras que a una concentración de 100 g/L, fue menor.

Tabla 6-3. Análisis microbiológico de la bebida gaseosa de carambola con diferentes niveles de glucosa

Variable	Niveles de Glucosa				E. E	Prob
	0%	5%	10%	15%		
Levaduras UFC/ml	238,00 a	227,50 a	227,50 a	171,50 a	24,27	0,2539

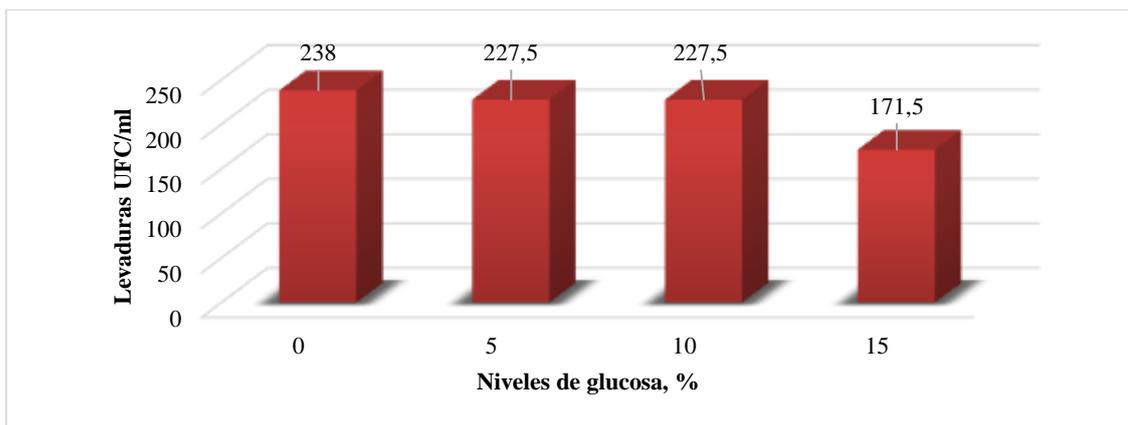
E.E: Error Estándar

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023

Uno de los factores de la presencia de levaduras en la bebida es la afinidad que tiene por la glucosa, pues en trabajos como los de Argote, (2015, p42-44), se demuestra que, en los procesos de fermentación, la glucosa es el monosacárido más consumido.



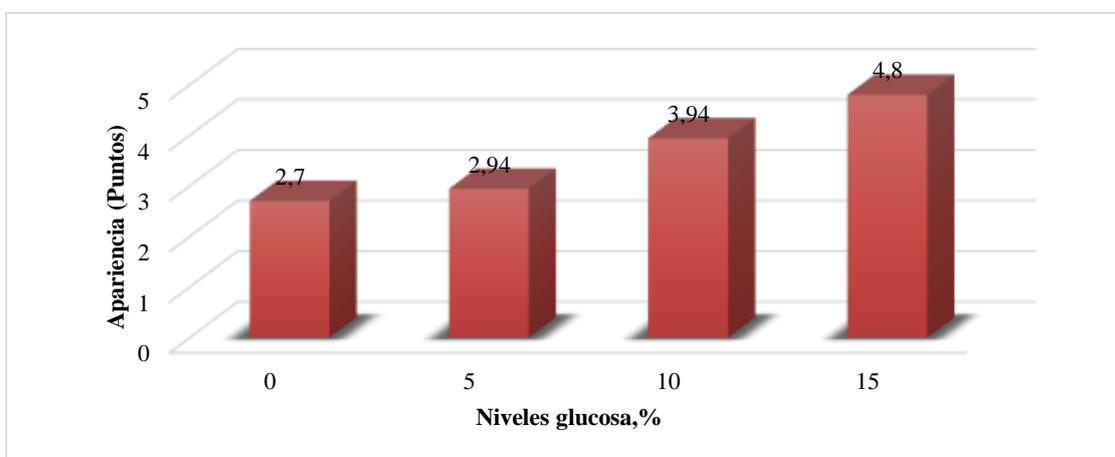
Gráfica 6-3. Levaduras, UFC/ml de la bebida gaseosa de carambola

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

3.2.7. Análisis sensorial de la bebida gaseosa

3.2.7.1. Apariencia

La gráfica 7-3, muestra los resultados obtenidos del análisis sensorial aplicado en la bebida gaseosa de carambola, determinando que en el atributo apariencia se aprecia las calificaciones más altas en la bebida con el 15% de glucosa, con un promedio de 4,8/5 puntos (me gusta mucho), los resultados más bajos se reportaron en la bebida gaseosa con el 0% de glucosa, con un promedio de 2,7/5 (ni me gusta, ni me disgusta) esto quizá se deba a que las bebidas gaseosas con mayor contenido de glucosa, tienen mejor apariencia ya que a mayor porcentaje de glucosa se incrementa el contenido de CO₂, lo que es corroborado por Cuomo, R (2008,p.1) quien manifiesta que el CO₂, posee una gran relación entre las características sensoriales de las bebidas gaseosas, ya que las famosas burbujas producen vivacidad y efervescencia en las bebidas.

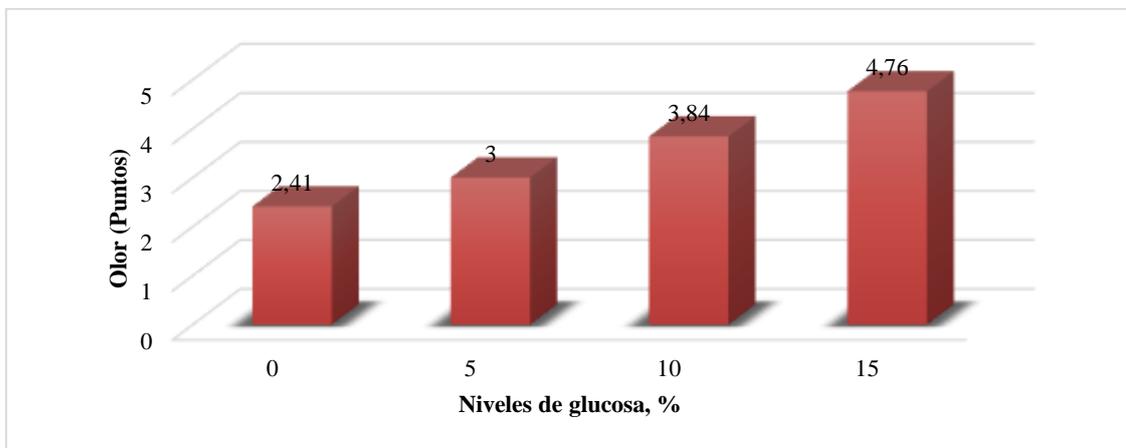


Gráfica 7-3. Análisis sensorial del atributo apariencia de la bebida gaseosa de carambola

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

3.2.7.2 Olor

En la gráfica 8-3, se pudo observar que en el atributo olor, al utilizar el 15% de glucosa la bebida obtuvo un promedio de 4,76/5 (me gusta mucho), mientras que los valores más bajos se reportaron en el tratamiento testigo con un promedio de 2,41/5 puntos (me disgusta), estos resultados se deben posiblemente a que las bebidas gaseosas con mayor contenido de CO₂ tienden a tener un olor más agradable, ya que a mayor nivel de glucosa se incrementa el contenido de CO₂, lo que es corroborado por Bajaña, (2014, pág.50) quien menciona que el CO₂ hace que se intensifique el olor en las bebidas gaseosas además posean el olor característico de la fruta.

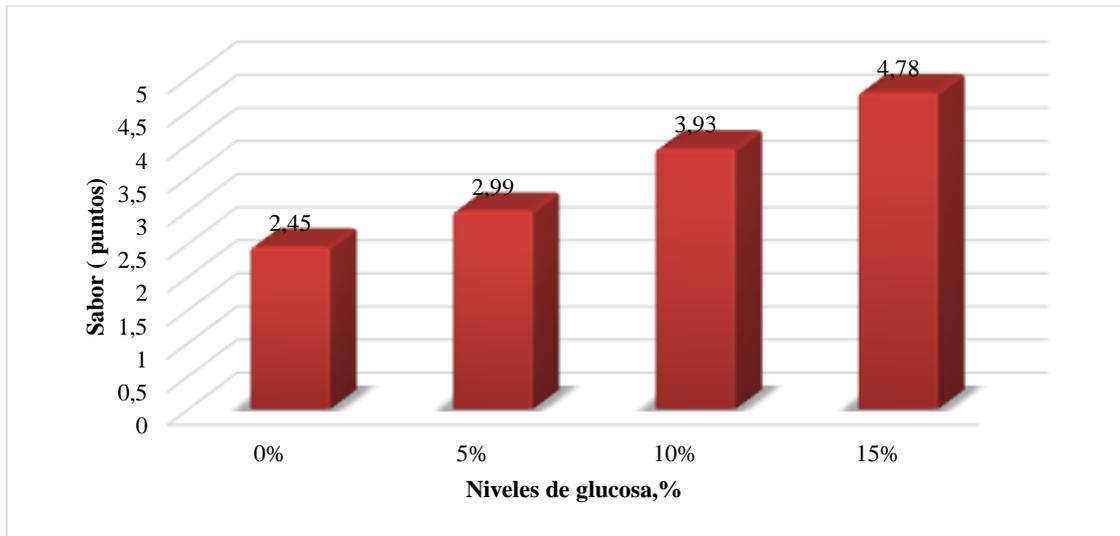


Gráfica 8-3. Análisis sensorial del atributo olor de la bebida gaseosa de carambola

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

3.2.7.3. Sabor

En la gráfica 9-3 se muestra los resultados del análisis sensorial para el sabor el cual se obtuvo la calificación más alta con un promedio de 4,78/5 puntos (me gusta mucho) en la bebida gaseosa con el 15% de glucosa, mientras que los panelistas calificaron al tratamiento testigo con un promedio de 2,45/5 puntos (me disgusta), resultados que permiten inferir que mayores niveles de glucosa, aplicada en la bebida gaseosa elevan las puntuaciones del sabor, lo que es confirmado por Gafner, J. (2008,p.1), quien menciona que durante la fermentación, las levaduras convierten la mayoría de la glucosa en CO₂ y este producto hace que las bebidas carbonatadas, obtengan su sabor ácido e intensifiquen el sabor, además las burbujas producen efervescencia en las gaseosas, y la particular sensación que provocan al paladar.



Gráfica 9-3. Análisis sensorial del atributo olor de la bebida gaseosa de carambola

Realizado por: Martínez, Estefany, 2023.

CONCLUSIONES

Al realizar el conteo de levaduras en la Carambola se obtuvo 8,67UFC/g resultado que se encuentra dentro de los rangos establecidos por la (NTC 404,2007), esto se debe a que las frutas son fuentes importantes de levaduras debido a su gran cantidad de azúcares simples y es así como este fruto reúne las condiciones propicias para el desarrollo de levaduras.

Al determinar las características fisicoquímicas de la Carambola se obtuvo un pH de 2,50 lo que clasifica a la carambola como una fruta moderadamente ácida, en lo referente a la acidez el resultado fue de 0,62%, sólidos solubles 6,87°brix y por último los azúcares fermentables obtuvieron un valor de 2,17g/L.

En la bebida gaseosa de Carambola se estableció que a medida que se incrementa los niveles de glucosa el pH tiende a reducirse, pero se incrementa los sólidos solubles, el alcohol y el dióxido de carbono, registrándose con el nivel 15% un pH de 3,68, 12,03 de sólidos solubles, 1,97 de alcohol y 2,90 de dióxido de carbono, siendo además esta bebida la que presentó mayor aceptación en cuanto al análisis sensorial.

La cantidad de levaduras en la bebida gaseosa tiende a disminuirse a medida que se incrementa la glucosa por cuanto de 238,00 UFC/ml del tratamiento control disminuye a 171,50 UFC/ml con el 15% de glucosa.

RECOMENDACIONES

Utilizar en la elaboración de la bebida gaseosa de carambola porcentajes del 15% de glucosa, ya que las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, fueron excelentes y se encuentran dentro de los rangos establecidos en la (NTE INEN 1101), además reporta mayor preferencia por parte de los catadores.

Evaluar el impacto de la glucosa en otro tipo de bebidas, ya que los resultados reportados por los catadores del presente trabajo encaminaron sus preferencias de consumo con la utilización del 15% de glucosa.

Fomentar la utilización de la Carambola para la elaboración de diferentes productos en la Industria Alimentaria, ya que es una fruta subvalorada, del cual no hay suficiente conocimiento de esta en el País, lo que hace que desconozcamos las bondades que nos puede ofrecer esta fruta no solo en el ámbito alimenticio sino industrial.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA CERVANTES, Jorge Luis. Elaboración de bebidas dietéticas con frutas exóticas tropicales de la provincia de Esmeraldas en el año 2012. [En línea] (Trabajo de titulación). (Gastronomía). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública. Riobamba, Ecuador. 2013. pp.58-60. [Consulta 2022-02-19]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/9640/1/84T00230.pdf>

AGUILAR, Judith y GARCÍA, Diego. “Evaluación de la producción de etanol a partir de residuos orgánicos y sus diferentes mezclas, generados en la empresa de alimentos SAS S.A.S.”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) universidad de América, Facultad de ingenierías. Bogotá. 2016, págs. 32-33. [Consulta: 30 de 03 de 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/546/1/6102511-2016-2- IQ.pdf>

ALFARO MENDOZA, Aida & MUÑOZ NEIRA, Marisol Judith. Evaluación de la pulpa concentrada de carambola (*Averrhoa carambola* L.) a tres concentraciones de azúcar y dos temperaturas para la elaboración del yogurt frutado. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú. 2013. pp.45-46. [Consulta 2022-10-15]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1875/Alfado%20Mendoza%20-%20Mu%C3%B1oz%20Neira.pdf?sequence=1>

ANGULO ISUIZA, Kewin & TROYES MEGO, Edson. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de carambola (*Averrhoa carambola* L.). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional de Jaén. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Jaén, Perú. 2019. pp.39-45. [Consulta 2022-02-10]. Disponible en: http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/45/1/Angulo_IK_Troyes_ME.pdf

ARGOTE, Francisco et al. Evaluación de la producción de etanol a partir de melaza con cepas nativas *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [En línea]. (2015). (Colombia). Volumen 13 No 2. ISSN: 1692-3561. pp.42-44. [Consulta 2022-05-25]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a05.pdf>

ARIAS BORJA, Lourdes Marisol. Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro (Agave americano) y blanco (*Furcraea andina*) empleando *Sacharomyces cerevisiae* en dos presentaciones (liofilizada y en pasta) en el sector de Cristo Rey

Parroquia Once de Noviembre Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 2013. pp.21-22. [Consulta 2022-01-30]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2656/1/T-UTC-00192.pdf>

ARIZA B & GONZALEZ L. Producción de Proteína Unicelular a partir de levaduras y melaza de caña de azúcar como sustrato. [en línea], (trabajo de titulación). (Ingeniería), Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Bacteriología. Bogotá. Colombia. 2007. pp.22-27. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8279/tesis26.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAJAÑA MOSCOL, Yoslin Lisseth. “Tiempos y temperaturas de pasteurización en la conservación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Santo domingo de los Tsáchilas.” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Quevedo, Ecuador. 2014, págs. 28-29. [Consulta: 30-10-2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/341/1/T-UTEQ-0011.pdf>

BALLADARES MERA Hambar. “Plan de negocio de una empresa productora y exportadora de jugo de carambola endulzado con Stevia a Paris, Francia.” [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero) Universidad de Guayaquil, 2019, p.8. [Consulta: 26 de 04 de 2022.]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42563/1/TESIS%20JUGO%20DE%20CARAMBOLA.pdf>

BELÉN CAMACHO, Douglas et al. Características fisicoquímicas y propiedades funcionales de la biomasa residual de la fermentación alcohólica de tamarindo chino (*Averrhoa carambola* L.). *Interciencia*. [En línea]. (2011). (Venezuela). Volumen 36 N° 9. ISSN: 0378-1844. pp.683-685. [Consulta 2021-02-13]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33921204008.pdf>

BURGOS, lady. Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. [En línea] (Artículo de Pregrado) (Fundación Universidad de América), 2019, p.62. [Consulta: 26 de 04 de 2022.] <file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/326-Texto%20del%20art%C3%ADculo-791-1-10-20210603.pdf>

CAGUA, Diana Mateus et al. El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia). Una revisión. [En línea] 2015. [Consulta 2022-02-20]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a12.pdf>

CAICEDO MORALES, Darwin Germán. Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola *Averrhoa carambola*. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2017. pp.25-27. [Consulta 2022-03-18]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6778/1/03%20EIA%20441%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

CASTILLO ORTÍZ, María Eugenia y CORNEJO ZÚÑIGA, Fabiola. Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averrhoa carambola* L.). *ESPOL*. [En línea]. (2017). (Ecuador). Volumen 3 No 2. ISSN: 1390-3659. pp.3-5. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4724/1/7246.pdf>

CEPEDA Siller, RANGEL Muy y ESTRADA. Calidad en frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L.), cosechada en cuatro estados de madurez. [En línea]. (2004). (México). Volumen 10(1):23-29. pp.27 [Consulta 2022-10-29]. Disponible en: <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/rchshX172.pdf>

CUBILLOS, Consuelo & ISAZA, Humberto. Aspectos generales de la Carambola. (Ingeniería). Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 2009. pp.35-37. [Consulta 2022-02-04]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1597&context=ing_alimentos

CUOMO, R. Bebidas refrescantes. [En línea] 2008. [Consulta 2022-03-04]. Disponible en: <http://www.cibr.es/salud-gas-en-las-bebidas-refrescantes>

CURIA María V. La Enseñanza de Conceptos en Biotecnología a través de un Experimento Sencillo y Económico. *Desarrollo en Ciencias Aplicadas*. [en línea], 2010, (Argentina) 3(1) pp. 27-29 [Consulta: 20 marzo 2022]. ISSN 18-50062010000100005 Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v3n1/art05.pdf>

DÍAZ RUIZ Antonio. “Participación de la fructosa 1,6-bifosfato en la inducción del efecto Crabtree en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*” [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctorado)

Universidad Nacional Autónoma de México), Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. 2017, p.15. [Consulta: 26 de 04 de 2022.] http://132.248.9.195/ptd2009/diciembre/0652464/0652464_A1.pdf

ESCOBAR Harold, BENEDETTI Jorge y GARCÍA Luis. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.) [En línea]. (2018). Vol. 29 N.º 5 – 2018. p.128. [Consulta 2022-10-20]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP%20PAVILION/Downloads/0718-0764-infotec-29-05-00123.pdf>

ERAZO Sandra, UREÑA Maria & MORALES Flavio. Características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas de un vino de frutas: Granadilla. [En línea]. (2021). Volumen 42 (12) 2021. Art.4 ISSN: 0798-1015. pp.42. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a21v42n12/a21v42n12p04.pdf>

ESTRADA, Johanna & TENJO, Dolly. Obtención de un sustrato fermentable de origen vegetal y su evaluación con células libres de *Saccharomyces cerevisiae*. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá 2007, pp. 18-25. [Consulta: 13 de 08 de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/SANDRA/Desktop/tesis285.pdf>.

ESPINOSA MANFUGÀS, Julia. Evaluación sensorial de los alimentos. [En línea]. 2007 (Cuba). ISBN: 978-959-16-0539-9. pp.41. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: [file:///C:/Users/HP%20PAVILION/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP%20PAVILION/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS%20(1).pdf)

FAJARDO CASTILLO Erika Esperanza. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces Cerevisiae*. [en línea], (trabajo de titulación). (magister), Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial, Colombia, 2007 pp. 34. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38754551/PRODUCCION_DE_LEVADURAS-with-cover-page-

FOLCH-MALLOL Jorge Luis. La respuesta a estrés en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiología*. [en línea], 2004, (México) 20(1) pp. 255-258. [Consulta: 20 marzo 2022]. ISSN 1665-2738. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/lamico/mi-2004/mi04-1_2d.pdf

GAFNER, Jurg. La fermentación de la glucosa en la elaboración de vino. Lallemand [en línea], 2008 (Chile). [Consulta: 15 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2014/09/WE2-Chile.pdf>

GALLEGOS Noelia. Factores genéticos de la adaptación de *Saccharomyces cerevisiae* a la fermentación [en línea], (trabajo de titulación). (Ingeniería), Universidad de la Rioja, Instituto de ciencias, 2017.pp. 6 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/194537>

GARCÍA Verónica. Introducción a la microbiología. [en línea], 2004 (Costa Rica) pp. 112. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/11660/1/84T00606.pdf>

GAVICA Evelyn y TERAN Marcia Elaboración de mermelada de Carambola a partir de la deshidratación osmótica [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero) Universidad de Guayaquil, 2011, p.15. [Consulta: 26 de 04 de 2022.]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2010/1/1056.pdf>

GOMAR, Alba. Respuesta de las Levaduras al Estrés Osmótico causado por Elevadas Concentraciones de Glucosa. [En línea] 2014, p.1. [Consulta: 12 de 08 de 2022.] <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap16/>

GONZÁLEZ Victoria & HERNÁNDEZ Soledad. Desarrollo del fruto e índices de cosecha de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) Producida en el piedemonte amazónico colombiano [En línea]. Agronomía Colombiana, 2001. 18 (1-2):7-13 pp.60. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/21701-Article%20Text-74283-1-10-20110617%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/21701-Article%20Text-74283-1-10-20110617%20(1).pdf)

GONZÁLEZ, Marcos. Principios para la elaboración de cerveza artesanal. [En línea] 2017. [Consulta 2022-02-05]. Disponible en: <http://www.vinodefruta.com/descargas/Libro%20Principios%20de%20Elaboraci%F3n%20de%20las%20Cervezas%20Artesanales%20-%20Cap%20Muestra.pdf>

JACOME Magaly. Estudio del proceso de fermentación de glucosa para la producción de bioetanol a partir de levaduras nativas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería).

Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2009. [Consulta 2022-05-25]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2009/131929.pdf>

JIMENEZ Donaji, ABREU Arturo & LÓPEZ Victor. Obtención de azúcares fermentables mediante hidrólisis ácida de Beta Vulgaris L. [En línea]. (2011). (México). Volumen 28 No 2. ISSN: 0188-4999. pp.155. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37023178006.pdf>

JOTAS, T. Calculadora de Alcohol. [En línea] 2020. [Consulta 2022-25-08]. Disponible en: <https://tresjotasbeerclub.com/calculadora-de-alcohol-en-la-cerveza/>

KHURANA, V & LINDQUIST, S. Modelling neurodegeneration in *Saccharomyces cerevisiae*: why cook with baker's yeast. *Nat Rev Neurosci*. [en línea], 2010, (España) 11(6) pp. 436-449 [Consulta: 20 marzo 2022]. ISSN 436-449. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20424620/>

LOGROÑO VELÓZ, Mayra et al. Evaluación físico – química y aceptabilidad de una bebida baja de colorías a base de carambola (*Averrhoa carambola*). *La ciencia al servicio de la salud y de la nutrición*. [En línea]. (2019). (Ecuador). Volumen 10 N° 1. ISSN: 1390-874X. pp.185-186. [Consulta 2021-02-25]. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/285/251>

LÓPEZ CHIPANTASI, Juan Manuel. Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (*Averrhoa carambola* L.). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 2012. pp.46-49. [Consulta 2022-03-15]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5018/1/51574_1.pdf

LÓPEZ Patricia Vital. Respuestas metabólicas al estrés de levaduras de importancia industria. *Investigación y ciencia*. [en línea], 2016, (México) 24(67) pp. 86-91. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/674/67446178012/html/>

MACHÍN, et al. LEVADURA SACCHAROMYCES CEREVISIAE Y LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL. [En línea] [Investigación] Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Habana, Cuba. 2016, pp.3-46. [Citado el: 12 de 08 de 2020.]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>

MALDONADO CARRIÓN, Michelle & MONCAYO HERERA, Vanessa Paola. Elaboración de una bebida carbonatada de maracuyá “PASSION”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. 2012. pp.18-19. [Consulta 2022-01-19]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1431>

MARTELO VERBEL, Manuel & PORTO NEIRA, Tatiana. Elaboracion de una bebida hidratante a base de carambola (*Averrhoa carambola* L.) y mora (*Rubus glaucus*). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. 2011. pp.78-79. [Consulta 2022-01-26]. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/356/Elaboracion%20de%20una%20Bebida%20Hidratante%20a%20base%20de%20Carambola%20%28Averrhoa%20Carambola%20L.%29%20y%20Mora%20%28Rubus%20Glaucus%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTÍNEZ GONZÁLEZ, Mónica et al. Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. [En línea]. (2017). (México). Volumen 4 No 17. ISSN: 2007-0934. pp.46-48. [Consulta 2021-04-09]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153823018.pdf>

MIRANDA CASTILLEJA, Dalia et al. Aislamiento, selección e identificación de levaduras *Saccharomyces* spp. nativas de viñedos en Querétaro, México. *Agrociencia*. [En línea]. (2015). (México). Volumen 49 N° 7. ISSN: 2521-9766. pp.761-762. [Consulta 2021-01-13]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v49n7/v49n7a5.pdf>

MORA VENTURA Marpia Teresa & QUINTO FERNADEZ Emiliano Jose. Estudio de comportamiento cinetico de microorganismos de interes de seguridad alimentaria con modelos matematicos [en línea], (trabajo de titulación). /(Ingeniería), Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de veterinaria, Departamento de ciencia animal y de los alimentos, Barcelona, 2007.pp. 12-13 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5691/ajse1de1.pdf>

NAPAHEDA, Sayali et al. Wine Production from Carambola Juice Using *Averrhoa carambola Saccharomyces cerevisiae*. *Society of Applied Sciences*. [En línea]. (2010). (Estados Unidos). Volumen 2 No 5. ISSN: 0975-5845 pp.21-22. [Consulta 2021-01-21]. Disponible en: <http://ajeb.com/special/SP-4.pdf>

NAVARRO Clara y MARTÍNEZ Chelo. Determinación de los sólidos solubles de un alimento con un alto y un bajo contenido en agua. [en línea], (trabajo de titulación). /(Ingeniería), Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de los alimentos, España, 2018.p.1 [Consulta:25-10-2022]. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102969/Pastor%3BGonz%C3%A1lez%20-%20Determinaci%C3%B3n%20de%20los%20s%C3%B3lidos%20solubles%20de%20un%20alimento%20con%20un%20alto%20y%20un%20bajo%20cont....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NOVILLO AUCANCELA Johana. Evaluación de la producción de etanol mediante la aplicación del efecto Crabtree. [en línea], (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias pp. 6-7, 2021 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15520/1/27T00472.pdf>

NTE INEN 1101. Bebidas gaseosas o carbonatadas. Requisitos. [En línea] 2017. [Consulta 2022-10-08]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1101-4.pdf

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SCFI-2004. Bebidas alcohólicas-especificaciones y métodos de prueba. [En línea] 2004. [Consulta 2022-10-08]. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo45110.pdf>

OCHOA Andres, RODRÍGUEZ Alexis & TEJEDA Sebastian. Identificación morfológica, fisiológica y molecular de levaduras del género, *Saccharomyces* para la elaboración de cerveza. [En línea], (trabajo de titulación). /(Ingeniería), Universidad Libre Barranquilla, 2014.pp. 57 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente_joven/article/view/7554/6585

PAJÁRO ESCOBAR, Harnold et al. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.). *Información Tecnológica*. [En línea]. (2018). (Colombia). Volumen 29 N° 5. ISSN: 0718-0764 pp.124-126. [Consulta 2021-01-26]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n5/0718-0764-infotec-29-05-00123.pdf>

PAVONE Domenico. El efecto Crabtree una ruta metabólica poco eficiente que tiene usos industriales. *Tecno Vita* [en línea], 2014 (Venezuela). [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://tecnovitaca.com/efecto-crabtree/>

PONCE SEVILLANO, Mayra Alejandra. Evaluación del proceso fermentativo de una bebida alcohólica tipo vino a partir de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) producida en Valencia, provincia de los Ríos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 2012. pp.89-90. [Consulta 2022-02-07]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4093/1/T-UTEQ-113.pdf>

REMACHE CASTILLO Estefania. “Obtención de una bebida fermentada de naranja (*Citrus Sinensis*) aplicando la enzima Pectinasa (pec-600) como clarificante” [En línea], (trabajo de titulación). (Ingeniería), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2015.pp. 53-61 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/bebida%20fermentada%20de%20naranja%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/bebida%20fermentada%20de%20naranja%20(1).pdf)

ROBERTIS, E. *Fundamentos de Biología Celular y Molecular*. 4º Edición 2001. El Ateneo.pp.3

ROCHA TREJO Juana. “Producción de biocombustibles utilizando Spirulina sp como fuente de carbono” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Autonoma de Nuevo León. México. 2011.pp.71. [Consulta 2022-05-25]. Disponible en: Producción de biocombustibles utilizando spirulina sp como fuente de carbono. (1library.co)

ROLDÓN Ana. Todo lo que debes saber sobre la levadura. [en línea], 2021 (Italia) p.1. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://roldon.net/lo-debes-saber-la-levadura>

ROMERO, Daniela Beatriz. MODELAMIENTO CONTINUO DE UNA RED METABÓLICA CON REGULACIÓN GÉNICA Y DINÁMICA DE SÍNTESIS ENZIMÁTICA: CAMBIO DIÁUXICO EN SACCHAROMYCES CEREVISIAE [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas Santiago de ChileChile. 2011, p.8. [Consulta: 26 de 04 de 2022.]http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/102584/cfvaisman_dr.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

SARMIENTO A & HERRERA J. Obtención y caracterización de un banco de levaduras con potencial aplicación probiótica. [en línea], (trabajo de titulación). (Maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Colombia, pp. 103 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8298/tesis276.pdf?sequence=1>

SIBOUNNAVONG, Phonesavard et al. Application of *Saccharomyces cerevisiae* for wine production from star gooseberry and carambola. *Journal of Agricultural Technology*. [En línea]. (2010). (Estados Unidos). Volumen 6 No 1. ISSN: 1686-9141. pp.100-103. [Consulta 2021-01-22]. Disponible en: <https://www.thaiscience.info/journals/Article/IJAT/10842806.pdf>

SOTOMAYOR Cristina. Evaluación del efecto de la electrodiálisis sobre la concentración de microorganismos en jugos de fruta. [en línea], (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria pp. 15, 2010 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2132/1/CD-2894.pdf>

SUÁREZ, B., Pando, R., FERNÁNDEZ, N et al. Analytical differentiation of cider inoculated with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) isolated from Asturian (Spain) apple juice. *Food Science and Technology* [en línea], 2005. (España) 38(5): 456- 461. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643804001896>

SUÁREZ MACHÍN, Caridad et al. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*. [En línea]. (2016). (Cuba). Volumen 50 No 1. ISSN: 0138-6204. pp.21-22. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835758>

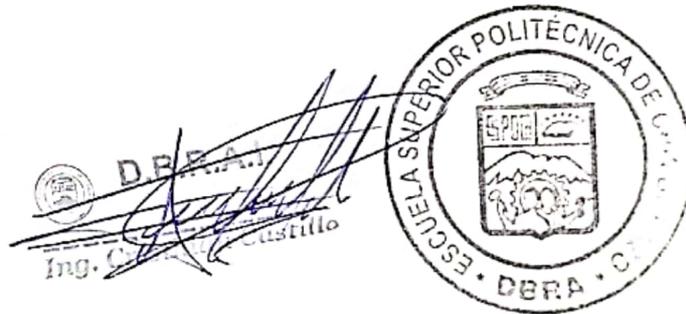
VALLEJO IMBAQUINGO, Roberto Estudio tecnológico para la elaboración de vino de carambola (*Averrhoa carambola*). [en línea] 2011, (trabajo de titulación). (Ingeniería), Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quito-Ecuador, p.32 [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4918/1/45690_1.pdf

VALISEK, J. The Chemistry of food. [En línea] 2016. [Consulta 2022-03-05]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Il_wDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=Velisek,+J.+\(2016\).+The+Chemistry+of+food&ots=D9-5Ui1WoX&sig=6dFsWH71sQ_OmtP9N4QJogyMytc#v=onepage&q=Velisek%2C%20J.%20\(2016\).%20The%20Chemistry%20of%20food&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Il_wDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=Velisek,+J.+(2016).+The+Chemistry+of+food&ots=D9-5Ui1WoX&sig=6dFsWH71sQ_OmtP9N4QJogyMytc#v=onepage&q=Velisek%2C%20J.%20(2016).%20The%20Chemistry%20of%20food&f=false)

VARGAS AGUILAR Pedro. Obtención de almidón fermentado a partir de yucca (*Manihot esculenta crantz*) variedad Valencia, factibilidad de uso en productos de panadería. *Tecnología en marcha* [en línea], 2010 (España) 23(3): 15-23. [Consulta: 20 marzo 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835758>

YÁNEZ MOLINA, Ricardo Javier. Desarrollo de una bebida gaseosa utilizando jugo clarificado de piña (variedad cayena champaca) por microfiltración tangencial. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Alimentos. Quito, Ecuador. 2006. pp.52. [Consulta 2022-01-14]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2715>

ZURITA MALLIQUINGA Willams Patricio “Elaboración de vino de frutas (pitahaya *hylocereus triangularis* y carambola *Averrhoa L.*) en 3 diferentes concentraciones de mosto y con 2 tipos de levaduras del género *saccharomices* (*S. Cereviceae* y *S. Ellipsoideus*). [En línea], (trabajo de titulación). (Ingeniería), Universidad Técnica de Cotopaxi, 2011. pp. 27 [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/907/1/T-UTC-1219.pdf>



ANEXOS

ANEXO A. SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS



ANEXO B. PH, ACIDEZ Y GRADOS BRUX DE LA FRUTA



ANEXO C. AZÚCARES FERMENTABLES DE LA FRUTA



ANEXO D. RECEPCIÓN Y CLASIFICADO DE LA MP



ANEXO E. LAVADO Y ESTERILIZADO



ANEXO F. CORTADO Y PESADO



ANEXO G. MEZCLADO Y FERMENTACIÓN



ANEXO H. OXIGENACIÓN



ANEXO I. ENVASADO, MADURACIÓN Y ALMACENAMIENTO



ANEXO J. SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS DE LA BEBIDA



ANEXO K. PH, ACIDEZ Y GRADOS BRIX DE LA BEBIDA



ANEXO L. MEDICIÓN DE LA DENSIDAD



ANEXO M. ANÁLISIS SENSORIAL



ANEXO N. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PH EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Variable	Niveles de glucosa %	Repeticiones				Medias
		I	II	III	IV	
pH	0	4,7	4,7	4,7	4,6	4,68
	5	4,1	4,1	4,2	4,2	4,15
	10	4	4	4	4,2	4,05
	15	3,5	3,6	3,6	4	3,68

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	16	0,91	0,89	3,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,04	3	0,68	41,90	0,0001
Niveles de glucosa%	2,04	3	0,68	41,90	0,0001
Error	0,20	12	0,02		
Total	2,24	15			

Separación de medias según Tukey (P<0.05), por efecto del nivel de glucosa

Error: 0,0163 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	3,68	4	0,06 A
10	4,05	4	0,06 B
5	4,15	4	0,06 B

0 4,68 4 0,06 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO Ñ. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL % DE ACIDEZ EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Variable	Niveles de glucosa %	Repeticiones				Medias
		I	II	III	IV	
Acidez	0	0,26	0,32	0,32	0,38	0,32
	5	0,32	0,38	0,32	0,32	0,34
	10	0,38	0,38	0,32	0,32	0,35
	15	0,32	0,38	0,38	0,38	0,37

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	16	0,22	0,02	10,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,5E-03	3	1,5E-03	1,11	0,3829
Niveles de glucosa%	4,5E-03	3	1,5E-03	1,11	0,3829
Error	0,02	12	1,4E-03		
Total	0,02	15			

Separación de medias según Tukey ($P < 0,05$), por efecto del nivel de glucosa

Error: 0,0013 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	0,37	4	0,02 A
10	0,35	4	0,02 A
5	0,34	4	0,02 A
0	0,32	4	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO O. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Variable	Niveles de glucosa %	Repeticiones				Medias
		I	II	III	IV	
Solidos solubles	0	1,3	1,5	1,7	1,6	1,53
	5	4,7	4,3	5,3	4,5	4,70
	10	9,8	7,9	8,9	9,3	8,98
	15	13,2	11,9	11,7	11,3	12,03

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix	16	0,98	0,98	9,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	257,07	3	85,69	222,45	<0,0001
Niveles de glucosa%	257,07	3	85,69	222,45	<0,0001
Error	4,62	12	0,39		
Total	261,69	15			

Separación de medias según Tukey (P<0.05), por efecto del nivel de glucosa

Error: 0,3852 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	12,03	4	0,31 A
10	8,98	4	0,31 B
5	4,70	4	0,31 C
0	1,53	4	0,31 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo P. Análisis estadístico de las levaduras benéficas, presentes en la bebida gaseosa con diferentes niveles de glucosa

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de glucosa%	Levaduras UFC/ml				Medias
	R1	R2	R3	R4	
0	140	280	238	294	238
5	224	252	168	266	227,50
10	280	196	182	252	227,50
15	168	140	182	196	171,50

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Levaduras UFC/ml	16	0,28	0,10	22,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10914,75	3	3638,25	1,54	0,2539
Niveles de glucosa%	10914,75	3	3638,25	1,54	0,2539
Error	28273,00	12	2356,08		
Total	39187,75	15			

Separación de medias según Tukey (P<0.05), por efecto del nivel de glucosa

Error: 0,3852 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	171,50	4	24,27 A
10	227,50	4	24,27 A
5	227,50	4	24,27 A
0	238,00	4	24,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO Q. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL VOLUMEN % DEL ALCOHOL, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de glucosa%	Densidad Inicial				Media	Densidad final				Media
	R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4	
0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	1020	1020	1030	1030	1025	1010	1010	1020	1020	1015
10	1060	1040	1040	1060	1050	1044	1026	1026	1044	1035
15	1060	1060	1060	1060	1060	1050	1044	1044	1042	1045

Niveles de glucosa%	Volumen % Alcohol				Media
	R1	R2	R3	R4	
0	0	0	0	0	0
5	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
10	2,10	1,84	1,84	2,10	1,97
15	1,31	2,10	2,10	2,36	1,97

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alcohol	16	0,94	0,92	18,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,34	3	3,45	60,00	<0,0001
Niveles de glucosa%	10,34	3	3,45	60,00	<0,0001
Error	0,69	12	0,06		
Total	11,03	15			

Separación de medias según Tukey (P<0.05), por efecto del nivel de glucosa

Error: 0,574 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	1,97	4	0,12 A
10	1,97	4	0,12 A
5	1,31	4	0,12 B
0	0,00	4	0,12 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO R. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE CO₂, EN LA BEBIDA GASEOSA DE CARAMBOLA CON DIFERENTES NIVELES DE GLUCOSA

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de glucosa %	Contenido de CO ₂				Media	NTE INEN 1101	
	R1	R2	R3	R4		Min	Máx.
0	0	0	0	0	0	1	5
5	1,80	1,70	1,90	1,90	1,83	1	5
10	2,10	2,20	2	2,40	2,18	1	5
15	3	2,90	2,90	2,80	2,90	1	5

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CO ₂	16	0,99	0,99	6,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,28	3	6,09	541,48	<0,0001
Niveles de glucosa%	18,28	3	6,09	541,48	<0,0001
Error	0,14	12	0,01		
Total	18,41	15			

Separación de medias según Tukey (P<0.05), por efecto del nivel de glucosa.

Error: 0,0113 gl: 12

Niveles de glucosa%	Medias	n	E.E.
15	2,90	4	0,05 A
10	2,18	4	0,05 B
5	1,83	4	0,05 C
0	0,00	4	0,05 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

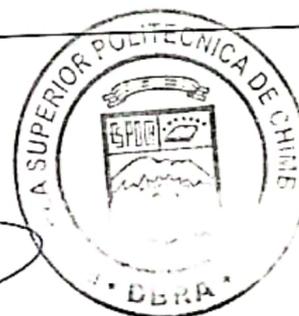
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: María Estefany Martínez Bejarano
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0288-DBRA-UTP-2023