

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y DE
BIOCOMERCIO**



TESIS DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LOS FACTORES RELACIÓN PULPA-AGUA,
CORRECCIÓN DE °BRIX Y CORTE DE FERMENTACIÓN, PARA
LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMENTADA
ORGANOLÉPTICAMENTE ACEPTABLE A PARTIR DE (*Averrhoa
carambola* L.) “CARAMBOLA” EN CHULUCANAS”**

EJECUTORA:

**Bach. REYNA ELISABETH WINCHONLONG
RUFINO**

ASESOR:

Ing. WILLIAM NEMESIO CHUNGA TRELLES

CHULUCANAS – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, al señor Cautivo de Ayabaca y a la Virgen de Pacaipampa, por brindarme salud, iluminar mi vida, guiarme y bendecirme siempre.

Dedico esta tesis a una persona muy especial que está al lado de Dios, mi ángel guardián; José David Prado Raymundo, en honor a todo su esfuerzo, perseverancia y dedicación en salir adelante durante nuestra vida estudiantil, a pesar de los malestares que padecía. Por brindarme siempre la confianza y motivación de poder alcanzar mis sueños. Por enseñarme que en la vida siempre hay que luchar hasta el último minuto por lograr mis objetivos. Desde el cielo es mi guía y acompañante siempre en mi caminar.

Reyna Elisabeth Winchonlong Rufino

AGRADECIMIENTOS

“En todos los asuntos humanos hay esfuerzos, y hay resultados, y la fortaleza del esfuerzo es la medida del resultado”

James Allen

Un agradecimiento especial a Dios, por darme la vida y salud, por sus infinitas bendiciones durante mi formación profesional y por permitir terminar con éxito una meta más trazada en mi vida.

A monseñor Daniel Thomas Turley Murphy por conseguir tener una sede de la universidad acá en Chulucanas y hacer realidad el sueño de muchas personas que anhelamos tener una carrera profesional.

A mis padres por su confianza, apoyo y amor incondicional y por hacer de mí una persona que no se rinde hasta lograr lo proyectado, así mismo a mis hermanos por su ayuda y motivación a lo largo de mi formación académica.

Al Ing. William Chunga; asesor de tesis, por su amistad y orientación en el desarrollo de esta investigación transmitiéndome cada uno de sus conocimientos y aclarando de esta manera cada una de mis dudas.

Agradezco a la Universidad Católica Sedes Sapientiae, y a cada uno de los docentes de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, que contribuyeron en mi formación profesional y espiritual.

Por último, agradezco a todas aquellas personas que forman parte de mi vida, por cada uno de sus consejos y apoyo que día a día me brindaron.

Reyna Elisabeth Winchonlong Rufino

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.1. La carambola.....	5
2.1.1. Generalidades.....	5
2.1.2. Origen.....	6
2.1.3. Taxonomía de la “carambola”.....	6
2.1.4. Descripción de la planta y el fruto.....	7
2.1.5. Componentes asociados a los estados de madurez.....	8
2.1.6. Índice de madurez.....	10
2.1.7. Cosecha.....	11
2.1.8. Daños post cosecha.....	12
2.1.9. Disposiciones relativas a la calidad.....	13
2.1.10. Disposiciones relativas a la clasificación por calibres.....	14
2.1.11. Variedades de la “carambola”.....	15
2.1.12. Composición de la “carambola”.....	15

2.2. Fermentación alcohólica.....	16
2.2.1. Características de la fermentación.....	17
2.3. Bebidas alcohólicas fermentadas.....	18
2.3.1. Tipos de bebidas alcohólicas fermentadas.....	18
2.3.2. Condiciones de la fermentación alcohólica.....	18
2.4. Levadura.....	20
2.4.1. Clases de levadura.....	21
2.4.2. Tipos de levaduras a usar en la elaboración de las bebidas alcohólicas fermentadas.....	21
2.4.3. Condiciones ambientales de las levaduras.....	22
2.5. Diseño experimental.....	23
2.5.1. Diseños de bloques completos aleatorizados.....	23
2.5.2. Diseños factoriales.....	24
2.5.3. Análisis de varianza.....	24
 CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	 28
 1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	 28
2. MUESTRA DEL ESTUDIO.....	28
3. MATERIALES.....	29
3.1. Materia prima e insumos.....	29
3.2. Reactivos.....	29
3.3. Materiales.....	29
3.4. Equipos.....	30
3.5. Indumentaria.....	30
4. MÉTODO.....	30
5. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
5.1. Tratamientos.....	32
5.2. Variables de estudio.....	33
6. PROCEDIMIENTO.....	33
6.1. Recepción.....	33
6.2. Lavado.....	33
6.3. Acondicionamiento de la fruta.....	34
6.3.1. Determinación de °Brix.....	35
6.3.2. Determinación de pH.....	35

6.3.3. Determinación de acidez titulable.....	35
6.4. Licuado.....	36
6.5. Obtención del mosto.....	36
6.6. Pasteurización.....	36
6.7. Corrección del mosto.....	36
6.8. Activación de levadura.....	37
6.9. Adición de levadura.....	37
6.10. Fermentación.....	37
6.11. Filtrado.....	37
6.12. Corte de fermentación.....	37
6.13. Sedimentación.....	38
6.14. Envasado.....	38
6.15. Taponado y sellado.....	38
6.16. Almacenado.....	38
7. Diagrama de operaciones del proceso.....	39
8. Evaluación sensorial (aceptación general)	40
9. Diseño de bloques completos aleatorizados.....	41
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
1. RESULTADOS.....	42
1.1. Análisis de la materia prima.....	42
1.2. Análisis sensorial: análisis de varianza y estadísticos descriptivos.....	44
1.2.1. Color.....	44
1.2.2. Olor.....	47
1.2.3. Sabor.....	49
1.2.4. Apariencia general.....	51
1.2.5. Intención de compra.....	53
1.3. Análisis fisicoquímico.....	55
1.4. Análisis microbiológico.....	55
1.5. Flujograma del proceso en base al mejor tratamiento.....	56
1.6. Balance de materia del mejor tratamiento.....	57
1.7. Rendimiento del mejor tratamiento.....	58
2. DISCUSIÓN.....	58

2.1. De las características fisicoquímicas de la materia prima.....	58
2.2. De los factores respecto a los atributos del análisis sensorial.....	59
2.2.1. Factor A: Relación pulpa agua respecto al color, olor y sabor.....	59
2.2.2. Factor B: Corrección del mosto respecto al color, olor, sabor y apariencia general.....	61
2.2.3. Factor C: Corte de fermentación respecto al color, olor, sabor y apariencia general.....	63
2.2.4. Factor A x B x C: Relación pulpa – agua, Corrección del mosto, corte de fermentación respecto al color, olor sabor, apariencia general e intención de compra.....	65
2.3. Respecto al análisis fisicoquímico.....	70
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES.....	71
CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
TERMINOLOGÍA.....	80
APÉNDICES.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía de la “carambola”.....	6
Tabla 2.	Caracterización y composición de frutos de carambolo en estados sucesivos de maduración.....	8
Tabla 3.	Carta de colores descrita para el estado tres del fruto de “carambola”	10
Tabla 4.	Calibre determinado por el peso de la “carambola”	14
Tabla 5.	Composición nutricional de la “carambola”.....	15
Tabla 6.	Factores evaluados con su descripción.....	31
Tabla 7.	Tratamientos estudiados en la evaluación de los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (<i>Averrhoa carambola</i> L.) en Chulucanas.....	32
Tabla 8.	Variables evaluadas.....	33
Tabla 9.	Matriz con los códigos para la codificación de las muestras presentadas al catador.....	41
Tabla 10.	Caracterización fisicoquímica de la “carambola”.....	42
Tabla 11.	Evaluación sensorial de la “carambola”.....	43
Tabla 12.	Análisis de varianza para el atributo color vs. relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.....	44
Tabla 13.	Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del color.....	45
Tabla 14.	Comparaciones por parejas de Tukey: Color según los factores.....	46
Tabla 15.	Análisis de varianza para el atributo olor vs. relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.....	47
Tabla 16.	Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del olor.....	48
Tabla 17.	Análisis de varianza para el atributo sabor vs. relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.....	49
Tabla 18.	Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del sabor.....	50

Tabla 19. Análisis de varianza para el atributo apariencia general vs. relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.....	51
Tabla 20. Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo de la apariencia general.....	52
Tabla 21. Análisis de varianza para la intención de compra vs. relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.....	53
Tabla 22. Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación a la intención de compra.....	54
Tabla 23. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento (T4).....	55
Tabla 24. Análisis microbiológico del mejor tratamiento (T4).....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de la “carambola”.....	6
Figura 2. Cambios de color en el fruto de “carambola”.....	9
Figura 3. Daño mecánico del fruto de la “carambola”.....	12
Figura 4. Escala para la evaluación de la calidad general de frutos de “carambola” (<i>Averrhoa carambola</i> L.).....	12
Figura 5. Clases de levadura.....	21
Figura 6. Mapa de Chulucanas.....	28
Figura 7. Diagrama de operaciones de proceso en base al mejor tratamiento.....	39
Figura 8. Flujograma de proceso del mejor tratamiento.....	56
Figura 9. Balance del mejor tratamiento.....	57
Figura 10. Puntaje de aceptación del color.....	65
Figura 11. Puntaje de aceptación del olor.....	66
Figura 12. Puntaje de aceptación del sabor.....	67
Figura 13. Puntaje de aceptación de la apariencia general.....	68
Figura 14. Puntaje de aceptación de la intención de compra.....	69

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Fotografías del proceso de obtención de la bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (<i>Averrhoa carambola</i> L.).....	82
Apéndice 2. Tablas resumen de los °Brix, PH, densidad y acidez titulable de la materia prima, para el proceso de obtención de una bebida alcohólica fermentada.....	87
Apéndice 3. Fotografías de los análisis de °Brix, pH, densidad y acidez titulable de la materia prima.....	88
Apéndice 4. Tablas de relación pulpa - agua para el proceso de licuado.....	90
Apéndice 5. Balance de materia para la corrección del mosto (°Brix).....	92
Apéndice 6. Tablas y gráficas del comportamiento de los °Brix en el proceso de fermentación alcohólica.....	96
Apéndice 7. Modelo de la evaluación sensorial de una bebida alcohólica fermentada de “carambola”.....	104
Apéndice 8. Fotografías de la evaluación sensorial aplicada a los alumnos de la universidad Católica Sedes Sapientiae.....	106
Apéndice 9. Base de datos de los resultados del análisis sensorial.....	111
Apéndice 10: Fotografías del proceso de destilación del mejor tratamiento (t4).....	115
Apéndice 11: Fotografías del análisis fisicoquímico.....	117
Apéndice 12: Norma técnica peruana.....	119
Apéndice 13: Análisis microbiológico del mejor tratamiento.....	122

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Chulucanas, tuvo como objetivo general la evaluación de los factores relación pulpa – agua, corrección del mosto, y corte de fermentación, para obtener una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) determinando así el mejor nivel de aceptación de cada factor en el consumidor. Realizar un análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento. Para la realización de esta investigación se utilizó la carambola proveniente de la ciudad de Chulucanas, así mismo se llevó a cabo una serie de operaciones desde la recepción hasta el almacenamiento del producto final. En el proceso de licuado se evaluó la dilución pulpa agua 1 a 1 y 1 a 2, así también para dar inicio al proceso de fermentación se hizo la corrección del mosto a 25 y 30 °Brix y finalmente se cortó la fermentación a 16 y 20 °Brix. Las variables a evaluar fueron los atributos sensoriales como color, olor, sabor y apariencia general. Los resultados fueron evaluados en el programa Minitab 17, utilizando el análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA, con un cinco por ciento de error en el nivel de significancia. Mediante un análisis sensorial se determinó el mejor tratamiento, aquel de mayor aceptación en el consumidor ubicándose en el nivel de la escala sensorial “me gusto moderadamente”; siendo el tratamiento número cuatro el de mayor aceptabilidad con 13.24 grados de alcohol, 3.50 de pH, 0,457 porcentaje de acidez y 20 °Brix. En la intención de compra del producto, el tratamiento uno y cuatro presentan el mismo puntaje, correspondiente al nivel “probablemente compraría”. Asimismo, el análisis microbiológico determinó que el producto estaba libre de microorganismos patógenos, indicándolo de esta manera apto para el consumo humano.

Palabras clave: *Averrhoa carambola* L., fermentación alcohólica, bebidas alcohólicas fermentadas, análisis sensorial, destilación.

ABSTRACT

The present study was carried out at the Sedes Sapientiae Catholic University - Chulucanas. Its general objective was the evaluation of the factors related to pulp - water, must correction, and fermentation cut, in order to obtain an organoleptically acceptable fermented alcoholic beverage from "carambola" (*Averrhoa carambola* L.) thus determining the best level of acceptance of each factor in the consumer. Perform a physicochemical and microbiological analysis of the best treatment. In order to carry out this research, the carambola from the city of Chulucanas was used, as well as a series of operations from the reception to the storage of the final product. In the liquefied process, the water pulp dilution was evaluated 1 to 1 and 1 to 2, so to start the fermentation process, the must was corrected at 25 and 30 ° Brix and finally the fermentation was cut at 16 and 20 ° Brix. The variables to be evaluated were the sensory attributes such as color, smell, taste and general appearance. The results were evaluated in the Minitab 17 program, using the analysis of variance with the Fisher test - ANOVA, with a five percent error in the level of significance. Through a sensory analysis, the best treatment was determined, the one with the greatest acceptance in the consumer, located at the level of the sensory scale "I liked moderately"; being treatment four the one of greater acceptability with 13.24 degrees of alcohol, 3.50 of pH, 0.457 percentage of acidity and 20 °Brix. In the intention to purchase the product, treatment one and four present the same score, corresponding to the "probably buy" level. Also, the microbiological analysis determined that the product was free of microorganisms, indicating it in this way suitable for human consumption.

Key words: *Averrhoa carambola* L., alcoholic fermentation, Fermented alcoholic beverages, sensory analysis, distillation.

INTRODUCCIÓN

La fermentación alcohólica es el proceso anaeróbico mediante el cual se hidroliza el azúcar para formar anhídrido carbónico y alcohol etílico. La fermentación alcohólica más frecuente es producida por las levaduras del género *Saccharomyces*. Demostrando que las responsables de la fermentación no son las levaduras en sí, sino las enzimas que se encuentran en su protoplasma celular (Jorgensen, 1959, citado por Godoy et al., 2003, p. 11).

La bebida alcohólica es un producto obtenido por procesos de fermentación principalmente alcohólica de la materia prima agrícola, que sirve como base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, que pueden presentarse en mezclas de bebidas alcohólicas y pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos por el organismo de control correspondiente, y con una graduación alcohólica de 2 a 55 por ciento Alc. Vol. Se clasifican en: bebidas alcohólicas fermentadas, bebidas alcohólicas destiladas, bebidas alcohólicas preparadas y licores (NTP 210.09: 2003).

Las bebidas alcohólicas fermentadas es un producto resultante de la fermentación principalmente alcohólica de materias primas de origen agrícola. Se les puede adicionar ingredientes y aditivos permitidos por el organismo de control correspondiente (NTP 210.09: 2003).

Las bebidas alcohólicas fermentadas son las especies alcohólicas aptas para el consumo humano, proveniente de la fermentación, destilación, preparación o mezcla de productos alcohólicos de origen vegetal, salvo las preparaciones farmacéuticas, jarabes o similares. Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whisky, anís, tequila, ron, vodka, cachaca y ginebra entre otras. La cantidad de alcohol de un licor u otra bebida alcohólica se mide bien por el volumen de alcohol que contenga o bien por su grado de alcohol (Gil, 2008, citado por Torres et al., 2011, p. 56).

La carambola, es una fruta originaria de Indonesia y Malasia. Su cultivo se ha extendido a otros países tropicales de Asia y América, incluyendo Puerto Rico. Los principales países productores son Tailandia, Brasil, Colombia y Bolivia. Planta de clima tropical y subtropical.

Tolera periodos cortos de heladas, crece a pleno sol y no tolera las inundaciones (Janick & Paull, 2008, citado por Mateus et al., 2015, p. 136).

El rubro de la producción de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) en el Perú es una de las actividades agrícolas que generan un sustento para muchos de los productores que dependen de éste para poder obtener ingresos. Según el Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2014), el Perú tuvo una producción de 3491 TN de carambola, siendo la superficie cosechada 301 Ha, el rendimiento fue de 11,6 TN por Ha, lo que significa un aumento de la producción de esta fruta en los últimos años. Aun así, la “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) tiene un inconveniente que es la fluctuación que existe en su precio, pudiendo experimentar de esta manera bajas drásticas, ya que el precio en chacra de esta fruta es de aproximadamente S/. 0.50 kg, esta problemática afecta a los agricultores dedicados a la producción de esta fruta trayendo como consecuencia un descenso en su economía y un desperdicio de la misma.

La presente investigación está orientada a la evaluación de los factores relación pulpa – agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) en Chulucanas. La finalidad de este estudio está enfocada en la obtención de un producto innovador con la aplicación de la industrialización (transformación); ofreciendo al mercado una nueva opción de degustación de este fruto, aparte de optar por consumirlo fresco o en jugos.

Su importancia radica en el aprovechamiento de esta fruta para transformarla en un producto agradable para el consumidor, evaluando ciertos factores que ayudaran a obtener un resultado satisfactorio, por otro lado serviría como base para un emprendimiento de negocio, y así diseñar una planta de proceso, además de generar ingresos económicos, siendo los beneficiados con la realización de esta investigación las personas que deseen seguir investigando sobre la idea, así como también aquellos que quisieran ponerlo en práctica y corroborar los resultados obtenidos con el desarrollo del presente estudio, también están incluidos los productores quienes percibirán la importancia y valor de esta fruta en los procesos de transformación.

OBJETIVOS:

Para este estudio se desarrollaron los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la dilución pulpa-agua.
- Evaluar la corrección de °Brix
- Evaluar el corte de fermentación
- Efectuar un análisis organoléptico de los tratamientos para determinar el mejor a nivel de consumidor.
- Realizar un análisis físico-químico del mejor tratamiento.
- Diseñar el diagrama de flujo para el proceso de obtención de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”.

CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA

1. ANTECEDENTES

Arias (2013) realizó su tesis en un estudio titulado “Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro *Agave americana* 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”, la investigación se realizó en la universidad técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. Se plantearon los siguientes objetivos: determinar mediante análisis sensorial el mejor tratamiento de la bebida alcohólica, para determinar la mejor variedad de agave y levadura para la elaboración de la bebida alcohólica como producto para el mercado, realizar un análisis fisicoquímico del mejor tratamiento, para garantizar el consumo de la bebida, realizar un análisis económico del mejor tratamiento, para verificar si la bebida está al alcance del bolsillo del consumidor.

El estudio se evaluó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de dos factores A*B con tres réplicas. El factor A con dos niveles y el factor B con dos niveles dando un total de doce tratamientos. Las variables que se estudiaron fueron color, sabor, grados brix, acidez, pH, grados alcohólicos, metanol.

Zurita (2011) realizó su tesis basándose en la “Elaboración de vino de frutas Pitahaya *Hylocereus triangularis* y Carambola *Averrhoa carambola* L. en 3 diferentes concentraciones de mosto y con dos tipos de levaduras del género *Saccharomyces* *S. cerevisiae* y *S. ellipsoideus*”, la investigación se realizó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Se plantearon los siguientes objetivos: determinar las mejores proporciones de mostos de pitahaya y carambola, realizar un análisis organoléptico de todos los tratamientos para determinar los tres mejores,

realizar un análisis físico-químico del mejor tratamiento obtenido, y realizar un análisis económico del mejor tratamiento.

Se elaboraron 18 tratamientos, la mitad fue con Pitahaya amarilla *Hylocereus triangularis* y la otra mitad con carambola dulce *Averrhoa carambola* L. ambas con levaduras del género *Saccharomyces* *S. cerevisiae* y *S. ellipsoideus*, cada tratamiento se formuló con diferentes concentraciones de mostos de las frutas mencionadas anteriormente.

Las variables que se analizaron fueron °Brix, acidez, pH, grado licoroso que sirvió para determinar el mejor tratamiento t2 (alb2) que se formuló con el 75% de jugo de pitahaya y el 25% con jugo de carambola con levadura *Saccharomyces ellipsoideus*. Al realizar un análisis organoléptico de todos los tratamientos se pudo determinar los tres mejores como con los t2 alb2, t1 alb1 y t3 a2b1 que presentan las mejores características como pH no mayor de 5 °Brix de 10, el color, olor sabor y apariencia aceptables muy característicos de la fruta proveniente.

Douglas et al. (2011) realizaron un estudio titulado “Evaluación las características fisicoquímicas y propiedades funcionales de la biomasa residual de la fermentación alcohólica de tamarindo chino *Averrhoa carambola* L.” utilizando levadura *Saccharomyces cerevisiae*, para definir su potencial utilidad como una fuente bioproteica alimentaria. Los frutos maduros fueron lavados con agua potable, escaldados a 80°C durante un tiempo aproximado de 5 minutos. Con un equipo marca Dixie Canner modelo 17 provisto de malla de acero inoxidable se realizó el despulpado de la fruta, la pulpa obtenida fue combinada con agua en una relación 1 a 4, obteniendo de esta manera 15 litros de mosto, se le agregó azúcar comercial para incrementar el contenido de sólidos solubles a 24 °Brix, se dio inicio al proceso de fermentación adicionando levadura *Saccharomyces cerevisiae*, finalizando éste con un contenido de 13 °Brix. Se llevo a cabo un tratamiento térmico (60°C durante un tiempo de 20 minutos) y se procedió almacenarlo a 10°C por un tiempo de 48 horas. Para separar el residuo se efectuó un filtrado, prensado y secado a 60 °C por 24 horas.

El rendimiento promedio en residuos fue de 8,28kg de residuos secos/100kg de fruta fresca. El subproducto obtenido presentó un contenido proteico de 68,35% y mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a la caseína utilizada como proteína de referencia en los valores de las propiedades funcionales determinadas, presentando niveles más altos en la capacidad de absorción de agua (5,81g de agua/g de producto) y la capacidad de absorción de grasa (1,53g de aceite/g de muestra), así como también una mejor propiedad espumante y una solubilidad proteica similar ($p > 0,05$) a la de la caseína en el intervalo de pH de 6,00 a 10,00. Se concluye que el subproducto residual de la fermentación alcohólica de tamarindo chino, es una fuente proteica cuyas propiedades funcionales permiten sugerir su uso en productos de panificación, productos cárnicos y en bebidas alimenticias especiales.

Lizarzaburu (2016) desarrolló su tesis en un estudio de investigación titulado “Diseño de una planta agroindustrial para la elaboración de una bebida fermentada sabor a arándano azul utilizando hojas de té verde *Camellia sinensis* y malta de cebada *Hordeum vulgare* con cepas del hongo *Saccharomyces cerevisiae*”.

Se plantearon los siguientes objetivos: cuantificar la demanda del producto mediante un sondeo de mercado del consumo de bebidas fermentadas, lograr una apropiada formulación para la elaboración de una bebida fermentada por medio de un diseño experimental de formulaciones y testeo, determinar los procesos y requerimientos tecnológicos para la elaboración de una bebida fermentada sabor a arándano azul a base de té verde y malta de cebada.

Para desarrollar el diseño experimental de la bebida fermentada se empleó un diseño de tipo factorial, que corresponde a un 3^2 , en el que se establecieron 2 factores con 3 niveles de estudio, un alto, un medio y un bajo, que dieron como resultado un modelo con 9 tratamientos diferentes. Los factores que se evaluaron en la bebida fermentada fueron: concentración de hojas de té verde y concentración de saborizante de arándano azul. Las variables analizadas fueron pH, grados alcohólicos y densidad.

Dado que el diseño experimental demostró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a realizar un análisis sensorial, para escoger la muestra de mayor acogida al consumidor, lo cual dio como resultado que la muestra de mayor aceptación en color olor y sabor, fue la mezcla M4 (0.57 g/l té verde + 2.98 g/l saborizante arándano azul), por ende, esta fue la muestra de mayor aceptación del análisis.

Fula (2010) llevó a cabo un estudio basado en el “Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz”, se plantearon los siguientes objetivos: evaluar las diferentes composiciones para el masato en función del valor de pH, porcentaje de acidez, grados de etanol, grados Brix, determinar las condiciones temperatura, tiempo y cantidad de azúcar empleado para la fermentación del residuo de la cocción del maíz, determinar si es necesaria la adición de conservantes y estabilizantes para la inhibición de los microorganismos que participan en la fermentación del masato, determinar el tiempo de vida útil del masato luego de ser envasado.

Se realizó un diseño experimental tipo Plakett-Burman para la evaluación de 3 aditivos y 2 condiciones de almacenamiento diferentes luego de ser preparado el masato, con un total de 8 muestras diferentes, con el fin de realizar distintos ensayos y encontrar la fórmula que más se adecue a la calidad organoléptica que se desea, teniendo en cuenta la presencia (nivel alto) o ausencia (nivel bajo) de cada uno de los factores, escogida de forma aleatoria. Se llevó a cabo una destilación para determinar la cantidad total de alcohol, conforme a la metodología establecida por el INVIMA.

Remache (2015) desarrolló su tesis “Obtención de una bebida fermentada de naranja *Citrus sinensis* aplicando la enzima peptinasa (pec-600) como clarificante”. Este estudio tuvo como objetivo general el obtener una bebida fermentada de naranja aprovechando de esta manera la fruta para obtener un producto innovador, el cual diera un valor agregado al productor. Establecer cuál de las variedades de naranja, los tipos de levadura determinara resultados óptimos en la clarificación de la bebida fermentada aplicando la enzima peptinasa (pec-600). Los indicadores que se tomaron en cuenta fueron el pH, porcentaje de acidez, grados alcohólicos y grados brix.

Para la realización de este estudio se obtuvo la materia prima proveniente del Cantón Valencia Provincia de Los Ríos y de la Parroquia de Moraspungo. Se llevaron a cabo una serie de operaciones empezando desde la recepción de la materia prima, lavado, escaldado, cortado, extracción, tratamiento térmico, acondicionamiento del mosto, fermentación, 2do tratamiento térmico, maduración, envasado, sellado y etiquetado, y finalmente el almacenamiento del producto final. Se utilizó un diseño experimental con un arreglo factorial de bloques completamente al azar A*B*C aplicando un análisis de varianza por cada variable a estudiar.

Se efectuaron análisis fisicoquímicos (pH, ácidos total, grados brix y grados alcohólicos). Se determinó como mejor tratamiento al a0b0c0 correspondiente a Naranja Nacional, concentraciones de pectinasa del 0.2% y levadura seca. Finalmente se obtuvo una bebida fermentada dulce, con valores de pH 3,45, acidez 0,39% y sólidos solubles de 6,67% y 13,2% grados de alcohol.

2. BASES TEÓRICAS

2.1. La carambola

2.1.1. Generalidades

La carambola es una fruta originaria y propia de Indonesia y Malasia. Su cultivo se ha extendido a otros países tropicales de Asia y América. Los principales países productores hoy en día son Tailandia, Brasil, Colombia y Bolivia. La carambola es una fruta exótica muy cotizada en los mercados internacionales, conocida popularmente como "fruta estrella" o "star fruit". La carambola y el bilimbín, ambas frutas de formas similares, son las dos únicas variedades que producen las plantas que pertenecen a la familia de las Oxalidáceas. Puede ser propagada en climas tropicales y subtropicales y se desarrolla en Australia, Filipinas, y otras islas del Pacífico sur, América central, Sudamérica, Islas del Caribe, África, Israel y áreas subtropicales de USA (Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola [PROMOSTA], 2005).



Figura 1. Fruto de la “carambola”

Fuente: ÍNDICEPR.COM

2.1.2. Origen

Es originaria del sudeste de Asia y se cultiva en todas las zonas de clima tropical del mundo. En Canarias existen algunas plantaciones comerciales, situadas en las zonas cálidas de las islas (Hernández & Fernández, 2013).

2.1.3. Taxonomía de la “carambola”

Tabla 1

Taxonomía de la “Carambola”

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Oxalidales
Familia	Oxalidaceae
Especie	<i>Averrhoa carambola</i>

Fuente: Calzada (1980) – citado por Villa (s/f)

2.1.4. Descripción de la planta y del fruto

Calzada (1980), citado por Villa (s/f) indica que el carambolo (*Averrhoa carambola* L.) es un árbol frutal perenne, de porte bajo y crecimiento lento. En climas fríos, las hojas pueden ser caducas. El tronco es corto y muy ramificado, de hasta 6 – 10 m. de altura.

Las hojas son grandes, alternas, pecioladas, compuestas, imparipinnadas, de 15 – 20cm. de largo, con 5 – 11 folíolos ovado elípticos, y fina pilosidad en el envés. La inflorescencia son panículas axilares, donde se disponen las flores pequeñas, de 4 m. de diámetro y color blanco o amarillento. Las flores desprenden un aroma agradable.

Los frutos son bayas elipsoidales, con cinco costillas o prominencias longitudinales. Tiene una forma muy curiosa, ovalada, alargada, con cinco aristas o alas y, al corte de estrella de cinco puntas. Estos son frutos de 6 – 12 cm. de largo por 6 cm. de ancho, y piel verdosa que se vuelve amarilla en la madurez, dura, cerosa y brillante.

El mesocarpio o pulpa es de color amarillo, carnoso, dulce y con sabor ácido. La fruta posee pocas semillas en su interior. Su peso oscila entre 100 y 200 g. en la madurez. El corte transversal de la fruta tiene forma de estrella de 5 picos, lo que le ha convertido en una fruta muy popular.

2.1.5. Componentes asociados a los estados de madurez de la “carambola”

Tabla 2.

Caracterización y composición de carambolo en estados sucesivos de maduración

Componente	Unidad	Estados de madurez		
		Verde	Pintón	Maduro
Diámetro longitudinal	cm	3.84	8.80	8.89
Diámetro transversal	cm	5.38	5.76	5.71
Peso fresco	g	66.36	89.34	95.13
Gravedad específica	g/cc	0.9955	0.9881	0.9860
Dureza	Libra/pie	7.92	6.36	5.44
Corteza	%	28.54	26.08	22.7
Semilla	%	5.76	5.33	4.42
Pulpa	%	65.56	68.66	72.87
Acidez total	Ácido cítrico anhidro	1.48	1.90	2.31
pH		1.79	1.9	2.0
Sólidos solubles	°Brix	4	5	6.5
Azúcares reductores	%	1.48	1.90	2.31
Azúcares totales	%	1.14	1.61	2.06
Vitamina C	mg/100gpulpa	14.31	16.91	12.82
Materia seca	%bs	4.76	4.87	4.81
Proteína cruda	%bs	7.04	7.47	7.28
Cenizas	%bs	3.7	3.57	3.50
Extracto etéreo	%bs	1.8215	2.322	2.511
Fibra	%bs	31.07	38.3	31.87
ENN (Extracto no nitrogenado)	%bs	56.39	48.33	54.83
Cobre	mg/100gpulpa	0.325	0.35	0.5
Calcio	mg/100gpulpa	31.8	40.05	33.95
Magnesio	mg/100gpulpa	94.2	92.15	84.25
Potasio	mg/100gpul	1169.95	116.5	1.0799
Hierro	mg/100gpul	3.7	2.7	2.85
Sodio	mg/100gpul	0.6	0.25	0.65

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).

La epidermis es delgada, suave y con una cutícula c rea. La pulpa es translúcida, de color amarillo claro o amarillo oscuro, muy jugoso, sin fibra. Su sabor es dulce-  cido. Posee cualidades aromáticas que lo hacen potencialmente comercial en jugos y bebidas de frutos. El carambolo es bajo en calorías (36-75 cal/100g) y constituye una buena fuente de potasio y de vitamina A y moderada de vitamina C.

El carambolo es vendido principalmente como fruto fresco, consumiéndose en rodajas, jugo, ensaladas o como aderezo. Igualmente es utilizado en la preparación de postres, tartas, salsas y bebidas. En procesamiento se utiliza para la elaboración de encurtidos, salsas, vinos, gelatinas y licores, entre otros.

Las características deseables en el fruto son: forma característica de 5 aristas, color amarillo intenso, escaso número de semillas, contenido de sólidos solubles de 10  Brix, acidez inferior a 5 meq /100g, textura crujiente, costillas gruesas y ángulos anchos (Gal n, 1991, citado por Hernández & Barrera, 2004).

La maduración de los frutos también suele coincidir con un cambio de color y el desarrollo del aroma y sabor característico del fruto, producto de la síntesis y desenmascaramiento de carotenoides y la manifestación de los compuestos volátiles. El fruto de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) durante el desarrollo cambia de un tono amarillo-verde a un tono pardo-naranja; por su parte, la semilla y el arilo varían de blanco a café y de transparente a naranja translúcido respectivamente.

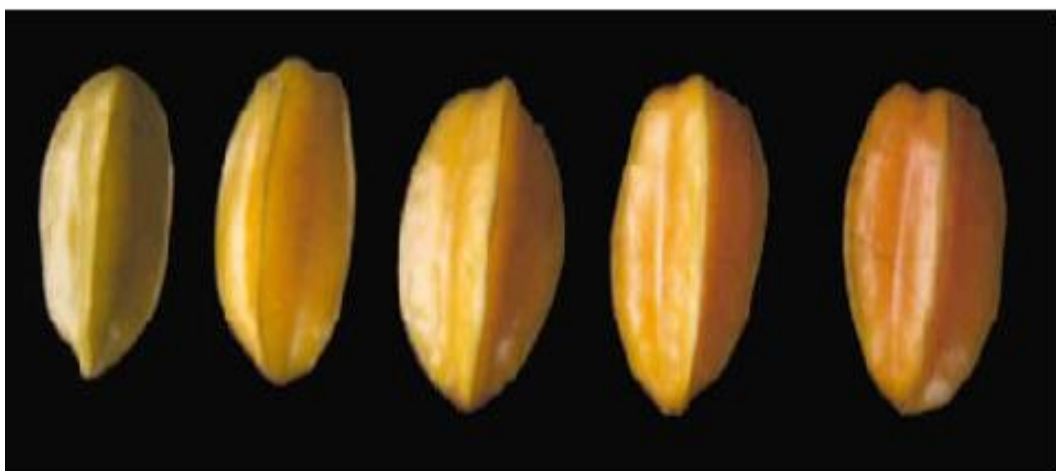


Figura 2. Cambios de color en el fruto de “carambola” (*Averrhoa carambola* L).
Fuente: Tesis agroindustrial, CARTAGENA (2011)

2.1.6. Índice de madurez

Desde el momento en que la fruta aparece, el periodo de maduración oscila entre 40 y 50 días. El punto de cosecha se reconoce cuando la fruta empieza a madurar, cambiando su color de verde pálido a ligeramente amarillo. El mejor punto de cosecha se presenta cuando la “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) está totalmente amarilla - dorada, lo que también refleja un adecuado desarrollo de sólidos solubles (azúcares). Sin embargo, el índice de madurez comercial es $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ de coloración amarilla. Estas frutas ya tienen firmeza, permitiendo una adecuada logística. Aún en etapa de madurez, el nivel de desarrollo de azúcar en esta fruta es muy bajo.

La firmeza, el color y el contenido de sólidos solubles totales constituyen índices de cosecha apropiados para la “carambola” (*Averrhoa carambola* L.); por el contrario, las dimensiones y el peso del fruto no son válidos como parámetros de recolección, ya que estos son muy variables.

Tabla 3.

Carta de colores descrita para el estado tres del fruto de “carambola”

Índice	Color	Descripción
1	Amarillo-verde 1	Color verde claro algo amarillo
2	Amarillo-verde 2	Color amarillo verdoso
3	Pardo-naranja 1	Color amarillo opaco
4	Pardo-naranja 2	Color naranja opaco poco intenso
5	Pardo-naranja 3	Color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado

Fuente: Tesis agroindustrial, CARTAGENA (2011)

Para el mercado y embalaje de la “carambola” ácida se recomienda la recolección entre los índices 2 y 3, puesto que los valores de firmeza presentados en este período favorecen el manejo post cosecha.

Asimismo, la recolección de frutos con coloraciones correspondientes a los Índices 2 y 3, garantiza el desarrollo de una coloración pardo-naranja más llamativa.

No obstante, la recolección en dicho estado incide de manera negativa en el contenido final de sólidos solubles totales, para este periodo sus valores se sitúan entre 3.5 y 5.3%, algo menores que los máximos alcanzados por el fruto si se deja sazonar en el árbol (6.8 a 7.3%). Para la agroindustria se recomienda que el fruto alcance valores de sólidos solubles totales cercanos a 7%, asociados al desarrollo de coloración pardo-naranja (2-3), Índices 4 y 5. Durante el periodo comprendido entre los días 80 y 94 los valores de relación de madurez oscilan entre 6.83 y 13.87 respectivamente (Martelo & porto, 2011).

2.1.7. Cosecha

La fruta es muy delicada, por lo cual durante la cosecha debe evitarse golpearla o magullarla. La práctica de mover el árbol para que se suelten las frutas debe ser evitada, pues estas se dañan al caer.

El fruto al madurar mucho se descompone con rapidez, por lo cual la cosecha debe realizarse cuando inicie su maduración. El fruto puede ser conservado durante varios días a temperatura de 3°C.

La fruta se puede almacenar a una temperatura aproximada de 10°C durante cuatro semanas cuando inicia la maduración. Si se aumenta la temperatura la fruta madura más rápidamente (Martelo & porto, 2011).

2.1.8. Daños post cosecha

El fruto debe ser manipulado cuidadosamente, ya que es muy susceptible a daños por golpes y roces. Se evidencian daños tales como: pardeamiento de las aristas, aparición de manchas superficiales de color café, agrietamiento de la corteza y aparición de hongos; asimismo, en frutos refrigerados se presenta disminución del aroma característico y alteración del color, observándose frutos de color café oscuro al final del almacenamiento.



Figura 3. Daño mecánico del fruto de la “carambola” (*Averrhoa carambola* L.).

Fuente: Tesis agroindustrial, CARTAGENA (2011)

En el mercado se evitan productos blandos, manchados o excesivamente pardeados en los bordes. Palacios y Rodríguez (2001) citado por Martelo y Porto (2011) proponen una escala para la evaluación de la calidad general de los frutos.



Figura 4. Escala para la evaluación de la calidad general de frutos de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.)

Fuente: Tesis agroindustrial, CARTAGENA (2011)

2.1.9. Disposiciones relativas a la calidad

Según CODEX STAN 187-1993:

a. Requisitos mínimos

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las carambolas deberán:

- Estar enteras.
- Estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo.
- Estar limpias, y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible.
- Estar prácticamente exentas de daños causados por plagas.
- Estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Estar exentas de cualquier olor y/o sabores extraños.
- Ser de consistencia firme.
- Tener un aspecto fresco.
- Estar exentas de daños causados por bajas temperaturas.
- Estar exentas de manchas pronunciadas.
- Estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.

b. Clasificación

Las carambolas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

- **Categoría “Extra”**

Las carambolas de esta categoría deberán ser de calidad superior y característica de la variedad, bien formada y exenta de manchas. Podrán permitirse defectos muy leves de la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando no afecten al aspecto

general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

- **Categoría I**

Las carambolas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad, estar suficientemente bien formadas y suficientemente exentas de manchas. Podrán permitirse, sin embargo, defectos leves en la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. La superficie total afectada no deberá superar el 5%.

- **Categoría II**

Esta categoría comprende las carambolas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos antes especificados. Deberán estar razonablemente bien formadas y razonablemente exentas de manchas. Podrán permitirse, sin embargo, defectos leves en la piel y nervaduras debidos a rozaduras y magulladuras, siempre y cuando las carambolas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación. La superficie total afectada no deberá superar el 10%.

2.1.10. Disposiciones relativas a la clasificación por calibres

El calibre se determina por el peso de la “carambola”, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 4.

Calibre determinado por el peso de la “carambola”

Código de calibre	Peso (en gramos)
A	80 - 129
B	130 - 190
C	> 190

Fuente: CODEX STAN 187-1993

2.1.11. Variedades de la carambola

Crane, 1994; Navarro, 2011; citado por Mateus et al. (2015, p. 139), indican que, “A nivel mundial existe un amplio número de variedades, aunque muchas de ellas no son comerciales debido a sus características de calidad. Se acepta de forma general que existen dos tipos principales de fruto de carambolo: dulces y acidas. Las primeras de mayor tamaño, de consistencia blanda y con menos contenido de ácido oxálico. Algunas variedades conocidas son: Arkin (comercialmente importante en Florida), Golden Star, Kaput, Newcombe, Kaput, Cheng-Tsey, B-2, B-10, B-17, entre otras”.

2.1.12. Composición de la “carambola”

Tabla 5.

Composición nutricional de la “carambola”

Composición nutricional de la carambola por 100g

Nutriente	Contenido
Calorías (kcal.)	33
Carbohidratos (g)	7,83
Proteínas (g)	0,54
Grasas (g)	0,35
Fibra (g)	2,70
Vitamina C (mg)	21,20
Vitamina B1 o tiamina (mg)	0,03
Vitamina B2 o riboflavina (mg)	0,03
Vitamina B3 o niacina (mg)	0,41
Vitamina B6 a piridoxina (mg)	0,10
Folatos (mcg)	14
Vitamina A (UI)	493
Vitamina E	0,37
Calcio (mg)	4
Magnesio (mg)	9
Fósforo (mg)	16
Sodio (mg)	2

Potasio (mg)	163
Hierro (mg)	0,26
Cinc (mg)	0,11
Cobre (mg)	0,12
Selenio (mcg)	0,60
Agua (g)	90,92

Fuente: Botanical-online.

2.2. Fermentación alcohólica

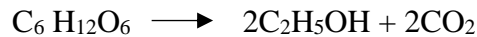
La fermentación alcohólica (o fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, etc.) para obtener como productos finales un alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

El etanol resultante de la fermentación alcohólica es el producto final en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc. La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno. Para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como desechos consecuencia de la fermentación.

Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O₂), sobre todo durante la reacción química. Por eso se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico (García, 1980).

La fermentación alcohólica es una biorreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono.

La conversión se representa mediante la ecuación:



Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia. Por supuesto que existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínima (Vásquez & Dacosta, 2007).

2.2.1. Características de la fermentación

a. Velocidad de fermentación:

Se determina midiendo la cantidad de azúcar fermentada en la unidad de tiempo por un peso dado de levadura; esta debe ser alta para evitar riesgos de contaminación (Zurita, 2011).

b. Resistencia al alcohol:

Una levadura de alta resistencia al alcohol presenta grandes ventajas técnicas y biológicas, el uso de esa levadura permite obtener mostos con gran riqueza alcohólica, lo que mejora la potencia de la instalación, consiguiendo una destilación económica, puesto que habrá menos consumo de combustible. A una buena levadura industrial no debe perjudicarla en su actividad fermentativa una concentración de 8-9% de alcohol en volumen (Zurita, 2011).

c. Rendimiento:

Es la relación entre el alcohol producido y el azúcar puesto a disposición de la levadura, teóricamente por 100 kg de melaza se obtienen 33 litros de alcohol (Zurita, 2011).

2.3. Bebidas alcohólicas fermentadas

Son las especies alcohólicas aptas para el consumo humano, proveniente de la fermentación, destilación, preparación o mezcla de productos alcohólicos de origen vegetal, salvo las preparaciones farmacéuticas, jarabes o similares. Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whisky, anís, tequila, ron, vodka, cachaca y ginebra entre otras. La cantidad de alcohol de un licor u otra bebida alcohólica se mide bien por el volumen de alcohol que contenga o bien por su grado de alcohol. La dependencia de las bebidas alcohólicas se denomina alcoholismo (Gil, 2008, citado por Torres et al., 2011, p. 56).

2.3.1. Tipos de bebidas alcohólicas fermentadas

Según Licata (2010), citado por Gutiérrez (2014) los tipos de licores pueden ser:

- **Extra seco:** hasta 12% de endulzantes.
- **Seco:** con 20-25% de alcohol y de 12-20% de azúcar.
- **Dulce:** con 25-30% de alcohol y 22-30% de azúcar.
- **Fino:** con 30-35% de alcohol y 40-60% de azúcar.
- **Crema:** con 35-40% de alcohol y 40-60% de azúcar.

2.3.2. Condiciones de la fermentación alcohólica

Solano (1997), citado por Arias (2013) indica que la actividad de las levaduras y de las enzimas se ve influenciada por agentes externos y que se reflejan en el rendimiento de la operación, entre estos factores tenemos el pH, temperatura, presión, azúcares presentes.

a. pH

El rango de pH dentro del cual las levaduras fermentadoras realizan su actividad está comprendido entre 2,5 mínimo y de 8,0 a 8,5 como máximo. La fermentación se realiza entre un rango de pH entre 4.0 a 5.0, con este rango no permite que en él se desarrollen agentes patógenos.

b. Temperatura

El estrecho rango de temperatura de la sangre caliente nos brinda un parámetro para entender la actividad celular en la fermentación. Ese rango es de 36,1°C a 37,7°C. En él los microorganismos se reproducen geométricamente. En el rango de 15°C a 36,1°C y de 37,7°C a 40°C, los microorganismos se multiplican. Entre 7,2°C y 15°C y de 40°C hasta 62,8°C, su ritmo de multiplicación disminuye ostensiblemente. Por encima de 62,8°C y por debajo de 7,2°C, la actividad celular es anulada.

De acuerdo a como se trabaja industrialmente la fermentación, se puede afirmar que: “La actividad de las levaduras es intensa entre 20° y 25°, máxima a 30°C y por encima de los 40°C disminuye.” Por tal razón Nunca se debe permitir que un mosto fermente por encima de los 40° C.

En este punto debemos recordar que la fermentación es una reacción exotérmica y que esa producción de calor contribuye a un aumento en la temperatura; por consiguiente, en caso de sobrepasar el límite de 40° C, se debe proceder a enfriar el mosto en plena actividad fermentativa. Para ello, se recurre a distintos métodos de enfriamiento: remontado, trasiego, empleo de anhídrido sulfuroso (SO₂) y refrigeración tubular. En el remontado, el mosto se vierte de un recipiente superior a otro inferior de modo que al caer con fuerte chorro se emulsione con el aire. En la gran mayoría de los casos resulta ineficaz. En el trasiego, se transvasa el mosto a otro recipiente. Es mínimo el descenso en la temperatura. Empleo de óxido sulfuroso (SO₂): dosis de 20 a 40 g/Hl disminuye la actividad fermentativa con el consiguiente descenso en la temperatura.

Refrigeración tubular: Es el método más efectivo para estos casos. Se emplea agua como refrigerante; ésta es repartida por el exterior de los tubos, mientras que por su interior circula el mosto. El

principio de la transferencia de calor se emplea aquí con mucha simplicidad: fluye del mosto caliente al agua.

c. Presión

En la actividad fermentativa se forma etanol y se desprende gas carbónico, en la medida que su concentración aumenta en el recipiente de fermentación, la presión aumenta y trae como consecuencia una disminución de la actividad celular.

d. Azúcares

“Llamados también hidratos de carbono o glúcidos, son compuestos ternarios formados por carbono, hidrógeno y oxígeno”. “Los glúcidos en su estructura química tiene el hidrógeno y el oxígeno en la proporción de dos a uno”.

“Son la materia prima para las levaduras, la concentración del mosto debe estar entre 21 a 24°Brix, y de la bebida alcohólica de 13 y 16°Brix”.

2.4. Levadura

Las levaduras son organismos unicelulares, muy abundantes en la naturaleza y con muy diversas formas, que pertenecen al reino de los hongos.

Las levaduras son importantes por su capacidad para descomponer o transformar sustancias en otras, un proceso que se denomina fermentación un proceso muy común en la alimentación humana (pan, quesos, yogures, encurtidos, cervezas, vinos).

En el caso del vino, las levaduras son cruciales en la vinificación pues son responsables de la mayor parte de la fermentación de los azúcares del mosto, siendo muy elevada su capacidad de resistencia a altas concentraciones de alcohol y anhídrido sulfuroso (Vinetur, 2017).

2.4.1. Clases de levadura:



Figura 5. Clases de levadura

Fuente: Cerveza artesana

a. Levaduras de fermentación alta:

Alezamora (2011), citado por Arias (2013) indica que las levaduras de fermentación alta constituyen la forma original de la levadura de cerveza. Las levaduras se multiplican preferentemente por bipartición celular, es decir que una célula de levadura nace dos células nuevas, cada una de las cuales volverá a su vez a escindirse en otras dos, y así sucesivamente. Una levadura de fermentación alta es *Saccharomyces cerevisiae*.

b. Levaduras de fermentación baja

Alezamora (2011), citado por Arias (2013) menciona que, a diferencia de las levaduras de fermentación alta, se forman también por bipartición nuevas células, pero completamente sueltas, sin formar racimos, con lo que no ofrecen resistencia a las burbujas de dióxido de carbono, por cuya razón no ascienden, sino que se hunden al fondo del recipiente de fermentación.

2.4.2. Tipos de levaduras a usar en la elaboración de las bebidas alcohólicas fermentadas

a. *Saccharomyces cerevisiae*

La *Saccharomyces cerevisiae* es la levadura más conocida desde la antigüedad, como la levadura del pan, del vino y de la cerveza es de importancia industrial ya que es la especie de levadura utilizada por

excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un organismo de fácil manipulación y de recuperación.

Su nombre deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza).

No es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajas concentraciones de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclaje y características de floculación y sedimentación para el procesamiento posterior (Fajardo & Sarmientos, 2007, citado por Nieto, 2009).

b. *Saccharomyces ellipsoideus*

También llamada levadura elíptica, tienen forma alargada, es aquella que fermenta un mayor porcentaje de alcohol con respecto a otras levaduras, pueden llegar a producir hasta 17° GL (Gay Lussac) y es bastante resistente a la acción del gas sulfuroso. Domina todo el proceso de fermentación desde las fases iniciales al final (Zurita, 2011).

2.4.3. Condiciones ambientales de las levaduras

Las condiciones ambientales para el desarrollo de las levaduras son las siguientes:

a. Oxígeno:

La *Saccharomyces cerevisiae* necesita oxígeno para poder vivir y multiplicarse, pero a diferencia de nosotros, ella puede estar sin él por un tiempo razonable (puede, en el fondo, trabajar en medios anaeróbicos). Una aireación al comienzo de la fermentación en blanco asegura una buena cantidad de levaduras que se multiplicarán y harán bien su trabajo cuando el aire falte (Zurita, 2011).

b. Alcohol:

Saccharomyces cerevisiae puede trabajar bien en medios alcohólicos como lo son los mostos transformándose en vino, aunque no resiste extremos. Más allá de los 14 grados de alcohol, su trabajo se hace muy lento (Zurita, 2011).

c. El anhídrido sulfuroso:

Esta sustancia es importantísima para la producción de un vino de mejor calidad. Algunas de sus propiedades son un alto poder antiséptico, antioxidante y macerativo. A dosis controladas, *Saccharomyces cerevisiae* no tiene problemas. Las que sí tienen problemas son las bacterias que se mueren a su alrededor (Zurita, 2011).

2.5. Diseño experimental

2.5.1. Diseño de bloques completos aleatorizados

En cualquier experimento, la variabilidad que surge de un factor perturbador puede afectar los resultados. En general, un factor perturbador puede definirse como un factor del diseño que probablemente tenga un efecto sobre la respuesta, pero en el que no existe un interés específico. En ocasiones un factor perturbador es desconocido y no controlable; es decir, se desconoce la existencia de ese factor e incluso puede tener niveles variables mientras se está realizando el experimento.

La aleatorización es la técnica del diseño que se utiliza para protegerse contra estos factores perturbadores “que están al acecho”. En otros casos, el factor perturbador es conocido, pero no controlable. Si por lo menos puede observarse el valor que asume el factor perturbador en cada corrida del experimento, es posible hacer la compensación correspondiente en el análisis estadístico, mediante el uso del análisis de covarianza. Cuando la fuente de variabilidad perturbadora es conocida y controlable, puede usarse una técnica de diseño llamada formación de bloques para eliminar

de manera sistemática su efecto sobre las comparaciones estadísticas entre los tratamientos (Montgomery, 2004).

2.5.2. Diseños factoriales

En muchos experimentos interviene el estudio de dos o más factores. En general los diseños factoriales son los más eficientes para este tipo de experimentos. Por diseño factorial se entiende que en cada ensayo o replica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores. Por ejemplo, si el factor A tiene a niveles y el factor B tiene b niveles, cada replica contiene todas las ab combinaciones de los tratamientos. Cuando los factores están incluidos en un diseño factorial, es común decir que están cruzados (Montgomery, 2004).

2.5.3. Análisis de varianza (ANOVA)

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

Para ejecutar un ANOVA, debe tener una variable de respuesta continua y al menos un factor categórico con dos o más niveles. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que sigan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores. Sin embargo, los procedimientos de ANOVA funcionan bastante bien incluso cuando se viola el supuesto de normalidad, a menos que una o más de las distribuciones sean muy asimétricas o si las varianzas son bastante diferentes. Las transformaciones del conjunto de datos original pueden corregir estas violaciones.

Por ejemplo, usted diseña un experimento para evaluar la durabilidad de cuatro productos de alfombra experimentales. Usted coloca una muestra de cada tipo de alfombra en diez hogares y mide la durabilidad después de 60 días. Debido a que está examinando un factor (tipo de alfombra), usted utiliza un ANOVA de un solo factor.

Si el valor p es menor que el nivel de significancia, entonces usted concluye que al menos una media de durabilidad es diferente. Para información más detallada sobre las diferencias entre medias específicas, utilice un método de comparaciones múltiples como el de Tukey.

El nombre "análisis de varianza" se basa en el enfoque en el cual el procedimiento utiliza las varianzas para determinar si las medias son diferentes. El procedimiento funciona comparando la varianza entre las medias de los grupos y la varianza dentro de los grupos como una manera de determinar si los grupos son todo parte de una población más grande o poblaciones separadas con características diferentes (Minitab, 2017).

a. Leyenda de las siglas del análisis de varianza

Grados de libertad (GL):

Los grados de libertad (GL) son la cantidad de información suministrada por los datos que usted puede "gastar" para estimar los valores de parámetros de población desconocidos y calcular la variabilidad de esas estimaciones. Este valor se determina según el número de observaciones de la muestra y el número de parámetros del modelo (Minitab, 2017).

Suma de cuadrados (SC):

En el análisis de varianza (ANOVA), la suma total de los cuadrados ayuda a expresar la variación total que se puede atribuir a diferentes factores. Por ejemplo, usted hace un experimento para probar la efectividad de tres detergentes para ropa.

La suma total de los cuadrados = suma de los cuadrados del tratamiento (SST) + suma de los cuadrados del error residual (SSE).

La suma de los cuadrados del tratamiento es la variación atribuida a, o en este caso entre, los detergentes para ropa. La suma de los cuadrados del error residual es la variación atribuida al error.

El convertir la suma de los cuadrados en cuadrados medios al dividir entre los grados de libertad le permitirá comparar estas relaciones y determinar si existe una diferencia significativa debido al detergente. Mientras mayor sea esta relación, más afectarán los tratamientos el resultado (Minitab, 2017).

Media cuadrática (MC):

Los cuadrados medios representan una estimación de la varianza de la población. Se calculan dividiendo la suma correspondiente de los cuadrados entre los grados de libertad. En ANOVA, los cuadrados medios se utilizan para determinar si los factores (tratamientos) son significativos (Minitab, 2017).

Fisher (F):

La distribución F es una distribución continua de muestreo de la relación de dos variables aleatorias independientes con distribuciones de chi-cuadrada, cada una dividida entre sus grados de libertad. La distribución F es asimétrica hacia la derecha y es descrito por los grados de libertad de su numerador (v1) y denominador (v2). Las siguientes gráficas muestran el efecto de los diferentes valores de grados de libertad en la forma de la distribución (Minitab, 2017).

Probabilidad (P):

El valor p es una medida de la fuerza de la evidencia en sus datos en contra de H_0 . Por lo general, mientras más pequeño sea el valor p, más fuerte será la evidencia de la muestra para rechazar H_0 . Más específicamente, el valor p es el menor valor de α que conduce al rechazo de H_0 . Para cualquier valor de $\alpha > \text{valor p}$, usted no puede rechazar H_0 , y para cualquier valor de $\alpha \leq \text{valor p}$, usted rechaza H_0 (Minitab, 2017).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se detallan los materiales utilizados durante la investigación, ubicación geográfica del ensayo, equipos, materiales de laboratorio, implementos y herramientas, materia prima, y el proceso de evaluación de los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) en Chulucanas.

1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio y cocina de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, ubicado en el distrito de Chulucanas-Piura. El análisis fisicoquímico (grados de alcohol, porcentaje de acidez, °Brix y pH) del mejor tratamiento (T4) se realizó en el mismo laboratorio, excepto los grados de alcohol que se midieron en el laboratorio de la universidad nacional de Piura. El análisis microbiológico se hizo en el Laboratorio LARESA-Piura.

La ciudad Peruana de Chulucanas es un distrito y a la vez capital de la provincia de Morropón en el departamento de Piura. Se ubica a 49 kilómetros al este de la ciudad de Piura y a una altitud de 92 msnm.



Figura 6. Mapa de Chulucanas

Fuente: Google Map

2. MUESTRA DEL ESTUDIO

Para este estudio se utilizó 5 kg de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) por cada tratamiento.

3. MATERIALES

3.1.Materia prima e insumos:

- Carambola (*Averrhoa carambola* L.)
- Levadura *S. cerevisiae*.
- Azúcar blanca refinada.
- Agua de mesa.

3.2.Reactivos:

- Agua destilada
- Bisulfito de sodio
- Bicarbonato de sodio

3.3.Materiales:

a. Materiales de vidrio:

- Vaso precipitado de 50, 250 y 500 ml
- Buretas de 25 y 50 ml
- Matraz Erlenmeyer de 50, 100 y 250 ml
- Probeta de 50, 100 ml
- Mortero
- Tubos de ensayo
- Botellas de 750 ml

b. Otros materiales:

- Mangueras de plástico
- Pissetas
- Cuchillos
- Tablas de picar
- Tapones de corcho
- Malla horganza
- Recipientes de plástico
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Calculadora

- Lápiz
- Borrador
- Cuaderno

3.4.Equipos:

- Alcoholímetro
- Termómetro de mercurio
- Cocina industrial.
- Refractómetro
- Refrigeradora
- Balanza analítica
- Balanza de kilo
- pH metro

3.5.Indumentaria:

- Guantes
- Toca
- Tapaboca
- Guardapolvo

4. MÉTODO

El método aplicado en el presente trabajo de investigación es el experimental, llevando a cabo todo un proceso para la obtención de la bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola”, evaluando los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación. Para el desarrollo de este estudio se utilizó como materia prima la “carambola” seleccionada proveniente de la ciudad de Chulucanas, se llevó a cabo el método fermentativo, el cual es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras, mohos y algunas clases de bacterias; éstas producen cambios químicos en las sustancias orgánicas produciendo de esta manera el alcohol.

Para los análisis de pH se utilizó el método potenciométrico, empleando el pH-metro el cual arrojó medidas más exactas. De cada muestra se efectuó dos determinaciones

de lectura; así mismo para la determinación de °Brix se empleó el refractómetro, colocando una gota de la muestra en el lente para posteriormente realizar la correspondiente lectura.

Para la determinación de grados de alcohol se realizó un destilado al mejor tratamiento (obtenido del resultado de la evaluación sensorial aplicado a los alumnos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae), con la ayuda de un alcoholímetro, se observó los grados de alcohol presentes en el producto.

Para esta investigación se aplicó un diseño factorial de bloques completamente al azar (A*B*C) con arreglo factorial de tres factores A x B x C. El factor A con dos niveles el cual es relación pulpa agua, el factor B con dos niveles lo cual es la corrección de grado °Brix y el factor C con dos niveles también que se refieren al corte de la fermentación. Se utilizó la herramienta Minitab 17 (programa estadístico diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzada, combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos) para el procesamiento de datos experimentales.

5. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN

Factores estudiados en la presente investigación fueron:

Factor A: Relación pulpa - agua

Factor B: Corrección de °Brix

Factor C: Corte de fermentación

Tabla 6.

Factores evaluados con su descripción

Factor A: Relación pulpa – agua	A.1 Relación 1 a 1
	A.2 Relación 1 a 2
Factor B: Corrección de °Brix	B.1 Corrección a 25 °Brix
	B.2 Corrección a 30 °Brix
Factor C: Corte de fermentación	C.1 Corte a 16 °Brix
	C.2 Corte a 20 °Brix

Fuente: Elaboración propia.

5.1.Tratamientos

En el siguiente cuadro se muestra los tratamientos trabajados realizando la combinación de los tres factores con sus dos niveles.

Tabla 7

Tratamientos estudiados en la evaluación de los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (Averrhoa carambola L.) en Chulucanas.

N.º	Tratamientos	Descripción
T1	A1B1C1	Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.
T2	A1B1C2	Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.
T3	A1B2C1	Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.
T4	A1B2C2	Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.
T5	A2B1C1	Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.
T6	A2B1C2	Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.
T7	A2B2C1	Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.
T8	A2B2C2	Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.

Fuente: Elaboración propia

5.2. Variables de estudio

Tabla 8

Variables evaluadas

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
- Relación pulpa-agua	
- Corrección de °Brix	Grados de alcohol
- Corte de fermentación	

Fuente: Elaboración propia

6. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

A continuación, se describe las etapas del proceso para la evaluación de los factores relación pulpa-agua, corrección de °Brix y corte de fermentación, para la obtención de una bebida alcohólica fermentada organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) en Chulucanas. Cabe resaltar que los materiales e insumos empleados en este proceso fueron previamente desinfectados y esterilizados para ser utilizados.

6.1. Recepción: Se reunió la carambola proveniente de la ciudad de Chulucanas, esta fruta se obtuvo previamente seleccionada y por ciertas cantidades, de acuerdo al número de tratamientos a realizar por día, debido a ser una fruta muy sensible y para evitar presente daños físicos-químicos que alteren la calidad del producto final.

6.2. Lavado: La materia prima fue sometida a un proceso de lavado de manera manual con agua, eliminando agentes patógenos, residuos no deseados, como tierra, polvo, hojas, etc. En esta etapa se realizó el análisis de la densidad (relación entre masa y volumen) de la carambola, aplicando la fórmula:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dónde:

m: masa

V: volumen

Materiales utilizados:

- Carambola
- Agua
- Vaso precipitado
- Balanza gramera

Los pasos para esta determinación fueron:

- a. Se pesó una “carambola”
- b. Se determinó el volumen, en un vaso precipitado se colocó cierta cantidad de agua y se introdujo la fruta se observó que el agua aumentó. La diferencia entre el aumento final menos el inicial es el resultado del volumen. Estos datos fueron introducidos en la formula obteniendo así la densidad de la carambola que fue $1011,8 \text{ kg/m}^3$ (ver tabla 2.3 APÉNDICE 2).

6.3. Acondicionamiento de la fruta: La “carambola” fue cortada en fracciones pequeñas, utilizando cuchillos y tablas de picar previamente desinfectadas con la finalidad de facilitar el proceso de licuado.

Una vez obtenida las fracciones pequeñas de “carambola” se determinó °Brix, pH y la acidez titulable de la fruta.

Para la determinación de estos parámetros se procedió a triturar en un mortero cierta cantidad de los fragmentos cortados de la fruta con la finalidad de extraer el jugo de la misma.

Materiales utilizados:

- Refractómetro
- Cuchara de té
- Piseta
- Potenciómetro

- Agua destilada
- Vaso precipitado 50 ml
- Matraz Erlenmeyer de 50 ml
- Mortero
- Soporte universal
- Bureta graduada
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína

6.3.1. Determinación de °Brix: Con una cuchara de té se tomó una pequeña muestra del jugo de la fruta y se colocó en el lente del refractómetro debidamente calibrado para evitar altere los resultados, observando lo sólidos solubles que presentaba la carambola, el contenido de estos fue 11 °Brix (ver tabla 2.1 APÉNDICE 2).

6.3.2. Determinación de pH: El potenciómetro fue introducido en el mortero, el cual contenía el jugo de la carambola triturada, de esta manera se percibió el pH de la fruta, que fue de 3,04 (ver tabla 2.2 APÉNDICE 2).

6.3.3. Determinación de la acidez titulable: Para este análisis se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{G \times N \times \text{Meq} \times \text{FC} \times 100}{m}$$

Dónde:

G: gasto de hidróxido.

N: normalidad.

Meq: mequivalente del ácido cítrico.

m: peso de la muestra.

Los pasos para este análisis fueron:

- a. Se tomó 10 ml como muestra del extracto de la fruta, los cuales fueron colocados en un matraz Erlenmeyer.

- b. Se agregaron 4 gotas de fenolftaleína.
- c. En una bureta sostenida por un soporte universal se abrió la llave y se añadió a la sustancia hidróxido de sodio al 0.01N, haciendo un movimiento circular del matraz.
- d. Se toma en cuenta el gasto del hidróxido de sodio al momento que la sustancia se torna un color rosáceo, y se cierra la llave. Estos datos fueron introducidos en la fórmula, determinando así el porcentaje de acidez contenido en la fruta, este fue de 0,6304 (ver tabla 2.4 APÉNDICE 2).

6.4. Licuado: En una licuadora fue colocada la fruta cortada en fragmentos pequeños agregando agua de mesa para dar inicio al proceso de licuado. La relación de la fruta y el agua dependieron de cada tratamiento, debido a que fueron dos los niveles a evaluar en esta variable 1-1 y 1-2 es decir (1 kg de fruta por 1 lt de agua; 1 kg de fruta por 2 lts de agua). (ver APÉNDICE 4).

6.5. Obtención del mosto: Como resultado del proceso de licuado se obtuvo el mosto, el volumen alcanzado estuvo ligado a la relación fruta-agua, lo cual dependió de cada tratamiento a estudiar.

6.6. Pasteurización: El mosto fue colocado en una olla de aluminio y puesto a fuego lento hasta alcanzar los 90 °C, se procedió a enfriar a baño maría. El proceso de pasteurización se realiza con la finalidad de eliminar la carga microbiana que pueda estar presente en el extracto.

6.7. Corrección del mosto: Realizado el pasteurizado se determinó los sólidos solubles del mosto y se procedió a efectuar un balance de materia para poder adicionar al licuado la cantidad correcta de azúcar y obtener los °Brix determinados en cada tratamiento. Calculado ya la cantidad de azúcar a agregar, en una olla se pone a fuego lento cierta cantidad de mosto y se le va agregando el azúcar de tal manera que se diluya toda, después de esto se adiciona al resto del mosto el azúcar diluido. Se corrigió también el pH, esto se hizo agregando bicarbonato de sodio, la porción a adicionar se calculó mediante una regla de tres y así llegar al pH óptimo para iniciar el proceso de

fermentación, en este caso fue 4. El mosto fue colocado en un balde de 12 a 14 litros previamente esterilizado.

6.8. Activación de levadura: Se pesó la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cantidad de levadura a activar fue 1 gramo por litro de mosto, es decir aproximadamente entre 12 a 14 gramos de levadura dependiendo del tratamiento.

La levadura utilizada para este estudio, fue aquella empleada comercialmente para la elaboración del pan, levadura seca de marca FORISE.

Se esterilizó un recipiente de plástico y se colocó agua hervida tibia aproximadamente 100 ml a 37 °C, se agregó la cantidad pesada de levadura y se mezcló bien con una cuchara, luego se dejó reposar en un lugar protegido de la luz por un tiempo aproximado de 20 minutos (Zurita, 2011).

6.9. Adición de levadura: Una vez activada la levadura se adicionó al mosto y con ayuda de una cuchara de palo se mezcla ligeramente en forma circular.

6.10. Fermentación: Se colocó la tapa al balde con la trampa de aire, la cual consiste en hacerle a la tapa un agujero y colocarle una manguera que va desde el mosto hasta ser sumergida en una botella con agua. Esto se realiza con la finalidad de evitar su oxidación a vinagre. Es en este proceso donde se lleva a cabo la reacción química de la fermentación, es decir los azúcares son convertidos en alcohol por acción de la levadura.

6.11. Filtrado: Con la ayuda de la tela horganza, se realizó dos filtrados, el primero para separar los sedimentos de gran tamaño y obtener el vino y el segundo con la finalidad de eliminar los residuos presentes en la bebida.

6.12. Corte de fermentación: Durante el proceso de fermentación se realizó controles diarios analizando de esta manera la reducción de los °Brix, de acuerdo a cada tratamiento se realizó el corte de fermentación ya sea a 16 – 20 °Brix, esto se hizo con la adición de bisulfito de sodio a cada tratamiento, la dosis aplicada es de 20 gr/hectolitro. Con una regla de tres se logró calcular la cantidad exacta para cada tratamiento.

En el anexo 6 se detalla el comportamiento de los °Brix de los tratamientos en el proceso de fermentación.

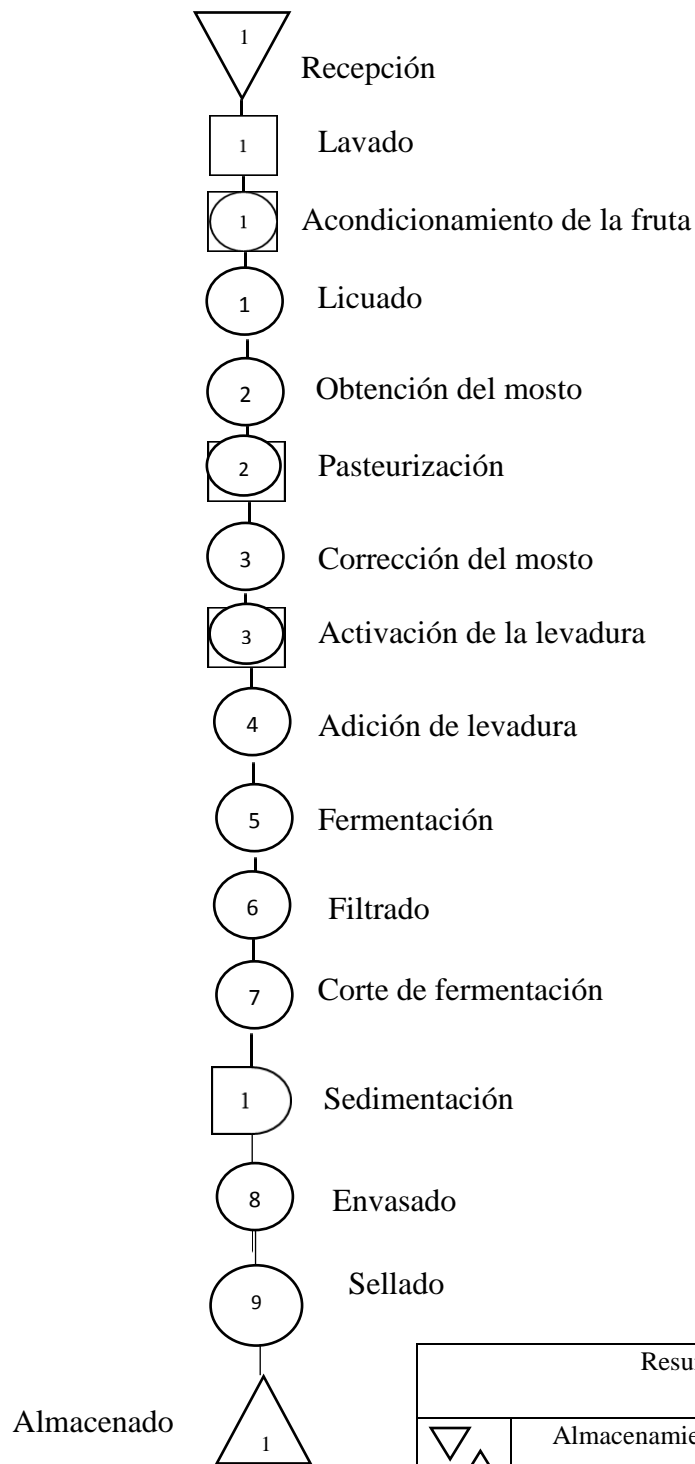
6.13. Sedimentación: Terminado el proceso de pasteurización se dejó sedimentar la bebida aproximadamente 30 días, esto se realizó con la finalidad de obtener una bebida alcohólica más clarificada.

6.14. Envasado: La bebida alcohólica fermentada fue envasada en botellas de vidrio de 750 ml, estas botellas fueron previamente esterilizadas a una temperatura de 95°C por un tiempo de 10 minutos.

6.15. Taponado y sellado: Las botellas conteniendo la bebida alcohólica fermentada fueron selladas colocándoles de manera manual el tapón y la funda, para evitar contaminación, así mismo se procedió a codificar cada uno de las botellas para distinguir al tratamiento al cual pertenecían.

6.16. Almacenado: Luego de haber terminado el proceso de taponado, sellado y etiquetado; la bebida alcohólica fermentada fue almacenada durante aproximadamente 20 días a una temperatura de 25 °C.

7. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO



Resumen		
	Almacenamiento I/F	2
	Operación	9
	Inspección	1
	Actividad combinada	3
	Demora	1

Fuente: Elaboración propia.

8. EVALUACIÓN SENSORIAL (Aceptabilidad general).

Para determinar la aceptabilidad general, se realizó una evaluación sensorial a 31 personas (alumnos de la universidad Católica Sedes Sapientiae del VII y X ciclo de ingeniería agroindustrial y de biocomercio). Se utilizó la escala hedónica (ver anexo 7) con 9 puntos, donde 1 es me disgustó extremadamente y 9 me gustó extremadamente. Se presentaron a cada uno de los catadores 8 tratamientos (muestras) debidamente codificadas. En esta escala los catadores expresaron su calificación con respecto a la aceptabilidad de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola. Cada catador colocó una calificación de 1 a 9, en relación a los atributos color, olor, sabor, apariencia general, para la intención de compra del producto se colocó una escala de 1 a 5 (donde 1 es seguramente no compraría y 5 seguramente compraría); de acuerdo a cada una de las muestras presentadas, manifestando de esta manera la aceptación y preferencia de la cual sea la más representativa. Así también en el modelo de la evaluación sensorial se colocó una parte observaciones opcional con la finalidad que el catador exprese la razón sobre la preferencia por alguna de las muestras.

Para la codificación de las muestras se utilizó un generador de números aleatorios online, con la finalidad de obtener de esta manera el código formado por 3 dígitos para cada una de las muestras (ver tabla 9).

Cabe resaltar que se eligió a los estudiantes de ingeniería agroindustrial del VII y X ciclo como catadores para juzgar cada muestra presentada, por ser personas preparadas con conocimientos en elaboración de productos agroindustriales. Por este motivo no se necesitó de capacitación en cuanto al papel que harían, pero si se les hizo una pequeña explicación del tema de investigación y algunas sugerencias al momento de la evaluación, resaltando que cada apreciación era individual.

9. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS ALEATORIZADOS.

Tabla 9

Matriz con los códigos para la codificación de las muestras presentadas al catador.

Consumidores	Muestras							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	543	435	132	564	354	756	213	657
2	657	132	756	354	564	213	543	435
3	756	354	564	213	435	543	132	657
4	564	756	213	435	543	657	132	354
5	543	132	756	657	564	354	213	435
6	564	213	543	435	132	756	657	354
7	132	435	756	354	213	564	543	657
8	354	756	543	132	564	435	657	213
9	543	132	213	435	657	354	564	756
10	657	132	435	543	354	756	213	564
11	213	435	756	564	657	354	132	543
12	657	564	543	132	354	435	213	756
13	564	132	657	213	435	543	354	756
14	756	213	354	564	657	132	435	543
15	354	435	213	756	657	543	564	132
16	543	354	132	756	435	213	657	564
17	657	132	564	543	756	213	354	435
18	354	213	435	132	657	543	564	756
19	132	543	435	756	657	213	564	354
20	435	657	213	564	354	543	756	132
21	564	657	213	435	354	756	132	543
22	354	132	756	657	213	435	564	543
23	657	213	435	543	756	564	354	132
24	354	657	435	756	543	132	564	213
25	543	213	657	435	564	756	354	132
26	213	564	657	543	435	756	132	354
27	543	354	564	657	756	213	132	435
28	213	564	756	657	354	132	543	435
29	564	132	756	435	354	657	543	213
30	132	354	543	756	213	564	657	435
31	354	657	213	435	543	564	132	756

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la caracterización de la materia prima (carambola) y los obtenidos del procesamiento de los datos experimentales con diseño factorial de bloques completamente al azar (A*B*C) en el programa Minitab. Así también las discusiones referentes a los resultados.

1. RESULTADOS

A continuación, se exponen los resultados de la caracterización de la carambola en relación a los grados brix, pH, acidez, y densidad.

1.1. Análisis de la materia prima (carambola).

Tabla 10

Caracterización fisicoquímica de la “carambola”

Características fisicoquímicas	Resultado
Densidad kg/m ³	1011,8
°Brix	11
pH	3
% Acidez	0,630

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se presentan los resultados del análisis de las características fisicoquímicas (°Brix, pH, densidad y % de acidez) promedios de la materia prima (carambola).

Se observa que la fruta utilizada para este proceso presentaba 11 de grados brix con un pH de 3.

Así también se percibe que la densidad promedio de la fruta fue de 1011,8 kg/m³, con un porcentaje de acidez titulable de 0,630.

Tabla 11

Evaluación sensorial de la “carambola”

Características sensoriales

Color	Naranja opaco intenso, completamente coloreado
Olor	Aromático y característico de la fruta
Sabor	Acido dulce, característico de la fruta
Apariencia general (Calidad)	Buena. Es una fruta carnosa libre de materias extrañas.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se presentan las características sensoriales de la fruta (carambola), se aprecia que ésta presentaba un color naranja opaco intenso, completamente coloreado. Según la tabla 3 carta de colores descrita para el estado de madurez de la fruta, esta se encuentra en el índice 5.

El olor de la materia prima, es aceptable aromático y característico de la fruta. El sabor es también característico de la fruta, presentaba un sabor acido dulce. La calidad de la fruta es buena, esto se concluyó según la escala para la evaluación de la calidad general de los frutos de carambola (ver figura 4), donde se muestran 6 escalas, empezando por una fruta inaceptable hasta una fruta excelente.

1.2. Análisis sensorial de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola: análisis de varianza y estadísticos descriptivos.

1.2.1. Color

a. Análisis de varianza para el atributo color de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola.

Tabla 12

Análisis de varianza para el atributo color según los niveles de los factores: relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL COLOR					
Fuente	GL (Grados de libertad)	SC (Suma de Cuadrados)	MC (Media cuadrática)	F (Fisher)	P (Probabilidad)
Relación pulpa agua	1	4,391	4,391	4,18	0,042
Corrección mosto	1	6,778	6,778	6,45	0,012
Corte fermentación	1	5,520	5,520	5,25	0,023
Consumidor	30	201,774	6,726	6,40	0,000
Interacción	1	7,456	7,456	7,09	0,008
Error	213	223,980	1,052		
Total	247	449,899			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N.º 12 se observa que la relación pulpa – agua influye de manera significativa ($p=0.042$; $\alpha=0.05$) en el color de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola, la corrección del mosto ($p=0.012$; $\alpha=0.05$), el corte de fermentación ($p=0.023$; $\alpha=0.05$) influyen también significativamente en este atributo. El consumidor ($p=0.000$; $\alpha=0.05$) y la interacción de entre la relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación influyen de manera altamente significativa ($p=0.008$; $\alpha=0.05$) en el color de la bebida alcohólica fermentada.

b. Análisis de estadísticos descriptivos para el atributo color

Tabla 13

Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del color.

Tratamiento	Relación	Corrección	Corte	N	M	D.E
T1	1 a 1	25	16	31	6,8	1,15
T2	1 a 1	25	20	31	5,6	1,28
T3	1 a 1	30	16	31	6,4	1,21
T4	1 a 1	30	20	31	6,6	1,17
T5	1 a 2	25	16	31	6,0	1,51
T6	1 a 2	25	20	31	5,9	1,61
T7	1 a 2	30	16	31	6,3	1,38
T8	1 a 2	30	20	31	6,2	1,17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°.13 se presenta los resultados del análisis de estadísticos descriptivos para cada uno de los tratamientos estudiados en la investigación en relación al atributo color, se observa que el tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de catador en este atributo es el primero, con una media del color de 6,8 y una desviación estándar de 1,15. El tratamiento dos tuvo menor aceptación media de 5,6 con el nivel de dispersión de 1,28. Esto indica que está dentro de la dispersión aceptada entre todos los datos y por ello el nivel de incertidumbre es bajo.

c. **Comparaciones por parejas de la prueba de Tukey para el atributo color.**

Tabla 14

Comparaciones por parejas de Tukey: Color según los factores

Relación pulpa agua	N	Media	Agrupación
1 a 1	124	6,36290	A
1 a 2	124	6,09677	B
Corrección del mosto	N	Media	Agrupación
25	124	6,06452	B
30	124	6,39516	A
Corte de fermentación	N	Media	Agrupación
16	124	6,37903	A
20	124	6,08065	B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°14 se muestran los resultados de las comparaciones por parejas de la prueba de Tukey en relación al color según los niveles de cada uno de los factores, respecto al factor relación pulpa agua se observa que sus niveles son significativamente diferentes, para la corrección del mosto y corte de fermentación ocurre lo mismo; puesto que no comparten la misma letra de agrupación. De acuerdo al factor dilución pulpa – agua la prueba de Tukey indica al nivel 1 a 1 como el mejor; en la corrección del mosto señala como mejor nivel aquel de 30 °Brix; y según el corte de fermentación el análisis post ANVA demuestra que el mejor nivel es aquel de 16 °Brix; puesto que estos niveles presentan una mayor media.

1.2.2. Olor

a. Análisis de varianza para el atributo olor de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola.

Tabla 15

Análisis de varianza para el atributo olor según los factores: relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL OLOR					
Fuente	GL (Grados de libertad)	SC (Suma de Cuadrados)	MC (Media cuadrática)	F (Fisher)	P (Probabilidad)
Relación pulpa agua	1	0,065	0,0645	0,05	0,832
Corrección mosto	1	0,065	0,0645	0,05	0,832
Corte fermentación	1	3,629	3,6290	2,54	0,113
Consumidor	30	189,798	6,3266	4,43	0,000
Interacción	1	10,081	10,0806	7,05	0,009
Error	213	304,411			
Total	247	508,048			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°.15 se presenta el análisis de varianza para el atributo olor y se observa que la relación pulpa agua no influye significativamente ($p=0.832$; $\alpha=0.05$) en el olor de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola, la corrección del mosto tampoco influye de manera significativa ($p=0.832$; $\alpha=0.05$) en el olor de la bebida. Así mismo el corte de fermentación tampoco influye de manera significativa ($p=0.113$; $\alpha=0.05$) en este atributo.

Se observa que el consumidor si influye de manera altamente significativa ($p=0.000$; $\alpha=0.05$) en el olor.

La interacción entre la relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación influyen también de manera altamente significativa ($p=0.009$; $\alpha=0.05$) en el olor de la bebida.

b. Análisis de estadísticos descriptivos para el atributo olor

Tabla 16

Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del olor.

Tratamiento	Relación	Corrección	Corte	N	M	D.E
T1	1 a1	25	16	31	6,5	1,12
T2	1 a1	25	20	31	5,6	1,31
T3	1 a1	30	16	31	5,4	1,69
T4	1 a1	30	20	31	6,7	1,35
T5	1 a 2	25	16	31	6,1	1,53
T6	1 a 2	25	20	31	6,1	1,50
T7	1 a 2	30	16	31	5,9	1,50
T8	1 a 2	30	20	31	6,4	1,02

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla N°.16 en donde se presentan los resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo olor, se observa que el tratamiento con mayor aceptabilidad en este atributo es el número cuatro, con una media del olor de 6,7 y una desviación estándar de 1,35. Por otro lado muestra al tratamiento tres como el de menor aceptación con una media del olor de 5,4 y un nivel de dispersión de datos de 1,69. Esto significa que está dentro de la dispersión aceptada entre todos los datos y por ello el nivel de incertidumbre es bajo.

1.2.3. Sabor

a. Análisis de varianza para el atributo sabor de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”.

Tabla 17

Análisis de varianza para el atributo sabor según los factores: relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL SABOR					
Fuente	GL (Grados de libertad)	SC (Suma de Cuadrados)	MC (Media cuadrática)	F (Fisher)	P (Probabilidad)
Relación pulpa agua	1	13,101	13,1008	5,33	0,022
Corrección mosto	1	0,198	0,1976	0,08	0,777
Corte fermentación	1	8,165	8,1653	3,32	0,070
Consumidor	30	196,774	6,5591	2,67	0,000
Interacción	1	11,327	11,3266	4,61	0,033
Error	213	523,335	2,4570		
Total	247	752,899			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N.º 17 se percibe que la relación pulpa agua influye de manera significativa ($p=0.022$; $\alpha=0.05$) en el sabor de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”; la corrección del mosto no influye significativamente ($p=0.777$; $\alpha=0.05$) en el sabor; el corte de fermentación tampoco influye de manera significativa ($p=0.070$; $\alpha=0.05$) en el sabor.

El consumidor influye de manera altamente significativa ($p=0.000$; $\alpha=0.05$) en el sabor. Así mismo la interacción entre la relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación influyen de manera altamente significativa ($p=0.033$; $\alpha=0.05$) en el sabor de la bebida.

b. Análisis de estadísticos descriptivos para el atributo sabor.

Tabla 18

Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo del sabor.

Tratamiento	Relación	Corrección	Corte	N	M	D.E
T1	1 a 1	25	16	31	7,0	1,40
T2	1 a 1	25	20	31	6,0	1,98
T3	1 a 1	30	16	31	5,9	2,03
T4	1 a 1	30	20	31	7,1	1,28
T5	1 a 2	25	16	31	5,9	1,39
T6	1 a 2	25	20	31	6,3	2,00
T7	1 a 2	30	16	31	5,6	1,95
T8	1 a 2	30	20	31	6,4	1,28

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N. °18 aparecen los resultados del análisis de estadísticos descriptivos en relación al color de cada uno de los tratamientos estudiados.

Se observa al tratamiento cuatro como aquel que presenta mayor aceptabilidad en el atributo sabor por parte del catador, con una media del sabor de 7,1 y una desviación estándar de 1,28. El tratamiento con menor aceptación en este atributo es el siete con una media del sabor de 5,6 y un nivel de dispersión de 1,95. Esto significa que está dentro de la dispersión aceptada entre todos los datos y por lo tanto el nivel de incertidumbre es bajo.

1.2.4. Apariencia general

a. Análisis de varianza para el atributo apariencia general de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”.

Tabla 19

Análisis de varianza para el atributo apariencia general según los factores: relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA APARIENCIA GENERAL					
Fuente	GL <small>(Grados de libertad)</small>	SC <small>(Suma de Cuadrados)</small>	MC <small>(Media cuadrática)</small>	F <small>(Fisher)</small>	P <small>(Probabilidad)</small>
Relación pulpa agua	1	7,113	7,1129	4,66	0,032
Corrección mosto	1	3,161	3,1613	2,07	0,152
Corte fermentación	1	0,403	0,4032	0,26	0,608
Consumidor	30	144,339	4,8113	3,15	0,000
Interacción	1	10,903	10,9032	7,14	0,008
Error	213	325,419	1,5278		
Total	247	491,339			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°.19 análisis de varianza para el atributo apariencia general se observa que la relación pulpa - agua influye significativamente ($p=0.032$; $\alpha=0.05$) en la apariencia general, la corrección del mosto no influye significativamente ($p=0.152$; $\alpha=0.05$) en la apariencia general, el corte de fermentación tampoco influye de manera significativa ($p=0.608$; $\alpha=0.05$) en la apariencia general de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”. El consumidor influye de manera altamente significativa ($p=0.000$; $\alpha=0.05$) en la apariencia, así también la interacción entre la relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación influyen de manera altamente significativa ($p=0.008$; $\alpha=0.05$) en la apariencia general de la bebida alcohólica.

b. Análisis de estadísticos descriptivos para el atributo apariencia general.

Tabla 20

Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo de la apariencia general.

Tratamiento	Relación	Corrección	Corte	N	M	D.E
T1	1 a 1	25	16	31	6,7	0,93
T2	1 a 1	25	20	31	5,6	1,63
T3	1 a 1	30	16	31	6,0	1,41
T4	1 a 1	30	20	31	6,9	1,12
T5	1 a 2	25	16	31	5,8	1,30
T6	1 a 2	25	20	31	5,9	1,77
T7	1 a 2	30	16	31	5,8	1,34
T8	1 a 2	30	20	31	6,3	1,22

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla N°.20 resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación al atributo de la apariencia general, el tratamiento tiene mayor aceptabilidad de este atributo en el catador con una media de la apariencia general de 6,9 y una desviación estándar es de 1,12. Se observa que el tratamiento con menor aceptación en este atributo es el dos con una media de la apariencia general de 5,6 y un nivel de dispersión de 1,63. Esto significa que está dentro de la dispersión aceptada entre todos los datos y por lo tanto el nivel de incertidumbre es bajo.

1.2.5. Intención de compra

a. Análisis de varianza para la intención de compra de la bebida alcohólica fermentada a partir de “carambola”.

Tabla 21

Análisis de varianza para la intención de compra según los factores: relación pulpa - agua; corrección mosto; corte fermentación; en relación al consumidor.

ANÁLISIS PARA LA INTENCIÓN DE COMPRA					
Fuente	GL (Grados de libertad)	SC (Suma de Cuadrados)	MC (Media cuadrática)	F (Fisher)	P (Probabilidad)
Relación pulpa agua	1	2,520	2,5202	2,59	0,109
Corrección mosto	1	0,101	0,1008	0,10	0,748
Corte fermentación	1	1,165	1,1653	1,20	0,275
Consumidor	30	67,371	2,2457	2,31	0,000
Interacción	1	3,391	3,3911	3,48	0,063
Error	213	207,448	0,9739		
Total	247	281,996			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla N.º 21 análisis de varianza para la intención de compra de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola se percibe la relación pulpa agua no influye de manera significativa ($p=0.109$; $\alpha=0.05$) en la intención de compra, la corrección del mosto tampoco influye significativamente ($p=0.748$; $\alpha=0.05$) en la intención de compra, el corte de fermentación no influye de manera significativa ($p=0.275$; $\alpha=0.05$) en la intención de compra. El consumidor influye de manera altamente significativa ($p=0.000$; $\alpha=0.05$), la interacción entre la relación pulpa agua, corrección del mosto, corte de fermentación no influye significativamente ($p=0.063$; $\alpha=0.05$) en la intención de compra de la bebida alcohólica fermentada.

b. Análisis de estadísticos descriptivos para la intención de compra.

Tabla 22

Resultados del análisis de estadísticos descriptivos de los tratamientos en relación a la intención de compra.

Tratamiento	Relación	Corrección	Corte	N	M	D.E
T1	1 a 1	25	16	31	3,9	0,85
T2	1 a 1	25	20	31	3,3	1,13
T3	1 a 1	30	16	31	3,4	1,31
T4	1 a 1	30	20	31	3,9	0,93
T5	1 a 2	25	16	31	3,3	0,79
T6	1 a 2	25	20	31	3,5	1,31
T7	1 a 2	30	16	31	3,2	1,17
T8	1 a 2	30	20	31	3,6	0,76

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N.º 22 se muestran los resultados del análisis de estadísticos descriptivos en relación a la intención de compra de cada uno de los tratamientos estudiados de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola.

Se observa que el primer y cuarto tratamiento presentan mayor intención de compra por parte de catador, con una media de la intención de compra para ambos de 3,9 y una desviación estándar de 0,85 y 0,93 respectivamente.

1.3. Análisis fisicoquímico

Tabla 23

Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento (T4)

Características fisicoquímicas	Resultado
Grados alcohólicos (GL)	15
Grados alcohólicos (corregido) (27°C)	13,24
°Brix	20
pH	3.50
% Acidez	0,457

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se muestran los resultados del análisis del análisis fisicoquímico realizados al mejor tratamiento (T4). Se observa que la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola presenta 13,24 grados de alcohol.

El contenido de solidos solubles (°Brix) es de 20, con un pH de 3.50 y un porcentaje de acidez titulable de 0,457.

1.4. Análisis microbiológico

Tabla 24

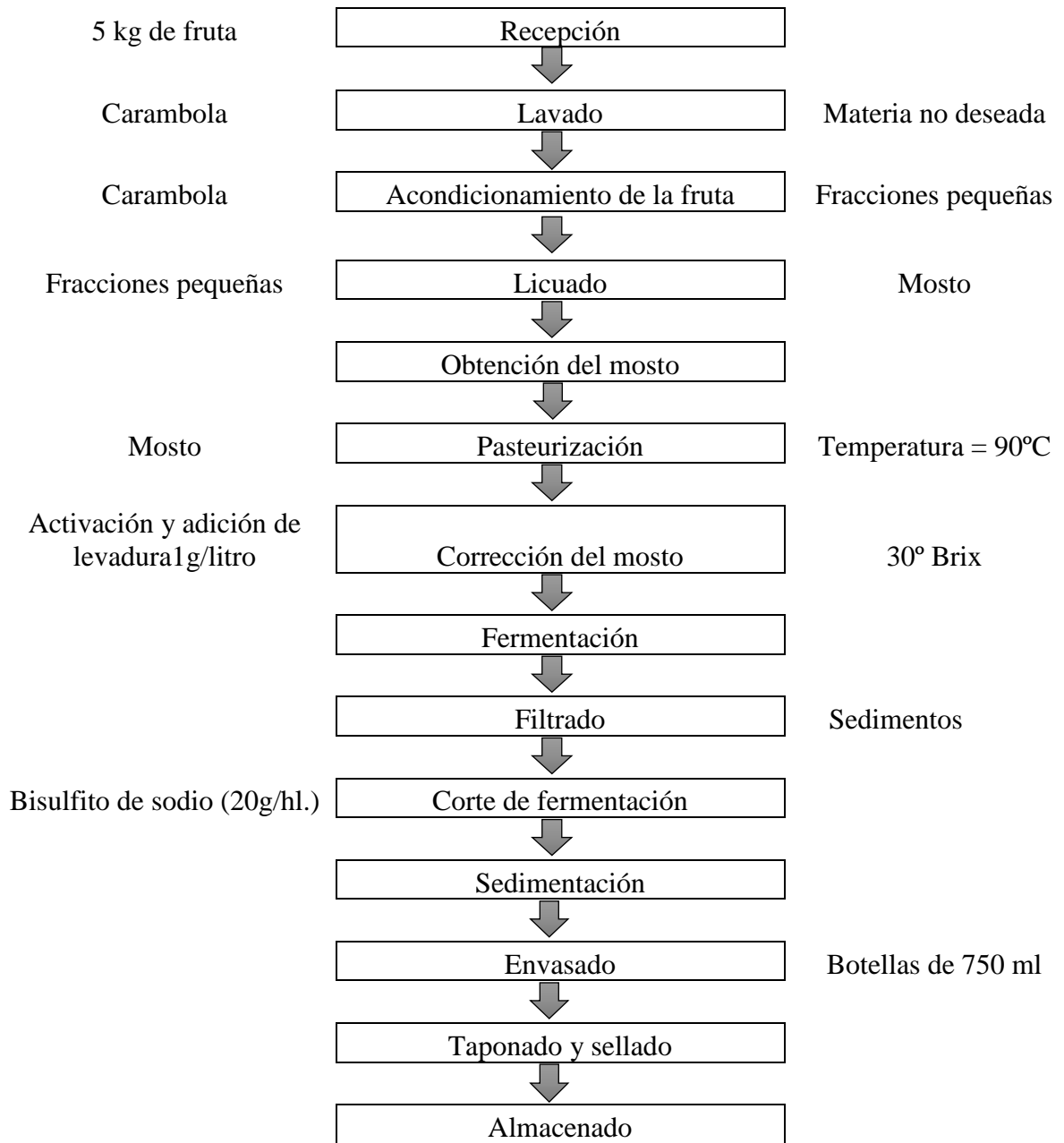
Análisis microbiológico del mejor tratamiento (T4)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
ENSAYO		RESULTADO
Enumeración de coliformes	NMP/ml.	0

Fuente: LARESA-PIURA (2017)

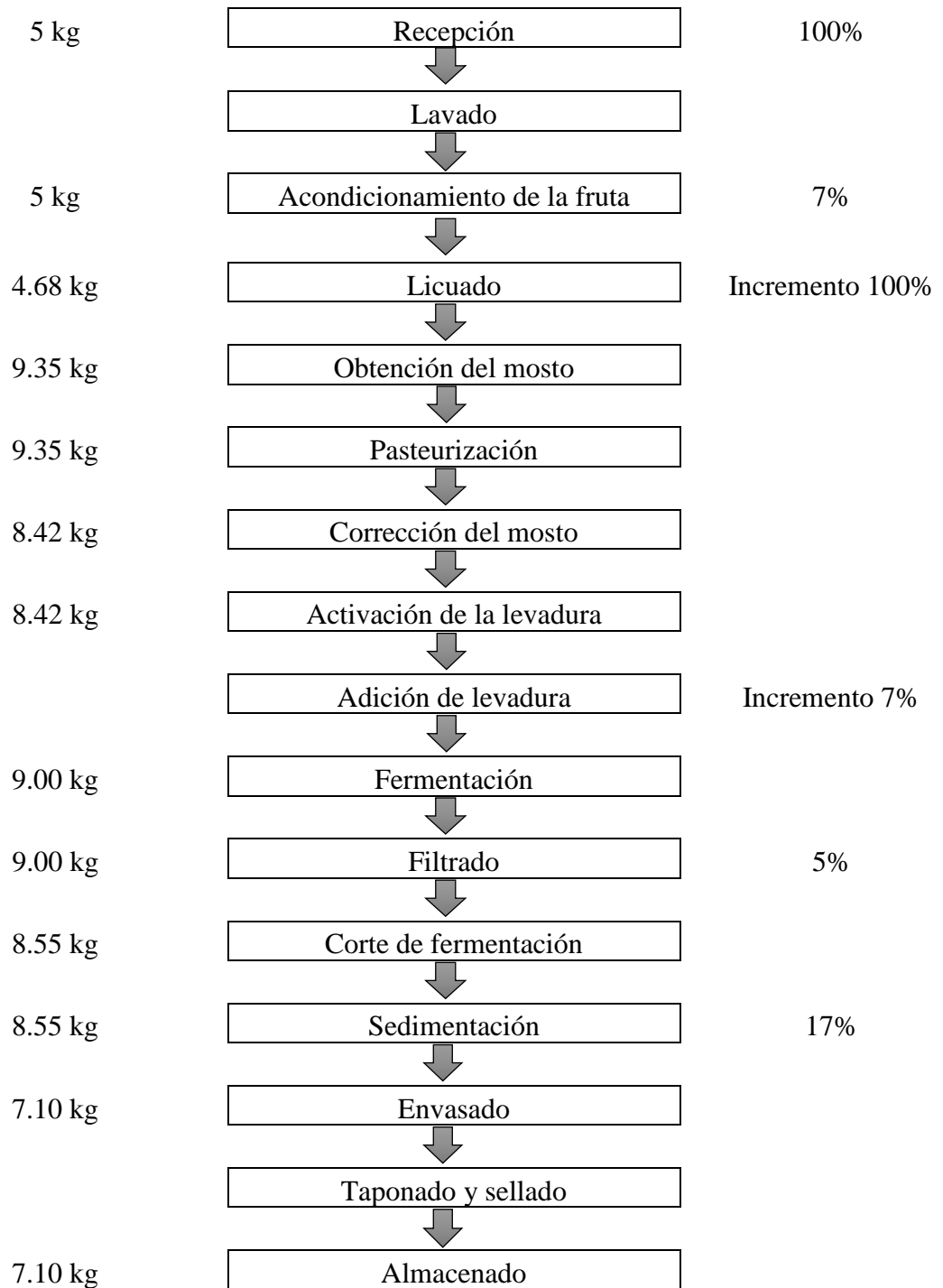
En la tabla 24 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos (Enumeración de coliformes), aplicado al mejor tratamiento (T4). Estos resultados fueron realizados en el Laboratorio de Referencia Regional de Salud (LARESA)-Piura. (Ver figura 13.1 – APÉNDICE 13).

1.5. Flujograma del proceso en base al mejor tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

1.6. Balance de materia del mejor tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

1.7. Rendimiento del mejor tratamiento

Se determinó el rendimiento de la bebida alcohólica fermentada en base al balance del mejor tratamiento.

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{7.10 \text{ kg}}{9.35 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 0.7594 * 100$$

$$\% \text{ rendimiento} = 75.94\%$$

2. DISCUSIÓN

2.1. De las características fisicoquímicas de la materia prima (“carambola”)

De acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico realizado a la materia prima (ver tabla 9), la carambola utilizada en este estudio presentó una concentración de sólidos solubles de 11 grados brix y un pH de 3, según el informe de Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000; los sólidos solubles presentes en una carambola en estado maduro son a partir de 6,5 °Brix con un pH de 2. Al comparar los resultados con la información obtenida se observa una similitud y relación, se toma como referencia esta información para poder deducir que la fruta utilizada para la presente investigación se encontraba en estado maduro y apta para ser utilizada en el proceso.

2.2. De los factores respecto a los atributos del análisis sensorial.

2.2.1. Factor A: Relación pulpa agua respecto al color, olor, sabor y apariencia general.

- **Color**

La relación pulpa-agua, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza, con la prueba de distribución Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 12) si tiene efecto en el color de la bebida alcohólica fermentada; es decir el color y la aceptación de la misma va a depender de los niveles de este factor.

El resultado de las comparaciones por parejas de la prueba de Tukey en relación al color según los niveles de la relación pulpa agua confirman que los niveles de este factor son significativamente diferentes esto se aprecia en que las medias de estos niveles no comparten la letra de la agrupación, se observa que el atributo color tiene mayor aceptabilidad cuando la dilución se realiza 1 a 1 (ver tabla 14).

- **Olor**

Para el atributo olor de la bebida alcohólica fermentada, la relación pulpa-agua (ver tabla 15), de acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA, en el programa Minitab 17, no tiene ningún efecto es decir no hay influencia significativa, puesto que la probabilidad calculada para este factor es mayor que 0,05. Se deduce que los niveles de este factor no tienen influencia significativa en este atributo, es decir si la relación es 1 a 1 o por el contrario 1 a 2, el catador no percibió diferencia alguna, ya que el olor no está directamente ligado a los niveles de este factor.

- **Sabor**

El sabor, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 17) si se ve influenciado por los niveles de este factor, puesto que la probabilidad calculada es menor que 0,05. El catador percibió diferencia alguna entre las muestras presentadas. Se deduce que a mayor cantidad de agua utilizada el sabor se verá alterado y por ende no será del agrado del catador.

- **Apariencia general**

En los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 de la apariencia general (ver tabla 19), se observa que la probabilidad calculada para el factor relación pulpa agua es menor que 0,05; lo que quiere decir que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos catados, este factor si tiene efecto sobre la aceptabilidad de apariencia general de la bebida alcohólica fermentada.

Castillo (2012) en su investigación sobre efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo (*Cydonia oblonga* L.)” utilizando la metodología de superficie respuesta (MSR) y diseño central Rotable concluye que la dilución pulpa agua si tiene efecto sobre la viscosidad y aceptación general del producto elaborado. Siendo los valores más adecuados para obtener un néctar de membrillo de mayor aceptación general se debe realizar entre 0.35 y 0.50.

Esto coincide con los resultados de este estudio en donde se deduce que la dilución pulpa agua, si tiene efecto sobre la aceptabilidad de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola, es decir los niveles de este factor influyen significativamente en la aceptación general del producto, siendo el nivel de mayor aceptabilidad para cada uno de los atributos aquel en el que se realiza una dilución pulpa agua de 1 a 1.

Esto indica que mientras menor sea la dilución de agua en el proceso mayor será el nivel de aceptación general del mismo.

2.2.2. Factor B: Corrección del mosto respecto al color, olor, sabor y apariencia general.

- **Color**

La corrección del mosto, según el análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab (ver tabla 12), influye en el color de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola, es decir los niveles de este factor tienen efecto en este atributo. Así lo demuestra la probabilidad calculada para este factor, la cual es menor que 0.05; lo que demuestra que si se ha detectado diferencia significativa entre los tratamientos catados. Todo esto se apoya en los resultados de las comparaciones por parejas de Tukey en relación al color según los niveles de la corrección del mosto (ver tabla 14), donde se aprecia que las medias de estos niveles son significativamente diferentes, indicando al nivel de 30 °Brix de corrección del mosto como el más aceptado en este atributo.

- **Olor**

En el atributo olor de la bebida alcohólica fermentada, la corrección del mosto, según el análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab (ver tabla 15), se observa que no influye en la aceptabilidad del olor, es decir este factor respecto al atributo olor no tiene ningún efecto; no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos catados, ya que la probabilidad calculada es mayor que 0,05. Con esto se deduce que los niveles de este factor no tienen influencia significativa en relación a este atributo; esto significa que, si la corrección del mosto es a 25 °Brix o por el contrario a 30 °Brix, el catador no percibió gran diferencia, ya que el olor no estaría directamente ligado a los niveles de este factor.

- **Sabor**

La corrección del mosto en relación al atributo sabor, según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 17), indican que no tiene ningún efecto es decir no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos catados, así lo demuestra la probabilidad calculada, la cual es mayor que 0.05.

- **Apariencia general**

La apariencia general, según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab (ver tabla 19), no se ve influenciada por la corrección del mosto, así lo demuestra la probabilidad calculada para este factor, la cual es mayor que 0.05; esto quiere decir que no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos catados en relación a este atributo; esto significa que si la corrección del mosto se realiza a 25 °Brix o por el contrario a 30 °Brix la diferencia significativa es mínima.

Según Solano (1997), citado por Arias (2013) los azúcares llamados también hidratos de carbono o glúcidos, son la materia prima para las levaduras, la concentración del mosto debe estar entre 21 a 24°Brix.

García y Marcilla (1923), el azúcar fermentado produce el alcohol del vino. Un mosto pobre en azúcar, dará un vino de muy escasa graduación alcohólica, de poca fuerza y de concentración más difícil. En términos generales, puede decirse que un buen tipo de mosto para elaboración de vinos finos de mesa, contiene de 170 a 220 gramos de azúcar por litro.

De acuerdo a los resultados de esta investigación respecto al factor corrección del mosto donde se muestra que el nivel que presenta mayor aceptación en los atributos sensoriales es cuando se realiza la corrección a 30 °Brix. Comparando con la bibliografía de Solano (1997), citado por Arias (2013); y de García y Marcilla (1923), se deduce que se obtuvo estos resultados debido a que la corrección del mosto es alta por ello la

producción de alcohol será alto, y en nuestro país vemos al grado de alcohol de un producto como el valor para juzgarlo sensorialmente.

2.2.3. Factor C: Corte de fermentación respecto al color, olor, sabor y apariencia general.

- **Color**

El corte de fermentación, según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 12) influye de manera significativa en el color de la bebida alcohólica fermentada, la probabilidad calculada para este factor en relación a este atributo es menor que 0.05; esto quiere decir que se detectó diferencia significativa en el consumidor al catar los tratamientos.

En los resultados de las comparaciones por parejas de la prueba de Tukey en relación al color según los niveles del corte de fermentación (ver tabla 14), se observa que las medias de los niveles de este factor son significativamente diferentes, lo cual quiere decir que si hay influencia significativa en la aceptación de este atributo.

La prueba de Tukey indica al nivel de 16 °Brix de corte de fermentación como el de mayor aceptabilidad en el color de la bebida alcohólica fermentada.

- **Olor**

Para el atributo olor, según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 15), el corte de fermentación no influye significativamente, la probabilidad calculada es mayor que 0.05, esto quiere decir que no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos catados según este factor, lo que significa que, si el corte de fermentación se realiza a 16 °Brix o por el contrario a 20 °Brix, la diferencia significativa es mínima.

- **Sabor**

En el sabor, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de distribución Fisher – ANOVA en el programa Minitab 17 (ver tabla 17) la corrección del mosto no influye significativamente, la probabilidad calculada es mayor que 0.05; esto demuestra que no se detectó diferencia alguna entre los tratamientos catados en este atributo según este factor.

- **Apariencia general**

El corte de fermentación en la apariencia general según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab (ver tabla 19) no tiene ningún efecto, es decir no hay influencia significativa puesto que la probabilidad es mayor que 0.05. Se dice que no se detectó diferencia alguna entre los tratamientos según este factor.

Según Solano (1997), citado por Arias (2013) “Los azúcares son la materia prima para las levaduras, la concentración del mosto debe estar entre 21 a 24°Brix, y de la bebida alcohólica de 13 y 16°Brix”.

Esto quiere decir que los grados brix finales que debe tener una bebida alcohólica esta entre 13 y 16 °Brix.

Si se realiza una comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio, vemos que para el atributo color de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola que presenta 16 ° Brix se muestra una mayor aceptabilidad que cuando el corte de fermentación se realiza a 20 °Brix. Este dato coincide con lo que define Solano (1997), citado por Arias (2013).

Pero para los otros atributos (olor, sabor y apariencia general), se observa que estos presentan mayor aceptabilidad cuando el corte de fermentación se realiza a 20°Brix (es decir la concentración de azucars finales en la bebida alcohólica deben ser de 20).

2.2.4. Factor A x B x C: Relación pulpa agua * corrección del mosto * corte de fermentación respecto al color, olor, sabor, apariencia general e intención de compra.

- **Color**

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab, se observa que la interacción entre los factores relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación (ver tabla 12) influyen de manera altamente significativa ($P= 0,008$) en la aceptación del color de la bebida alcohólica, puesto que la probabilidad calculada es menor que 0.05. Es decir, el catador detecto diferencia entre cada uno de los tratamientos presentados en cuanto al color. De esta manera se indica al tratamiento uno correspondiente a la relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 25 y corte de fermentación a 16 (A1B1C1), como el de mayor puntaje en la aceptación con una puntuación de 6.8, ubicándose en el nivel de “me gusto moderadamente” de la escala sensorial. Y al tratamiento dos con el menor puntaje de aceptación ubicándose en el nivel “me gusto ligeramente”.

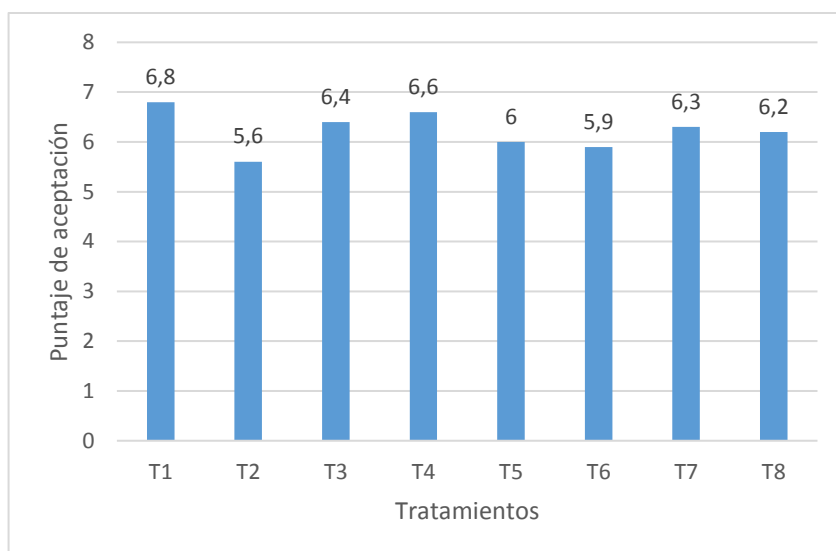


Figura 10. Puntaje de aceptación del color

Fuente: Elaboración propia

- **Olor**

Según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab, se observa que la interacción entre los factores relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación (ver tabla 15) influyen de manera altamente significativa ($P= 0,009$) en la aceptación del color de la bebida alcohólica, puesto que la probabilidad calculada es menor que 0.05. Es decir, el catador detecto diferencia entre cada uno de los tratamientos presentados en cuanto al atributo olor. De esta manera se indica al tratamiento cuatro correspondiente a la relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 30 y corte de fermentación a 20 (A1B2C2), como el de mayor puntaje en la aceptación con una puntuación de 6.7, ubicándose en el nivel de “me gusto moderadamente” de la escala sensorial. Y al tratamiento tres con el menor puntaje de aceptación ubicándose en el nivel “no me gustó ni me disgustó”.

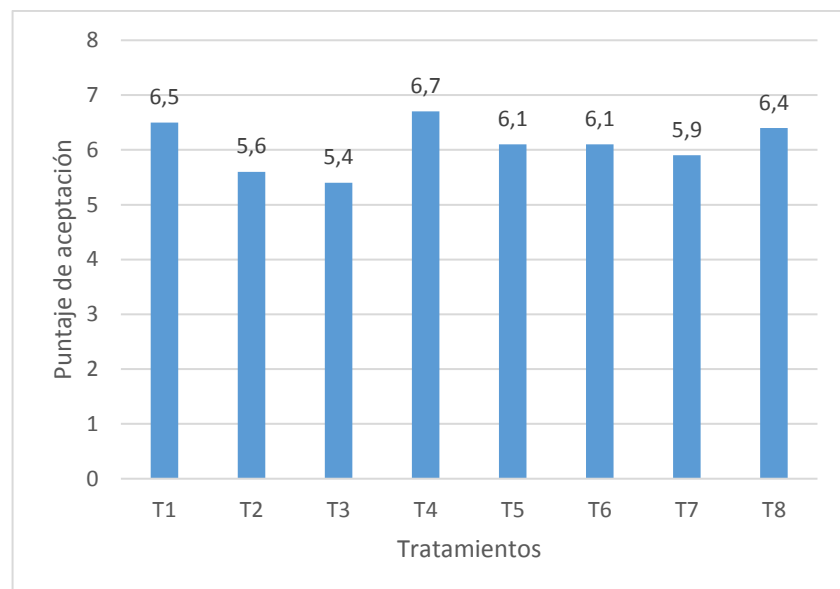


Figura 11. Puntaje de aceptación del olor

Fuente: Elaboración propia

- **Sabor**

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab, se observa que la interacción entre los factores relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación (ver tabla 17) influyen de manera significativa ($P= 0,033$) en la aceptación del sabor de la bebida alcohólica, puesto que la probabilidad calculada es menor que 0.05. Es decir, el catador detecto diferencia entre cada uno de los tratamientos presentados en cuanto al sabor. De esta manera se indica al tratamiento cuatro correspondiente a la relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 30 y corte de fermentación a 20 (A1B2C2), como el de mayor puntaje en la aceptación con una puntuación de 7.1, ubicándose en el nivel de “me gusto moderadamente” de la escala sensorial. Y al tratamiento siete con el menor puntaje de aceptación ubicándose en el nivel “me gusto ligeramente”.

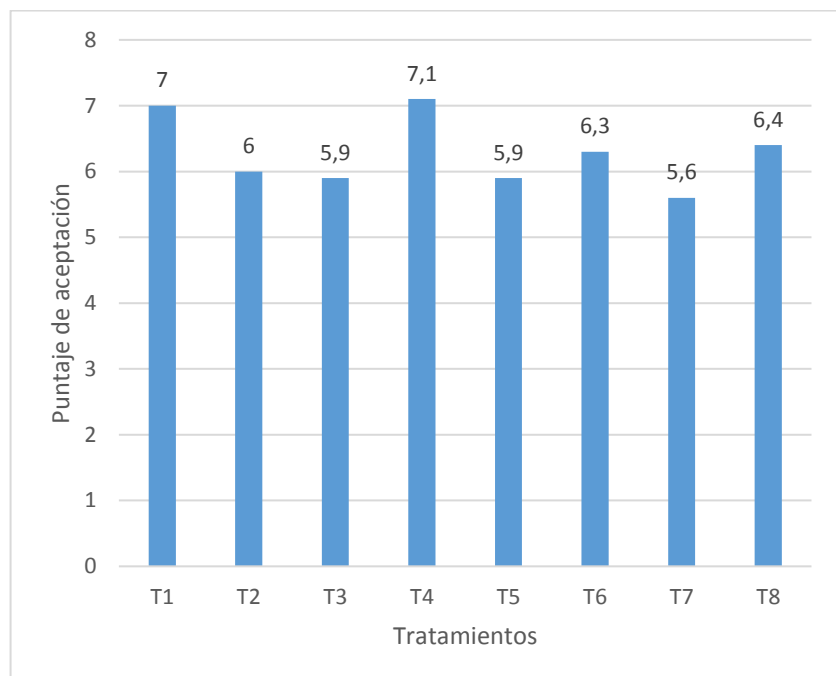


Figura 12. Puntaje de aceptación del Sabor

Fuente: Elaboración propia

- **Apariencia general**

Según los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab, se observa que la interacción entre los factores relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación (ver tabla 19) influyen de manera altamente significativa ($P= 0,008$) en la aceptación de la apariencia general de la bebida alcohólica, puesto que la probabilidad calculada es menor que 0.05. Es decir, el catador detecto diferencia entre cada uno de los tratamientos presentados en cuanto al atributo apariencia general. De esta manera se indica al tratamiento cuatro correspondiente a la relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 30 y corte de fermentación a 20 (A1B2C2), como el de mayor puntaje en la aceptación con una puntuación de 6.9, ubicándose en el nivel de “me gusto moderadamente” de la escala sensorial. Y al tratamiento dos con el menor puntaje de aceptación ubicándose en el nivel “me gustó ligeramente”.

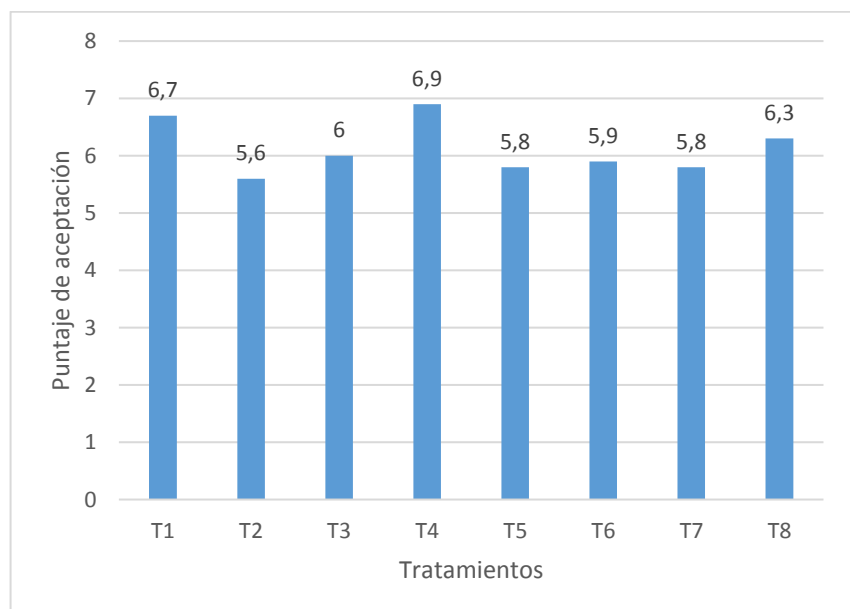


Figura 13. Puntaje de aceptación de la apariencia general

Fuente: Elaboración propia

- **Intención de compra**

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza con la prueba de Fisher – ANOVA en el programa Minitab, se observa que la interacción entre los factores relación pulpa agua, corrección del mosto y corte de fermentación (ver tabla 21) no influyen de manera significativa ($P= 0,063$) en la intención de compra de la bebida alcohólica, puesto que la probabilidad calculada es mayor que 0.05. De esta manera se indica al tratamiento uno y cuatro correspondiente a la relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 25, corte de fermentación a 16 (A1B1C1) y relación pulpa agua de 1 a 1, corrección del mosto a 30 y corte de fermentación a 20 (A1B2C2) respectivamente, como el de mayor puntaje en la aceptación con una puntuación de 3.9 para ambos tratamientos, ubicándose en el nivel de “probablemente compraría” de la escala sensorial. Y al tratamiento siete con el menor puntaje de aceptación ubicándose en el nivel “tal vez compraría/tal vez no compraría”

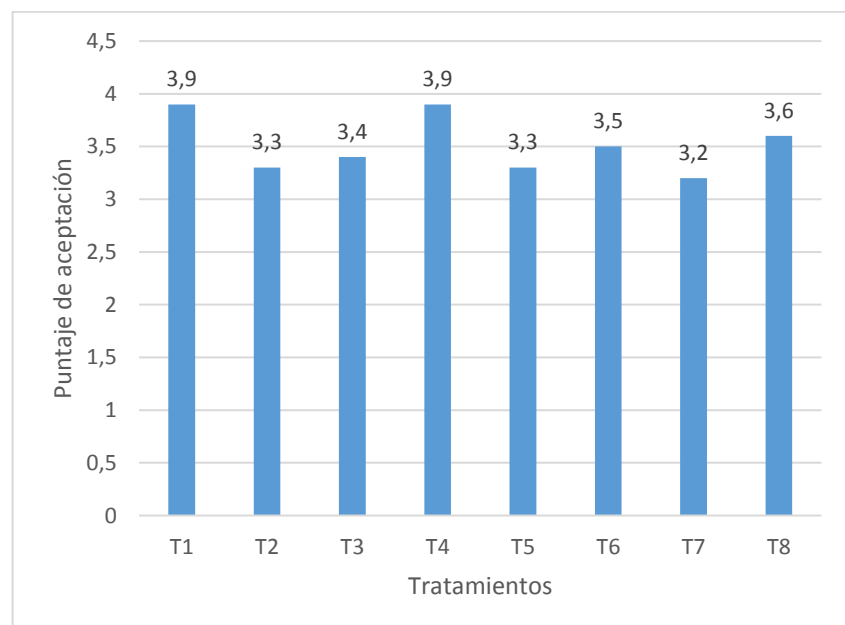


Figura 14. Puntaje de aceptación de la intención de compra
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Respecto al análisis fisicoquímico

De acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico realizado al mejor tratamiento (T4), correspondiente a la relación pulpa-agua 1 a 1, corrección de mosto a 30 °Brix y corte de fermentación a 20 °Brix (A1B2C2), (ver tabla 21); se distinguen valores de grados de alcohol de 13,24; grados brix de 20; pH de 3.50 y porcentaje de acidez 0,457.

Los grados de alcohol de la bebida alcohólica fermentada de carambola se encuentran entre los requisitos óptimos según la NTP 212.014 (2011), la cual indica que los vinos deben tener como mínimo 10,0 grados de alcohol; al revisar el resultado de grados de alcohol del mejor tratamiento (T4), se observa que el dato obtenido (13,24 grados de alcohol) está por encima del requisito mínimo que indica la Norma Técnica Peruana: Bebidas Alcohólicas Vitivinícolas. Vinos. Requisitos.

Para el caso de la acidez de la bebida alcohólica fermentada de carambola, la NTP 212.014 (2011) indica como requisito máximo 1,0 de acidez cítrica, comparando este requisito con el resultado obtenido del mejor tratamiento se observa que la cantidad de la acidez cítrica está por debajo de la cantidad máxima exigida en la Norma Técnica Peruana. Esto quiere decir que la bebida fermentada de carambola es apta para el consumo humano.

Los resultados de Remache (2015), en su tesis de grado titulada “Obtención de una bebida fermentada de Naranja (*Citrus sinensis*) aplicando la enzima peptinasa (PC-600) como Clarificante” muestran que el mejor tratamiento presentó valores de pH 3,45, acidez 0,39% y sólidos solubles de 6,67%; con un contenido de grados alcohólicos de 13,2. Comparando con los resultados obtenidos del mejor tratamiento de esta investigación se observa que en los grados alcohólicos los valores coinciden, para el caso del pH de la bebida el resultado obtenido en este estudio es cercano al de Remache (2015), así mismo el porcentaje de acidez obtenido del estudio de la obtención de la bebida fermentada de Naranja es cercano al resultado obtenido del mejor tratamiento de este estudio. No ocurre lo mismo con los grados Brix puesto que en este estudio era una variable a evaluar en el factor corte de fermentación.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

1. Evaluando los factores relación pulpa- agua, corrección de °Brix, y corte de fermentación con sus dos niveles cada uno se obtuvo una bebida organolépticamente aceptable a partir de “carambola” (*Averrhoa carambola* L.) siendo el nivel de aceptación de este producto en el consumidor aquel de “me gusto moderadamente”.
2. Al evaluar el factor dilución pulpa agua con sus dos niveles 1 a 1 y 1 a 2 (kilo de pulpa – litro de agua) en la aceptación de la bebida alcohólica fermentada, según la prueba de Tukey indica que el nivel de mayor aceptabilidad del producto según este factor es cuando la dilución pulpa agua en el proceso de licuado se realiza 1 a 1 (1 kilo de pulpa * 1 kilogramo de agua).
3. Al evaluar la corrección de °Brix del mosto con sus dos niveles 25 y 30 °Brix para iniciar el proceso de fermentación. La prueba de Tukey indica que el nivel de mayor aceptabilidad en el catador es cuando se realiza la corrección del mosto a 30 °Brix.
4. Al evaluar el factor del corte de la fermentación, se determina que existe influencia significativa solo para el color, siendo el olor, sabor y apariencia general atributos a los cuales este factor no tiene efecto. Por otro lado, la prueba de Tukey indica que el nivel de este factor que presenta mayor aceptabilidad en el catador para el atributo color es aquel cuando el corte de fermentación se realiza a 16 °Brix, mientras que para los demás atributos la aceptabilidad es mayor cuando el corte de fermentación se realiza a 20 °Brix.

5. Los resultados del análisis organoléptico realizado a los alumnos de la universidad católica Sedes Sapientiae, determinó a los tratamientos uno y cuatro como los más aceptables en los atributos sensoriales evaluados. En lo que respecta al color, el tratamiento uno que corresponde a la dilución pulpa agua 1 a 1, corrección del mosto a 25 °Brix y corte de fermentación a 16 °Brix. (A1B1C1) obtuvo el mayor puntaje dentro del nivel de aceptación de la escala sensorial. Para los atributos olor, sabor y apariencia general fue el tratamiento número cuatro que corresponde a la dilución pulpa agua 1 a 1, corrección del mosto a 30 °Brix y corte de fermentación a 20 °Brix. (A1B2C2) como el más aceptable en el consumidor. De tal manera se concluye que el mejor tratamiento de la bebida alcohólica fermentada es el número cuatro, con un nivel de aceptación de “me gusto moderadamente”; puesto que es el tratamiento que presenta una mayor aceptación en la mayoría de los atributos.
6. Los resultados del análisis fisicoquímico del mejor tratamiento (T4) (A1B2C2), determinaron que la bebida alcohólica fermentada de carambola presentaba 13,24 grados de alcohol, con 20 °Brix, pH de 3.50 y un porcentaje de acidez de 0.457.
7. Se diseñó el diagrama de flujo para el proceso de obtención de la bebida alcohólica fermentada a partir de carambola, el cual tiene 17 operaciones detalladas. Empezando de la recepción de la materia prima y terminando con el almacenamiento de la bebida alcohólica fermentada.

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con más estudios, evaluando estos factores, pero con niveles diferentes a los estudiados, para determinar el nivel de aceptación de la bebida fermentada de carambola. Así también utilizar esta materia prima para la elaboración de diversos procesos agroindustriales, haciéndola representativa y de importancia en la transformación.
2. Respecto a la dilución pulpa agua se puede tomar en cuenta un nivel menor de la cantidad de agua al momento de realizar la relación para el proceso de licuado. Para así determinar si existe un mayor nivel de aceptación en el catador.
3. Para la corrección del mosto se recomienda llevar el mosto a 30 °Brix, ya que el presente estudio muestra que este es el nivel de mayor aceptación. Así también de acuerdo a bibliografía, se entiende que este nivel está en el rango óptimo para que la levadura realice perfectamente el trabajo de mayor transformación de azúcar en alcohol.
4. Respecto al factor corte de fermentación se recomienda trabajar con otros niveles menores a los estudiados, para de esta manera determinar si existe un mayor nivel de aceptación en los atributos sensoriales evaluados.
5. Continuar con estudios de obtención de bebidas alcohólicas no solo de una fruta sino aventurarse por elaborar estos productos teniendo como materia prima el complemento de dos a más frutas. Fomentando así la innovación y transformación agroindustrial. Permitiendo de esta manera mejorar las características organolépticas del producto, haciéndolo atractivo para el consumidor.

6. De acuerdo a los resultados del análisis sensorial, para la intención de compra se recomienda optar por el tratamiento cuatro (relación pulpa agua 1 a 1, corrección de mosto 30 °Brix y corte de fermentación 16 °Brix), pues es el que obtuvo mayor aceptación en los catadores.

7. En todo proceso agroindustrial es imprescindible contar con el ambiente adecuado de trabajo, disponiendo de esta manera materiales y materias primas en buen estado; para así asegurar la calidad e inocuidad del producto final a obtener. Respecto a la presente investigación se recomienda tener un control estricto en el proceso fermentativo siendo los puntos críticos a considerarse el tipo y cantidad de levadura, así también la forma de activación de la misma. Por otro lado, se debe estudiar y evaluar la concentración de sólidos solubles y temperatura del mosto a fermentar puesto que son los azúcares la materia prima para que las enzimas presentes en la levadura puedan convertirlas en alcohol, se debe realizar también el pasteurizado del mosto, pues es este proceso el que asegura la inocuidad del producto. Cabe resaltar que todo el proceso fermentativo se debe dar en condiciones asépticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academic. (2017). Enciclopedia Universal. Imparipinnada. Recuperado de http://enciclopedia_universal.esacademic.com/21234/Imparipinnada
- Alija, A. N. R & Arce, A. S. O. J. (2013). ““Diseño de la Línea de Producción de un Postre de Yogurt Descremado”. Grados Brix, pH. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89608/D-79819.pdf>
- Arias, B. L. M. (2013). “Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro *Agave americano* y blanco *Furcraea andina* empleando *Saccharomyces cerevisiae* en dos presentaciones (lío-filizada y en pasta) en el sector de Cristo Rey Parroquia Once de Noviembre Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi”. (Tesis de grado) Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2656/1/T-UTC-00192.pdf>.
- Bautista, C. M. K (2017). Tecnología de los alimentos. Fermentación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/MonicaBautista18/fermentacin-por-mohos>
- Botanical – Online. Carambola *Averrhoa Carambola* L. Composición de la carambola. Recuperado de http://www.botanical-online.com/carambola_averrhoa_carambola.htm.
- Castillo, V. W. (2012). Efecto de la dilución y concentración de carboximetilcelulosa sódica en la estabilidad y aceptación general de néctar de membrillo (*Cydonia oblonga* L.). (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/tesises/efecto_de_la_dilucion_y_conce_ntracion_de_carboximetilcelulosa_sodica_en_la_estabilidad_y_aceptacion_general_de_nectar_de_membrillo.pdf.
- CODEX STAN 187. (1993). Norma para la carambola. Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%252FBSTAN%252B187-1993%252FCXS_187s.pdf.

- Douglas, R. B. et al. (2011). Características fisicoquímicas y propiedades funcionales de la biomasa residual de la fermentación alcohólica de tamarindo chino *Averrhoa carambola* L. *Interciencia*. 36(9), 682. Recuperado de http://www.interciencia.org/v36_09/682.pdf.
- Duarte, P. V. M. (2006). Especificaciones de la calidad del etanol carburante y del gasohol (mezcla de gasolina y etanol) y normas técnicas para la infraestructura. Grados alcohólicos. Recuperado de http://www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/08/2006-etanol_-especificaciones-de-la-calidad-del-etanol-carburante-y-del-gasohol-y-normas-tecnicas-para-la-infraestructura-p1.pdf
- Fula, A. A. G. (2010). Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2387/1/107391.2010.pdf>.
- García, C. (1980). ¿Qué es la fermentación alcohólica? Recuperado de <http://www.garciacarrion.es/es/vinos-garcia-carrion/pregunta-al-enologo/que-es-la-fermentacion-alcoholica>.
- García, S. N & Marcilla, A. J. (1923). Correcciones del mosto. Ministerio de Fomento. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1923_06.pdf.
- Godoy, A. Herrera, T. & Ulloa, M. (2003). *Más allá del Pulque y el tepache. Las bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México*. Generalidades acerca de la fermentación alcohólica (pp. 11). Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Eo-SH8YDREIC&oi=fnd&pg=PA11&dq=bebidas+alcoholicas+fermentadas&ots=VZdU9kO51e&sig=gFuAn_5Aqz4HJDDVjoZ5IOYpWBA#v=onepage&q&f=false.
- Gutiérrez, S. J. A. (2014). “*Estudio técnico económico para la instalación de una planta procesadora de licor de ciruela*”. (Tesis de grado) Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5662/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20LICOR%20DE%20CIRUELA.pdf>.

- Hernández, D. P. M & Fernández, G. D (2013). La carambola. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Recuperado de <http://www.icia.es/icia/download/Publicaciones/carambola6.pdf>.
- Hernández, G. S. M & Barrera, G. J. A. (2004). Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi. Aprovechamiento integral del fruto de Carambolo (pp. 57). Recuperado de <http://www.fao.org/fileadmin/templates/inpho/documents/ad418s00.pdf>.
- Lizarzaburu, B. F. E. (2016). Diseño de una planta agroindustrial para la elaboración de una bebida fermentada sabor a arándano azul utilizando hojas de té verde *Camelia sinensis* y malta de cebada *Hordeum vulgare* con cepas del hongo *Saccharomyces cerevisiae*. (Tesis de grado). Universidad de las Américas. Recuperado de <file:///C:/Users/Elizabeth/Downloads/UDLA-EC-TIAG-2016-06.pdf>.
- López, P. M. D. (2017). Operaciones para la gestión de residuos industriales. Destilación. (pp-43). Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?isbn=8468185183>.
- Martelo, V. M & Porto, N. Tatiana. (2011). Elaboración de una bebida hidratante a base de Carambola (*Averrhoa Carambola* L.) y mora (*Rubus glaucus*). (Tesis de grado). Universidad de Cartagena. Recuperado de <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/356>.
- Mateus, C. D., Arias, M. E. & Orduz, R. J. O. (2015). El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia). Una revisión. *Aspectos generales - Variedades*, 9(1) (pp-136 - 139). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732015000100012
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI (2014). PDF. Anuario estadístico de producción agrícola. [Archivo de datos]. Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de la carambola por región. pp 187. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>.

- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI (2015). PDF. Anuario estadístico de producción agrícola y ganadera. Perú: Carambola por región según variables productivas 2014-2015 pp 135. Recuperado de http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf.
- Montgomery, D. (2004). Diseño y análisis de experimentos (pp. 150-185). Arizona: Limusa Wiley.
- Negril, L. M. (2005). EL pH Y LA ACIDEZ DE LA LECHE. Acidez titulable. Recuperado de <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- Nieto, G. H. O. (2009). Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol. (Tesis de grado). Escuela Politécnica del Ejército. (pp, 12). Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/990/1/T-ESPE-026782.pdf>.
- Palma, (s/f). Normas y control de calidad de vinos y piscos. Universidad Nacional Agraria La Molina. NTP 210. 09: 2003. Bebida alcohólica. Bebidas alcohólicas fermentadas. (pp. 17 – 18). Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/7339658/Normas-de-Vinos-y-Piscos>.
- Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, PROMOSTA (2005). Documento técnico. El cultivo de carambola 2 (*Averrhoa carambola*). Recuperado de <http://www.dicta.hn/files/Carambola,-2005.pdf>.
- Remache, C. H. E. (2015). Obtención de una bebida fermentada de naranja *citrus sinensis* aplicando la enzima peptinasa (pec-600) como clarificante. (Tesis de grado). Universidad técnica estatal de Quevedo. Recuperado de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/296/1/T-UTEQ-0033.pdf>.
- Sancho, J. V., Bota, E. P., & Castro J., M. (1998) Introducción al análisis sensorial de los alimentos (pp.142-160) Barcelona: Universidad de Barcelona.

- Torres, C. J. et al. (2011). Las bebidas destiladas (pp. 56). Recuperado de http://www.academia.edu/8589348/LAS_BEBIDAS_DESTILADAS_NORMA_EL_EANA_ALTAMIRANO_SEGOVIA_2
- Vásquez, H. J & Dacosta, O. (2007). INGENIERÍA Investigación y Tecnología. *Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas*. VIII. 4. Recuperado de <http://www.ejournal.unam.mx/ict/vol0804/ICT000800404.pdf>.
- Vinetur (2017). ¿Qué son las levaduras y por qué hacen posible el vino? Recuperado de <https://www.vinetur.com/2017042627979/que-son-las-levaduras-y-por-que-hacen-posible-el-vino.html>.
- Villa, A. M. P. (s/f). Proyecto exportación de carambola en el Perú. *Taxonomía de la carambola – descripción botánica de la carambola*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos45/exportacion-carambola-peru/exportacion-carambola-peru.shtml>
- Zurita, M. W. P. (2011). 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 *Saccharomyces* *S. Cereviceae* y *S. Ellipsoideus*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/907/1/T-UTC-1219.pdf>.

TERMINOLOGÍA

Imparipinnada: En botánica se utiliza esta palabra para nombrar en las hojas compuestas a los folíolos que se van colocando de una manera generalmente opuesta o alternas en el raquis y con un último folíolo al final del mismo, por lo que su número será impar (Academic, 2017).

Fermentación: La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podría simplificar como un proceso de oxidación incompleta. La fermentación es el proceso que se da en algunos alimentos tales como el pan, las bebidas alcohólicas, el yogurt, etc., y que tiene como agente principal a la levadura o a diferentes compuestos químicos que suplen su acción (Bautista, 2017).

Destilación: La destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separar los distintos componentes de una mezcla. Esta técnica se basa fundamentalmente en los puntos de ebullición de cada uno de los componentes de la mezcla. Cuanto mayor sea la diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias de la mezcla, más eficaz será la separación de sus componentes; es decir, los componentes se obtendrán con un mayor grado de pureza. La destilación se utiliza ampliamente en la industria, permitiendo procesos como la obtención de bebidas alcohólicas, refinado del petróleo, obtención de productos petroquímicos de todo tipo y en muchos otros campos. Es uno de los procesos de separación más extendidos (López, 2017).

°Brix: Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro (Alija & Arce, 2013).

pH: El pH indica el grado de acidez o basicidad de una solución, éste se mide por la concentración del ión hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14, el valor medio es 7; el cual corresponde a solución neutra por ejemplo agua, los valores que se encuentran por debajo de 7 indican soluciones ácidas y valores por encima de 7 corresponde a soluciones básicas o alcalinas. Debido a que el pH indica la medida de la concentración del ión hidronio en una solución, se puede afirmar entonces, que a mayor valor del pH, menor concentración de hidrógeno y menor acidez de la solución (Alija & Arce, 2013).

Grados alcohólicos: El grado de alcohol es el *porcentaje de alcohol* dentro de un producto líquido. Expresado en centímetros cúbicos; es el volumen de alcohol etílico en 100 cm³ (Duarte, 2006).

Acidez titulable: La acidez total o titulable representa a la neutralización química de las funciones ácidas de los ácidos minerales y orgánicos presentes en el medio (Negril, 2005).

APÉNDICES

APÉNDICE N°1: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMENTADA ORGANOLÉPTICAMENTE ACEPTABLE A PARTIR DE “CARAMBOLA” (*Averrhoa carambola* L.)



Fotografía 1.1. Recepción de la materia prima



Fotografía 1.2. Lavado de la materia prima



Fotografía 1.3. Acondicionamiento de la fruta



Fotografía 1.4. Licuado



Fotografía 1.5. Obtención del mosto



Fotografía 1.6. Pasteurizado



Fotografía 1.7. Corrección del mosto



Fotografía 1.8. Activación de levadura



Fotografía 1.9. Adición de levadura



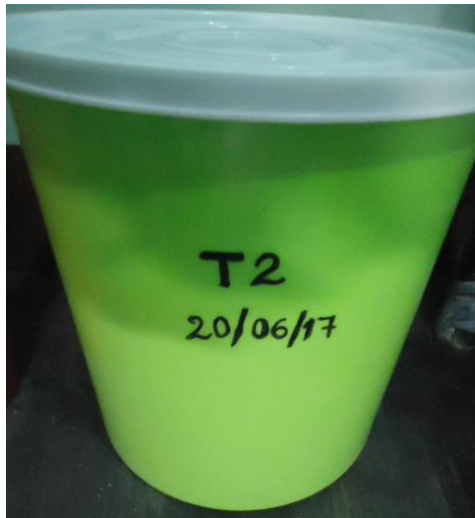
Fotografía 1.110. Fermentación



Fotografía 1.11. Filtrado



Fotografía 1.12. Corte y segunda pasteurización



Fotografía 1.13. Sedimentación



Fotografía 1.14. Envasado, taponado y sellado.

APÉNDICE N°2: TABLAS RESUMEN DE LOS °BRIX, PH, DENSIDAD Y ACIDEZ TITULABLE DE LA MATERIA PRIMA, PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMENTADA.

Tabla 2.1.

°Brix de la materia prima

TRATAMIENTO	° BRIX
1	10,5
2	11
3	10
4	11,5
5	11
6	11
7	10
8	9,5
TOTAL	84,5
PROMEDIO	11

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.2.

pH de la materia prima

TRATAMIENTO	PH
1	3,83
2	4,2
3	3,74
4	2,51
5	2,45
6	2,5
7	2,74
8	2,35
TOTAL	24,32
PROMEDIO	3,04

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.3.

Densidad de la materia prima

TRATAMIENTO	DENSIDAD KG/M3
1	1036,8
2	1014,3
3	1082,5
4	948,4
5	1098,8
6	981,7
7	937,5
8	994,3
TOTAL	8094,3
PROMEDIO	1011,8

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.4

Acidez de la materia prima

TRATAMIENTO	% DE ACIDEZ
1	0,6416
2	0,6225
3	0,6416
4	0,6161
5	0,6543
6	0,6288
7	0,6288
8	0,6098
TOTAL	5,0435
PROMEDIO	0,6304

Fuente: elaboración propia

APÉNDICE N°3: FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS DE °BRIX, PH, DENSIDAD Y ACIDEZ TITULABLE DE LA MATERIA PRIMA.



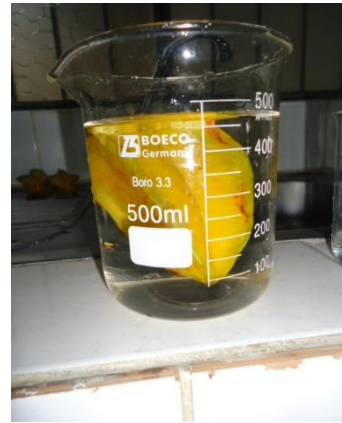
Fotografía 3.1. Extracción del jugo para los análisis



Fotografía 3.2. Análisis de los °Brix



Fotografía 3.3. Análisis de pH



Fotografía 3.4. Análisis de la densidad



Fotografía 3.5. Análisis de la acidez titulable

APÉNDICE N°4: TABLAS DE RELACIÓN PULPA - AGUA PARA EL PROCESO DE LICUADO

Tabla 4.1

Tratamiento 1

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
660	660
4660	4660
	9320

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2

Tratamiento 2

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
670	670
4670	4670
	9340

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3

Tratamiento 3

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
655	655
4655	4655
	9310

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4

Tratamiento 4

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
500	500
675	675
4675	4675
	9350

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5

Tratamiento 5

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
650	1300
4650	9300
	13950

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.6

Tratamiento 6

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
575	1150
4575	9150
	13725

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.7

Tratamiento 7

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
595	1190
4595	9190
	13785

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.8

Tratamiento 8

FRUTA (gr)	AGUA (ml)
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
500	1000
615	1230
4615	9230
	13845

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE N°5: BALANCE DE MATERIA PARA LA CORRECCIÓN DEL MOSTO (°BRIX)

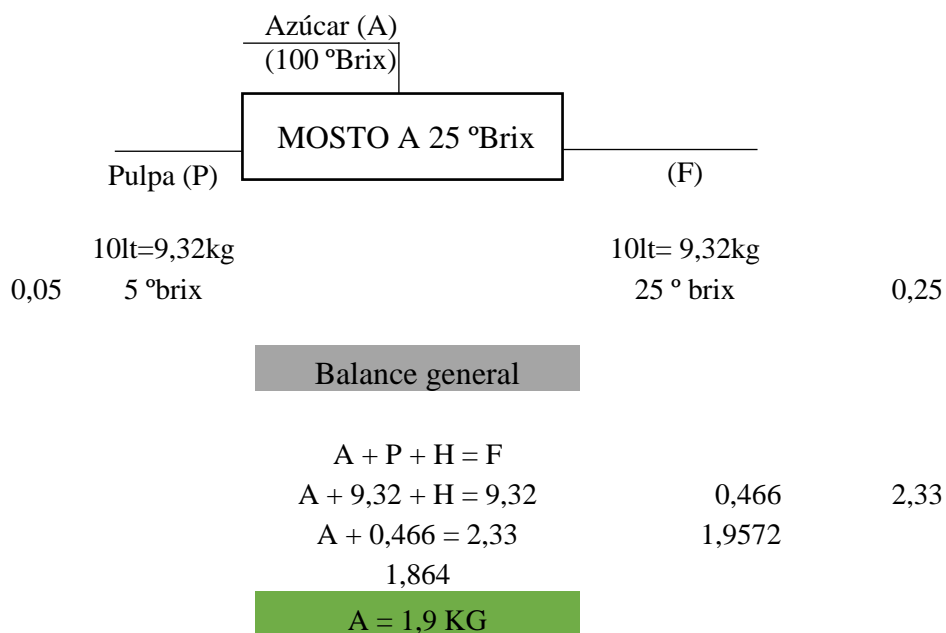


Figura 5.1. Tratamiento 1 - corrección del mosto a 25 °Brix

Fuente: Elaboración propia

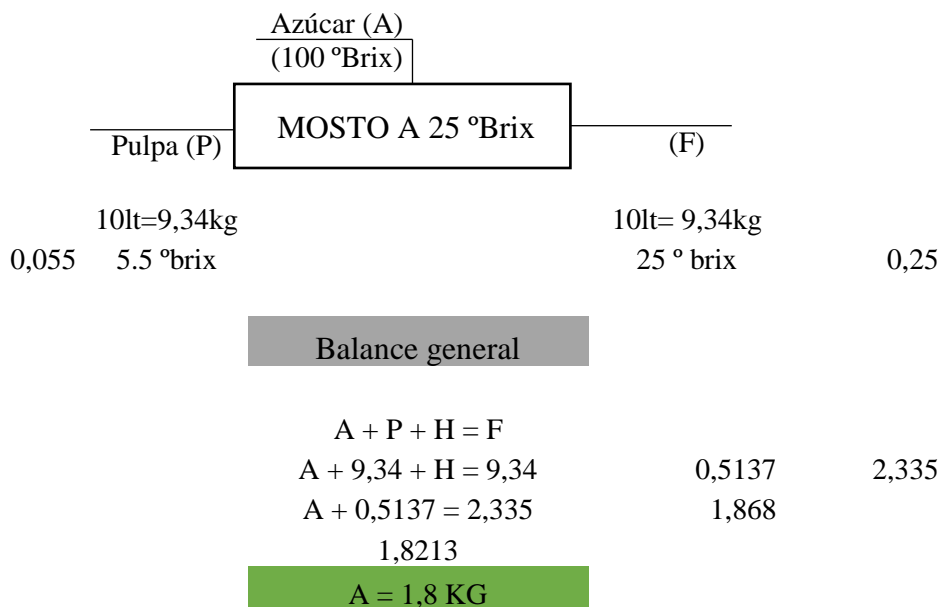


Figura 5.2. Tratamiento 2 - corrección del mosto a 25 °Brix

Fuente: Elaboración propia

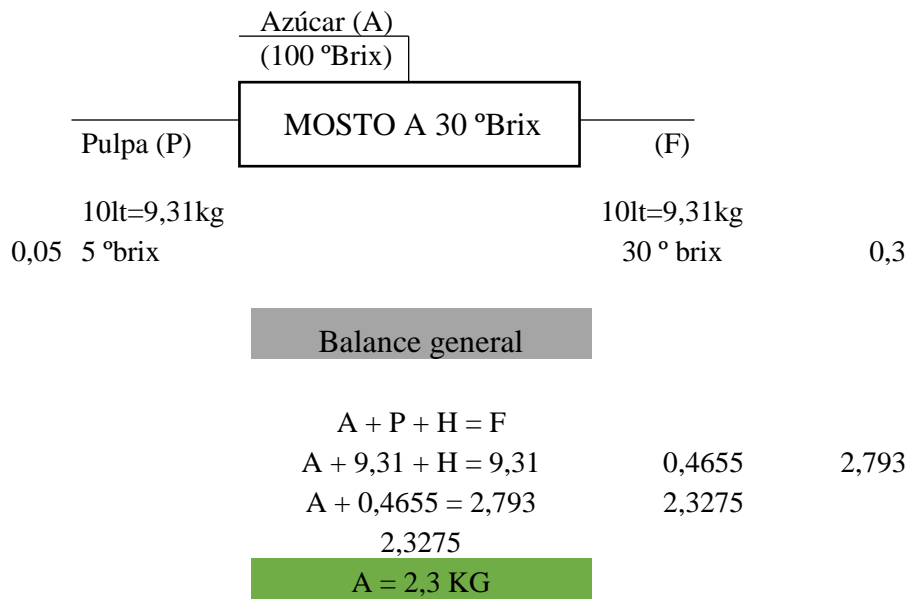


Figura 5.3. Tratamiento 3 - corrección del mosto a 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

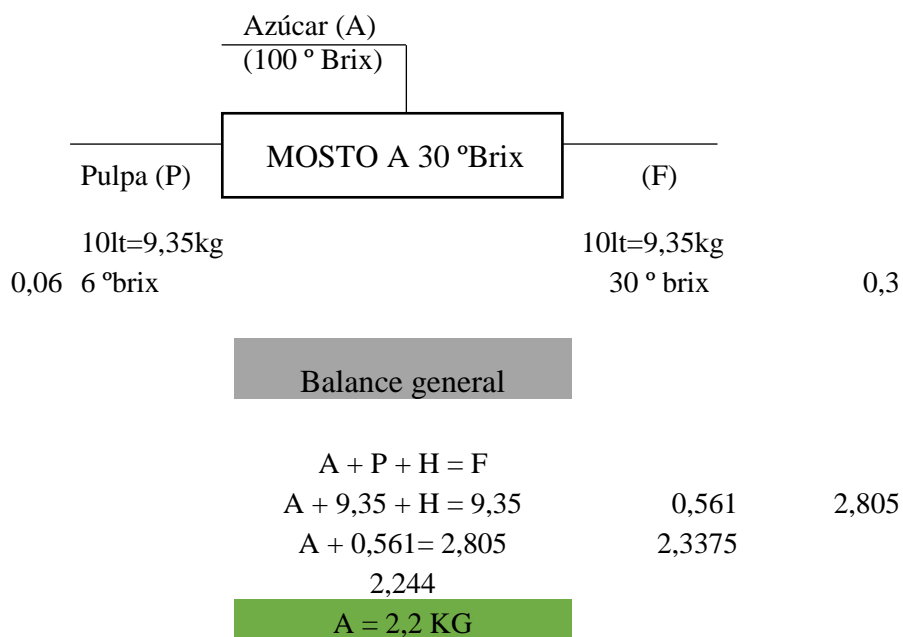


Figura 5.4. Tratamiento 4 - corrección del mosto a 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

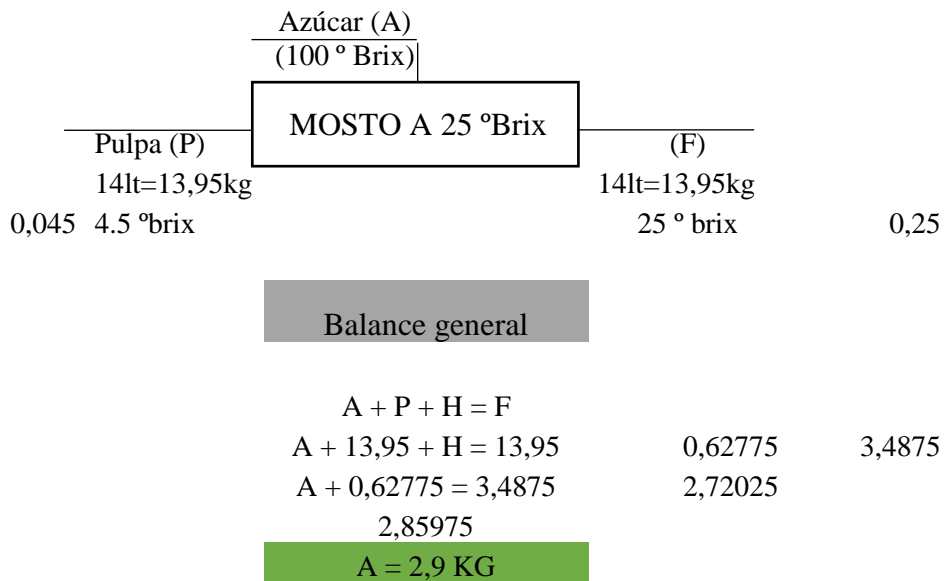


Figura 5.5. Tratamiento 5 - corrección del mosto a 25 °Brix

Fuente: Elaboración propia

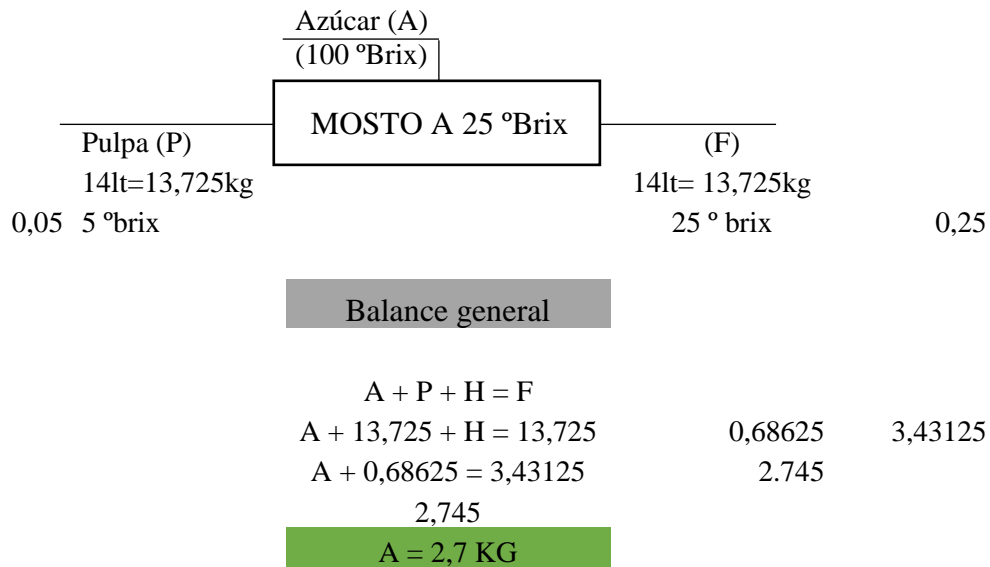


Figura 5.6. Tratamiento 6 - corrección del mosto a 25 °Brix

Fuente: Elaboración propia

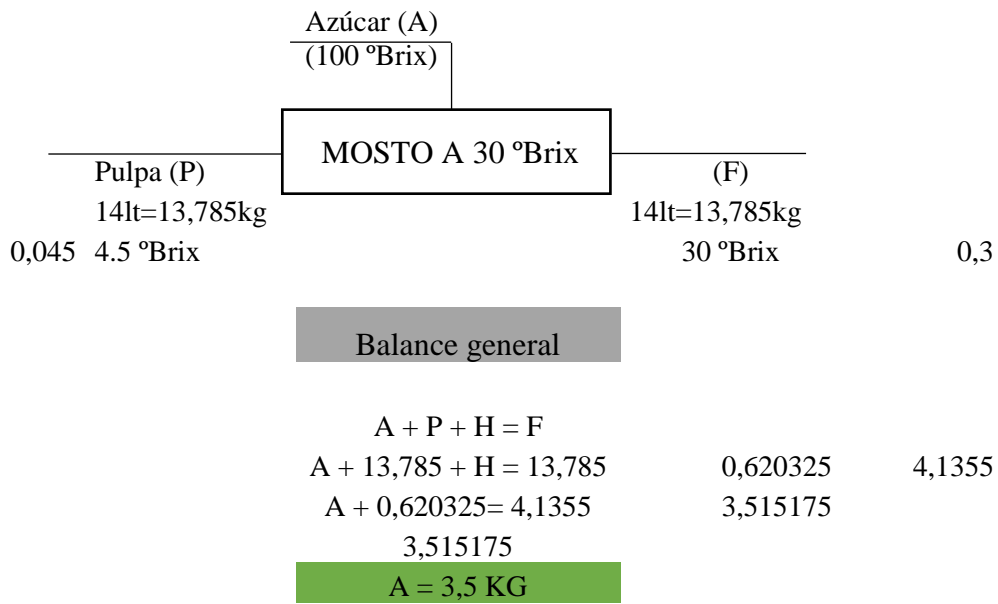


Figura 5.7. Tratamiento 7 - corrección del mosto a 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

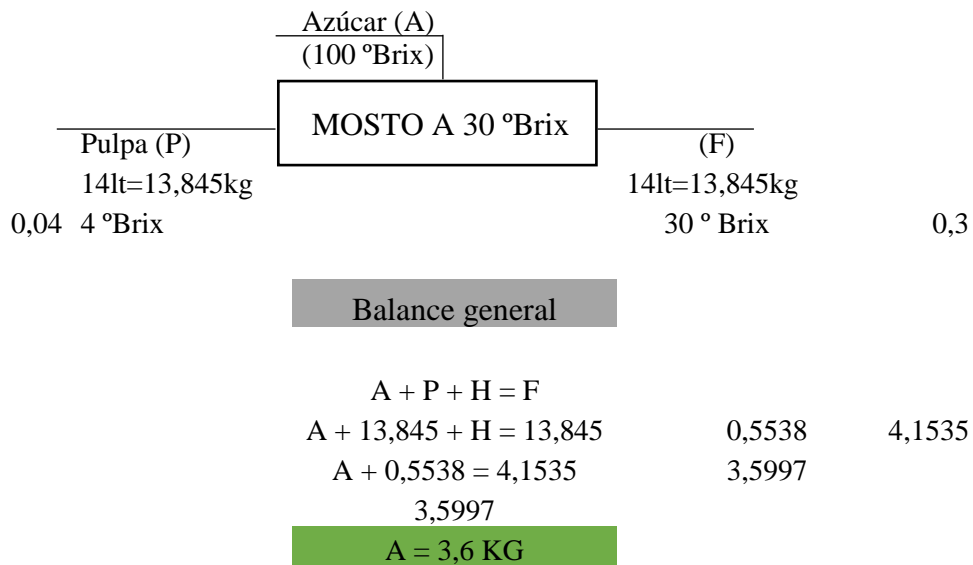


Figura 5.8. Tratamiento 8 - corrección del mosto a 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE N°6: TABLAS Y GRÁFICAS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS °BRIX EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Tabla 6.1

Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
19/06/2017	25	Corrección del mosto
20/06/2017	24,5	
21/06/2017	23,5	
22/06/2017	23	
23/06/2017	22	
24/06/2017	21,5	
25/06/2017	21	
26/06/2017	20	
27/06/2017	19,5	
28/06/2017	19	
29/06/2017	18	
30/06/2017	17,5	
01/07/2017	17	
02/07/2017	16,5	Filtrado
03/07/2017	16	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

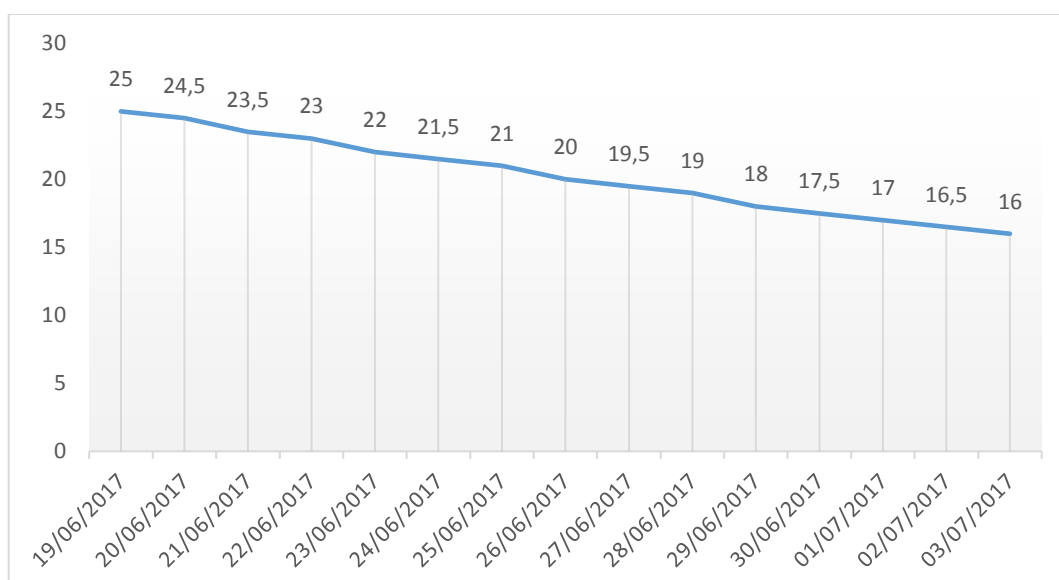


Figura 6.1. Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.2

Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
20/06/2017	25	Corrección del mosto
21/06/2017	24,5	
22/06/2017	23,5	
23/06/2017	23	
24/06/2017	22	
25/06/2017	21,5	
26/06/2017	21	Filtrado
27/06/2017	20	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

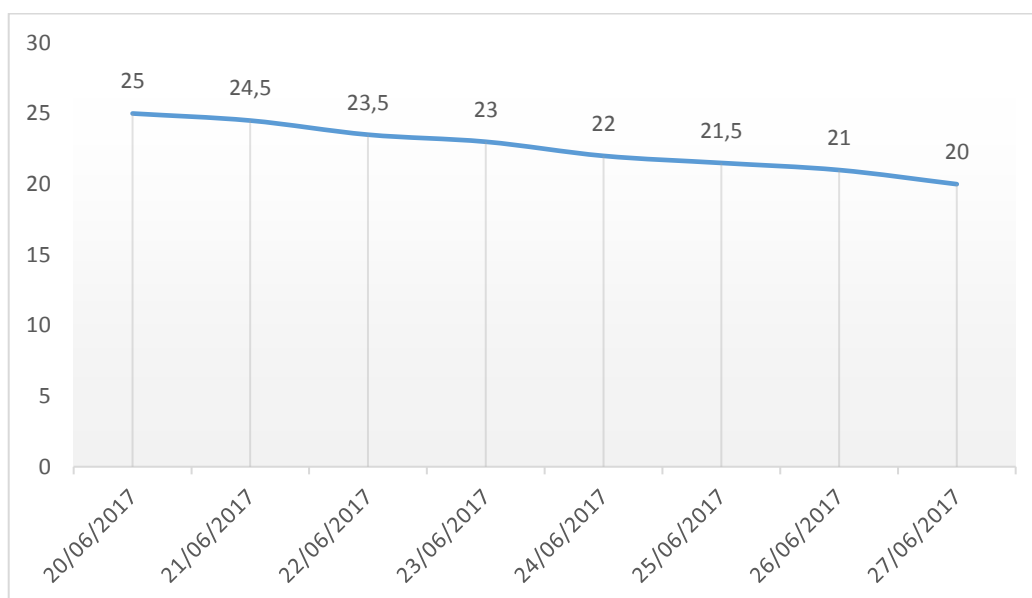


Figura 6.2. Relación 1 a 1, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3

Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
21/06/2017	30	Corrección del mosto
22/06/2017	29	
23/06/2017	27	
24/06/2017	26	
25/06/2017	25	
26/06/2017	24,5	
27/06/2017	24	
28/06/2017	23	
29/06/2017	22,5	
30/06/2017	22	
01/07/2017	21,5	
02/07/2017	20	
03/07/2017	19,5	
04/07/2017	19	
05/07/2017	18,5	
06/07/2017	18	
07/07/2017	17,5	
08/07/2017	17	
09/07/2017	16,5	Filtrado
10/07/2017	16	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

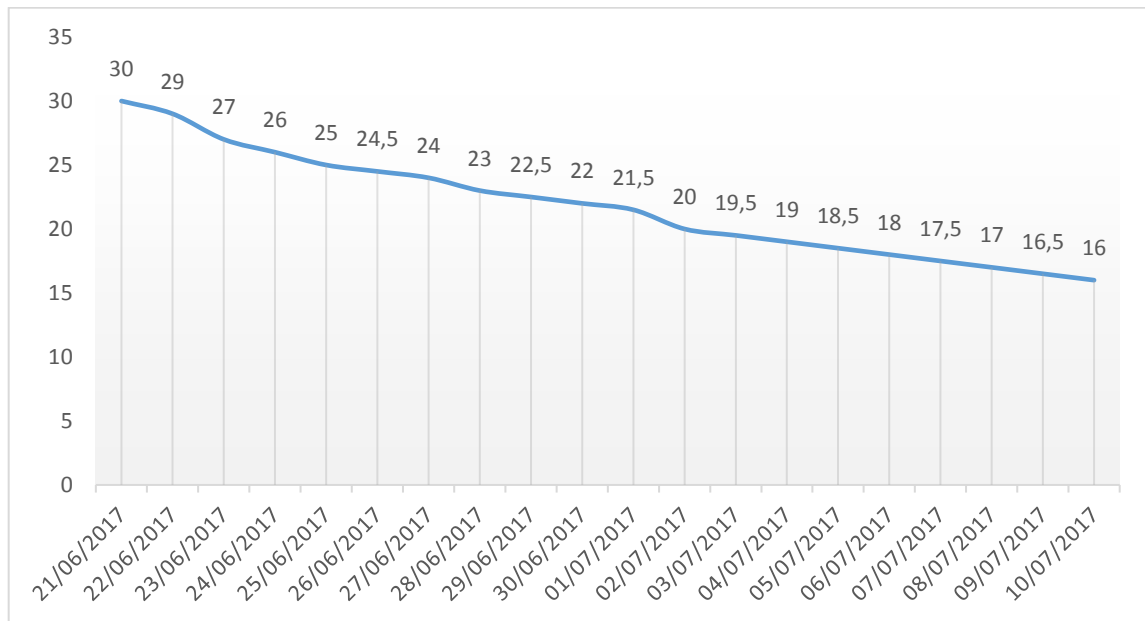


Figura 6.3. Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4

Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
21/06/2017	30	Corrección del mosto
22/06/2017	29	
23/06/2017	28,5	
24/06/2017	27,5	
25/06/2017	26	
26/06/2017	24,5	
27/06/2017	23	
28/06/2017	22,5	
29/06/2017	22	
30/06/2017	21,5	
01/07/2017	21	
02/07/2017	20,5	Filtrado
03/07/2017	20	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

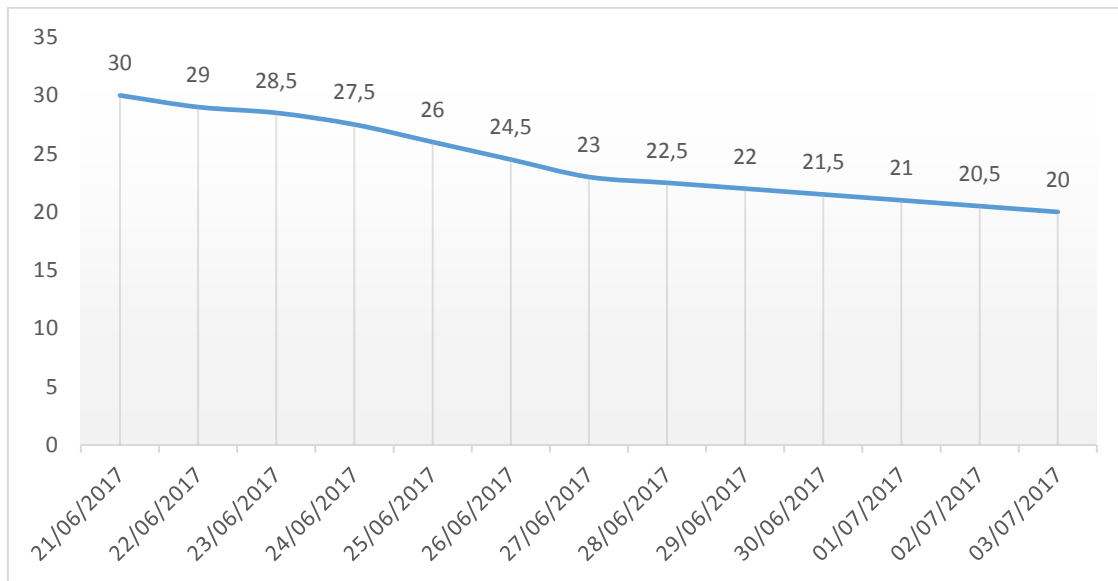


Figura 6.4. Relación 1 a 1, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.5

Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
22/06/2017	25	Corrección del mosto
23/06/2017	24	
24/06/2017	23,5	
25/06/2017	22,5	
26/06/2017	21	
27/06/2017	21,5	
28/06/2017	20	
29/06/2017	19	
30/06/2017	18,5	
01/07/2017	18,5	
02/07/2017	17,5	
03/07/2017	17	Filtrado
04/07/2017	16	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

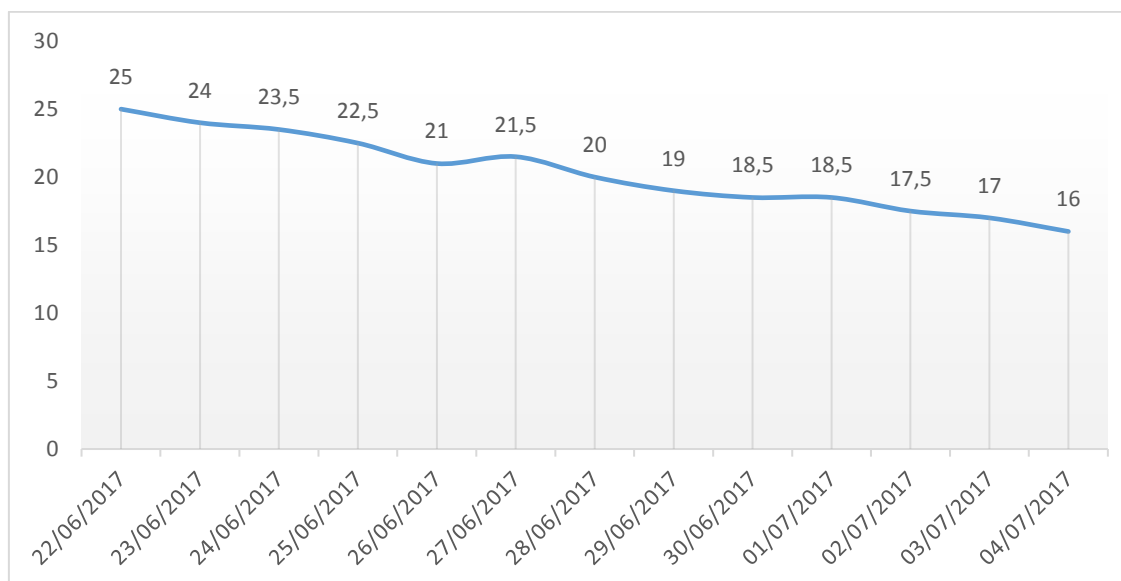


Figura 6.5. Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.6

Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
23/06/2017	25	Corrección del mosto
24/06/2017	24	
25/06/2017	23,5	
26/06/2017	23	
27/06/2017	22,5	
28/06/2017	21,5	
29/06/2017	21,5	
30/06/2017	20,5	Filtrado
01/07/2017	20	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

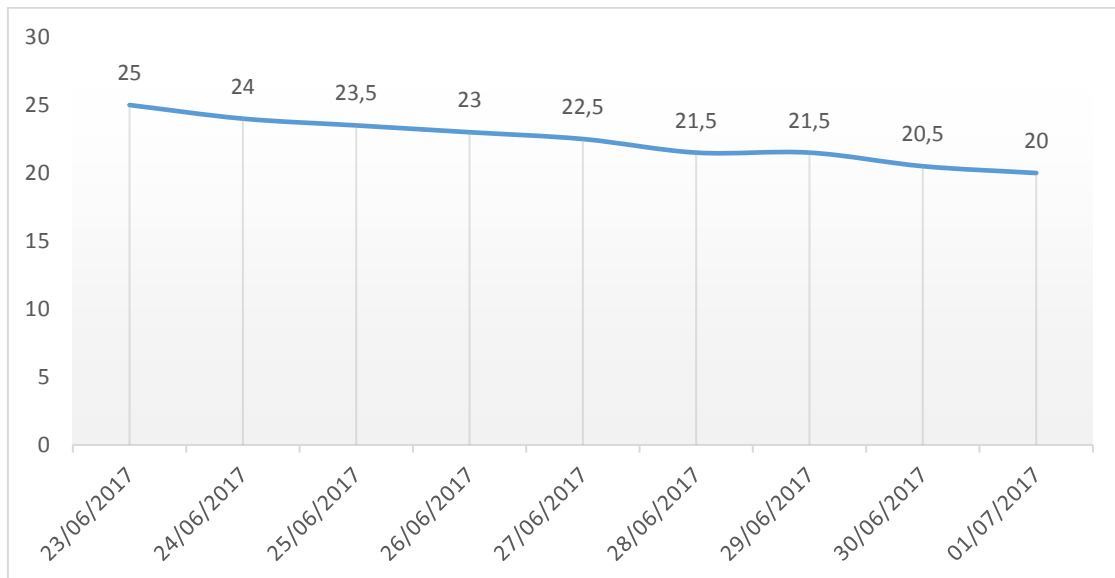


Figura 6.6. Relación 1 a 2, corrección a 25 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.7

Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
23/06/2017	30	Corrección del mosto
24/06/2017	28	
25/06/2017	27,5	
26/06/2017	26	
27/06/2017	25	
28/06/2017	24,5	
29/06/2017	24	
30/06/2017	23,5	
01/07/2017	23	
02/07/2017	22	
03/07/2017	21,5	
04/07/2017	21	
05/07/2017	21	
06/07/2017	20	
07/07/2017	19,5	
08/07/2017	19	
09/07/2017	18,5	
10/07/2017	18	
11/07/2017	17	
12/07/2017	16,5	Filtrado
13/07/2017	16	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

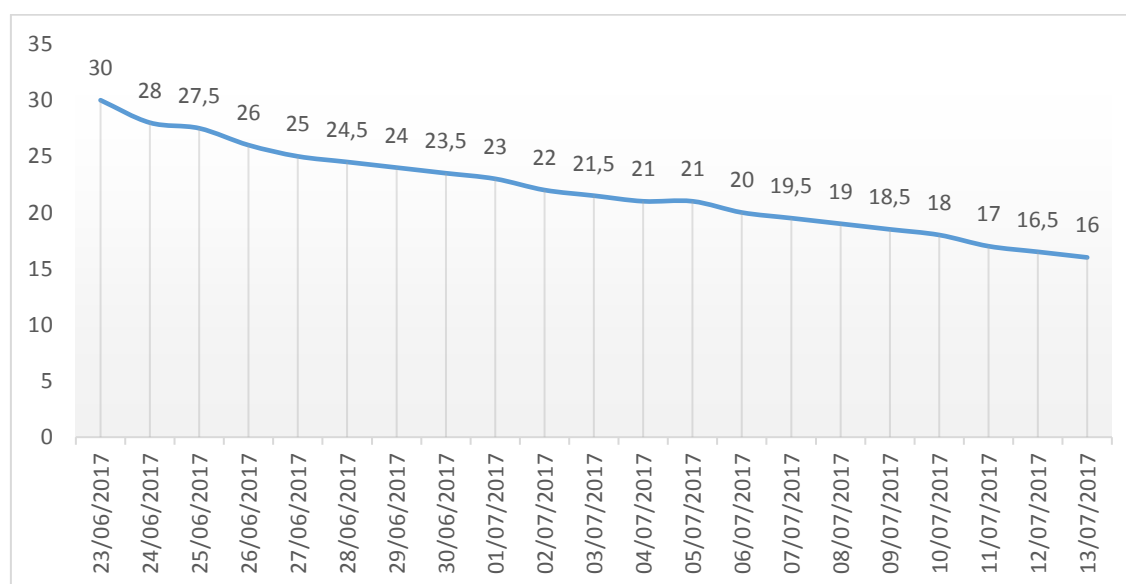


Figura 6.7. Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 16 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.8

Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix.

Día	°Brix	Observaciones
23/06/2017	30	Corrección del mosto
24/06/2017	29	
25/06/2017	28,5	
26/06/2017	27	
27/06/2017	26,5	
28/06/2017	25	
29/06/2017	24	
30/06/2017	23,5	
01/07/2017	22	
02/07/2017	21,5	
03/07/2017	21	Filtrado
04/07/2017	20	Corte de fermentación

Fuente: Elaboración propia

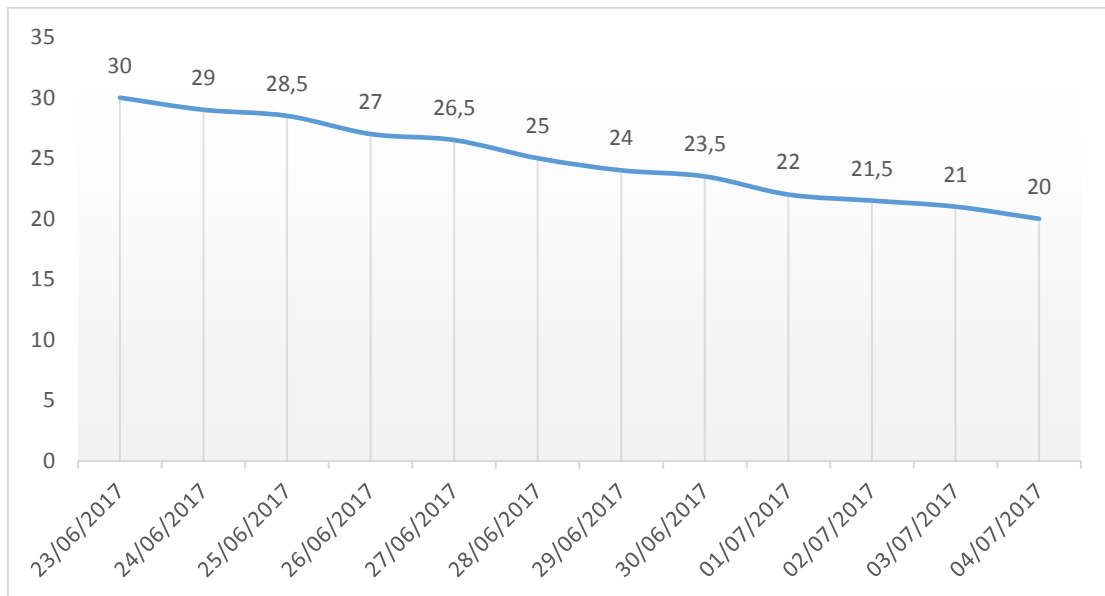


Figura 6.8. Relación 1 a 2, corrección a 30 °Brix, corte de fermentación a 20 °Brix

Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE N°7: MODELO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMENTADA DE “CARAMBOLA”

Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: _____ **Sexo:** Masculino () Femenino: ()

1. ¿Usted ha consumido alguna vez una bebida alcohólica fermentada de carambola?

- Si
- No

2. Si la respuesta es positiva, mencione donde lo ha adquirido:

- Preparado en casa
- Comprado en el mercado
- Comprado en el supermercado
- Comprado en una tienda de bebidas alcohólicas
- En otro lugar
(especifique) _____

3. Por favor, evalúe cuidadosamente cada muestra (vaso) codificado de la bebida alcohólica fermentada de carambola y utilizando la escala abajo, califique cuanto le gustó o disgustó el producto en relación a los siguientes atributos:

- 9** - Me gustó extremadamente
- 8** - Me gustó mucho
- 7** - Me gustó moderadamente
- 6** - Me gustó ligeramente
- 5** - No me gustó ni me disgustó
- 4** - Me disgustó ligeramente
- 3** - Me disgustó moderadamente
- 2** - Me disgustó mucho
- 1** - Me disgustó extremadamente

MUESTRA N°	213	354	435	756	132	543	657	564
Color								
Olor								
Sabor								
Apariencia general								

4. Utilizando la escala abajo, exprese su parecer en relación a la intención de compra de la muestra evaluada de la bebida alcohólica fermentada de carambola.

5 – Seguramente compraría

4 - Probablemente compraría

3 - Talvez compraría / talvez no compraría

2 - Probablemente no compraría

1 - Seguramente no compraría

MUESTRA N°	213	354	435	756	132	543	657	564
NOTA								

5. Si tuviera algún comentario en relación a los atributos que más le gustaron o disgustaron de alguna muestra de la bebida alcohólica fermentada de carambola, hágalas con sus propias palabras en los renglones abajo, identificando a que muestra (o muestras) se refiere:

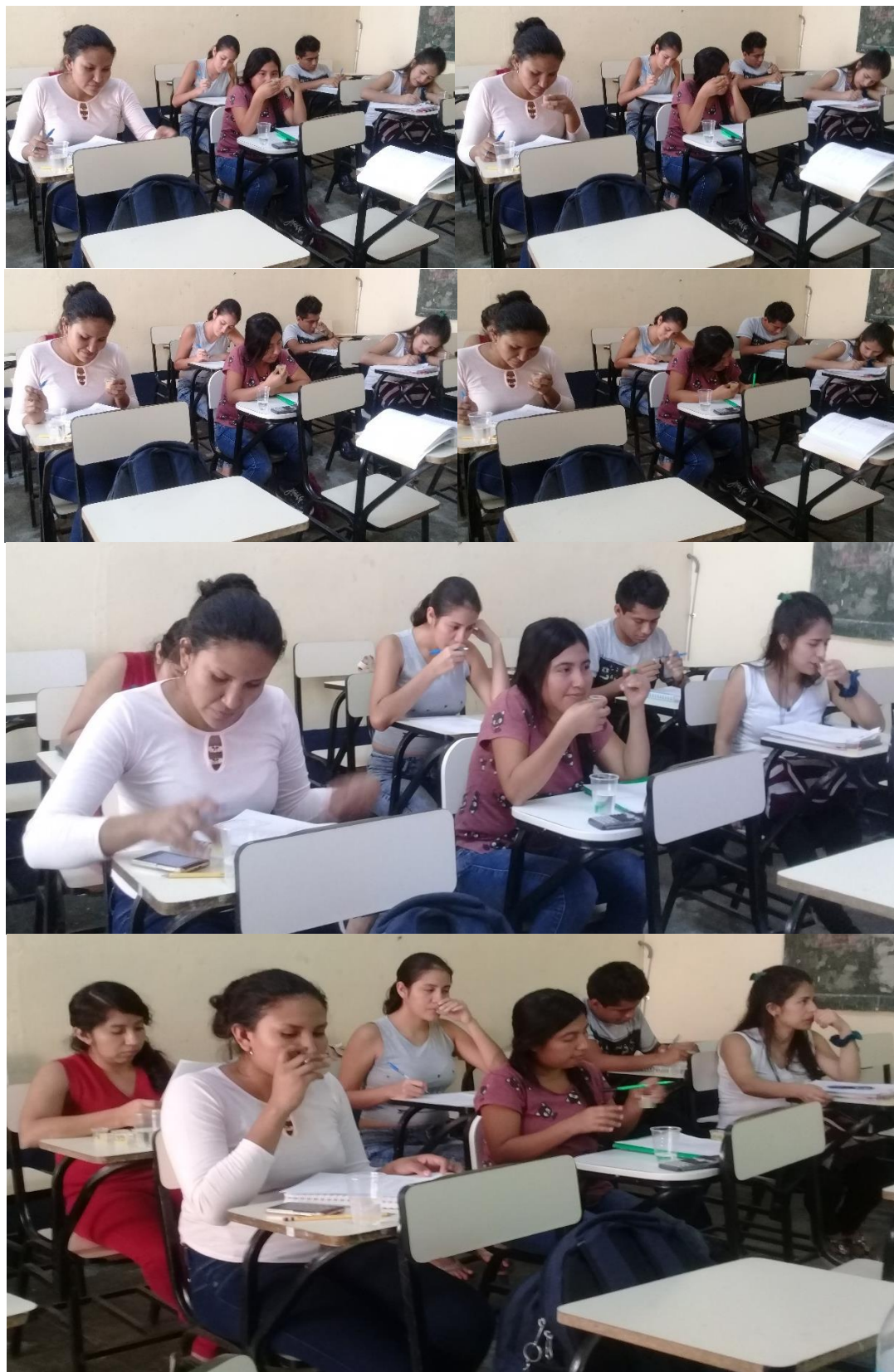
Muestra

Nº: _____

¡Muchas gracias por su participación!

Fuente: Sancho, J. V., Bota, E. P., & Castro J., M. (1998). Introducción al análisis sensorial de los alimentos
Apéndice 7. Modelo de evaluación sensorial de una bebida alcohólica fermentada de “carambola”.

APÉNDICE N°8: FOTOGRAFÍAS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL APLICADA A LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE.











APÉNDICE N°9: BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla 9.1

Tabla de base de datos del análisis sensorial

Consumidor	Tratamientos																															
	T1 (213)				T2 (354)				T3 (435)				T4 (756)				T5 (132)				T6 (543)				T7 (657)				T8 (564)			
	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A
1	4	7	6	6	5	5	3	6	5	2	6	6	6	7	6	6	6	5	7	5	5	2	6	6	6	3	2	5	6	7	7	6
2	6	6	8	6	5	6	6	6	7	5	7	6	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7
3	7	6	6	7	6	7	7	7	5	4	4	5	8	6	7	7	7	6	5	6	5	5	8	7	7	5	4	5	7	7	8	7
4	6	7	7	6	5	7	8	5	8	6	8	8	7	6	8	7	7	8	5	6	6	7	5	5	7	8	7	7	8	6	6	6
5	8	7	6	6	7	6	7	6	7	6	7	7	8	8	8	8	8	7	7	8	7	8	6	7	6	6	8	7	7	7	7	7
6	7	6	8	8	6	5	8	8	8	4	2	3	7	7	6	6	8	8	8	7	7	6	8	8	8	7	4	3	7	7	6	7
7	6	7	6	6	7	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	4	5	5	4	3	4	5	4	5	6	6	5	5	6	6	4
8	8	7	7	8	6	8	8	8	7	6	5	6	7	8	8	8	7	7	6	7	7	7	8	7	8	6	5	6	6	7	6	7
9	5	9	9	8	5	9	6	7	5	3	4	6	5	9	5	7	5	7	6	7	5	9	9	8	5	4	2	6	5	8	7	7
10	9	7	9	9	6	5	6	5	5	7	6	6	7	6	7	5	6	5	7	5	6	5	8	8	8	7	7	7	5	5	6	5

11	8	6	8	6	5	5	4	5	7	7	5	5	8	9	9	8	7	6	6	7	8	7	7	6	7	6	6	7	6	7	7	6
12	6	6	8	7	5	4	2	4	5	4	2	4	6	6	8	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
13	7	6	6	7	6	5	3	2	6	3	7	7	6	6	7	7	6	4	4	5	5	5	1	3	6	7	7	7	5	6	6	6
14	7	6	4	6	6	6	6	6	6	4	7	6	6	6	7	6	4	4	4	5	5	6	3	5	6	5	8	7	5	5	4	5
15	8	5	7	6	4	4	3	3	7	5	7	8	6	7	8	7	5	5	4	5	6	5	6	2	7	7	7	7	5	5	5	6
16	6	5	7	6	4	5	5	5	6	6	7	7	6	5	6	6	3	5	4	5	5	6	8	7	6	5	4	5	6	6	8	7
17	8	6	8	7	6	6	8	6	6	5	7	6	7	8	6	7	5	7	7	6	8	6	8	7	7	6	5	5	8	7	7	7
18	6	7	8	7	5	6	5	5	5	4	3	4	5	6	7	7	5	5	5	5	5	5	4	4	5	6	4	4	5	5	5	4
19	6	5	5	6	4	4	7	6	6	6	8	7	7	8	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	7	6	8	7	6	7	6	6
20	6	5	7	6	7	6	8	7	6	6	5	5	6	6	7	6	6	6	7	7	7	7	8	8	6	6	7	6	7	7	7	7
21	6	7	8	7	7	7	8	8	7	8	9	8	7	8	9	8	7	8	8	7	8	8	9	8	6	6	4	5	7	8	9	9
22	8	7	7	7	5	4	6	6	7	8	8	8	6	6	7	7	5	5	7	6	3	5	8	6	2	2	3	3	6	6	8	7
23	8	8	8	7	5	5	5	5	8	7	4	6	9	9	9	9	9	9	9	9	7	6	6	8	4	4	4	4	6	6	7	6
24	5	5	4	5	5	5	6	5	4	2	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	4	5	4	6	4	2	4	4	5	3	4
25	6	7	7	7	3	4	4	4	6	5	4	5	6	6	7	7	4	7	7	6	4	6	2	3	8	7	5	5	6	6	6	6
26	6	5	8	5	4	4	3	3	7	5	8	7	6	6	7	7	5	5	6	5	3	5	6	5	6	7	8	7	5	5	5	5

27	8	9	4	7	9	8	6	2	9	8	6	4	7	6	9	8	9	8	6	3	8	7	6	4	9	8	6	7	9	8	6	7
28	7	6	8	7	7	5	9	7	6	5	6	6	7	6	6	7	6	7	5	6	6	7	6	6	6	8	7	6	7	8	8	7
29	8	6	6	8	5	5	5	6	8	6	8	8	8	8	8	7	6	5	6	5	7	6	5	6	6	7	8	7	7	7	6	7
30	7	8	7	7	6	6	8	7	5	7	4	6	6	5	7	6	6	6	5	6	8	8	7	7	8	8	8	8	6	6	6	6
31	7	8	9	8	8	6	9	7	7	6	8	6	8	7	7	7	8	8	7	7	8	9	9	9	6	5	6	7	8	8	8	9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.1

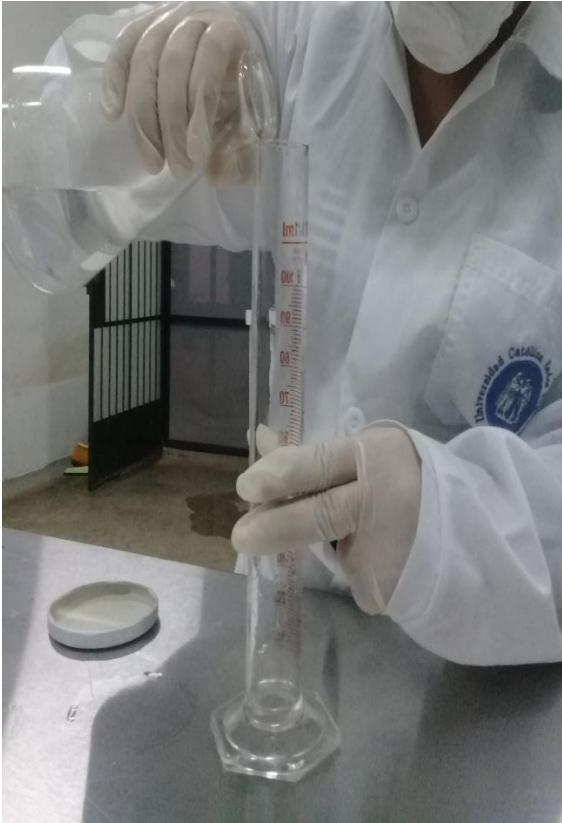
Tabla de base de datos de la intención de compra

Consumidores	INTENCIÓN DE COMPRA							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	2	1	1	3	3	1	1	4
2	4	3	3	4	4	5	4	4
3	3	4	2	3	3	4	2	4
4	4	4	5	5	3	2	4	4
5	4	3	5	5	4	3	4	4
6	4	5	2	3	4	5	2	3
7	4	4	5	5	2	2	3	2
8	4	4	3	4	4	5	3	4
9	5	4	4	4	4	5	2	4
10	5	3	3	3	4	5	4	3
11	5	3	2	5	4	4	3	4
12	4	2	1	4	2	3	2	2
13	4	2	5	5	4	1	5	3
14	2	3	4	4	3	4	5	3
15	4	2	4	4	3	1	5	4
16	4	3	3	3	2	4	3	4
17	4	5	3	3	4	5	3	4
18	4	2	2	4	3	3	2	3
19	2	2	4	5	3	2	5	3
20	3	4	2	3	4	4	3	4
21	3	5	5	5	4	5	2	5
22	4	3	5	2	2	4	1	4
23	5	4	4	5	5	4	2	3
24	3	4	1	3	3	4	3	4
25	4	1	2	3	2	2	3	3
26	4	2	5	5	3	2	5	3
27	5	4	4	5	3	4	3	5
28	4	5	4	4	4	4	4	3
29	4	3	4	5	3	3	4	4
30	4	3	3	3	3	3	4	3
31	5	4	4	3	4	5	3	5

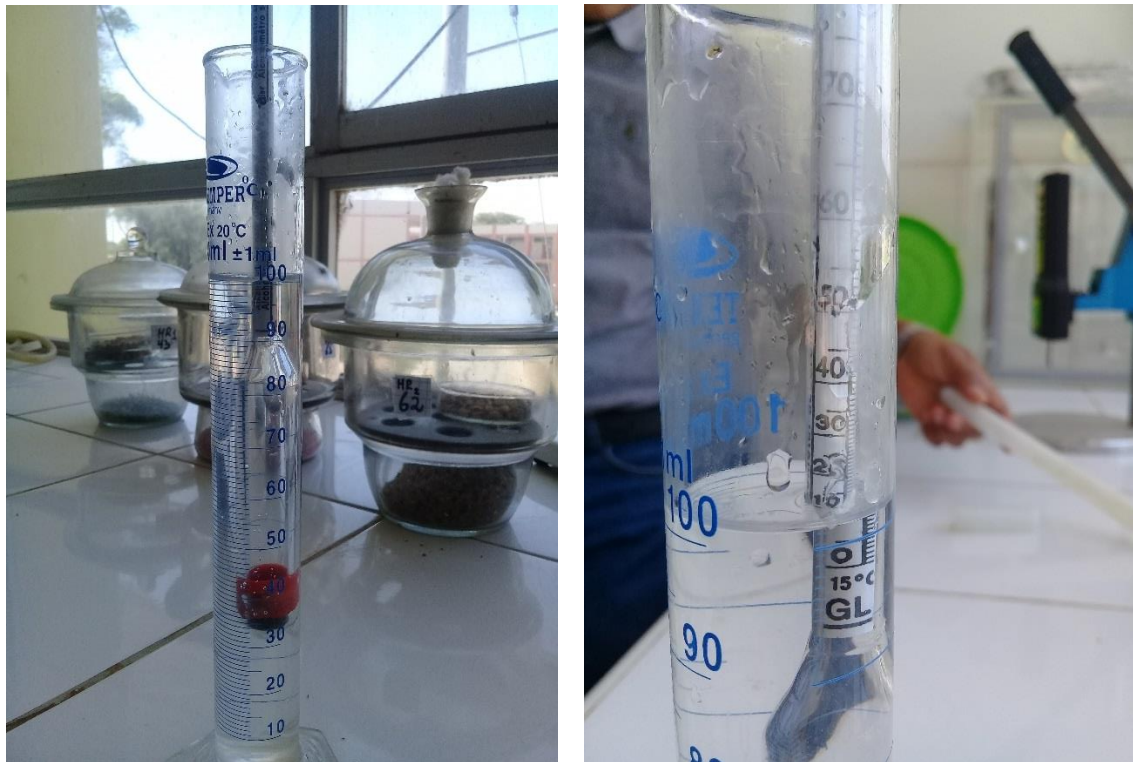
Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE N°10: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO (T4).





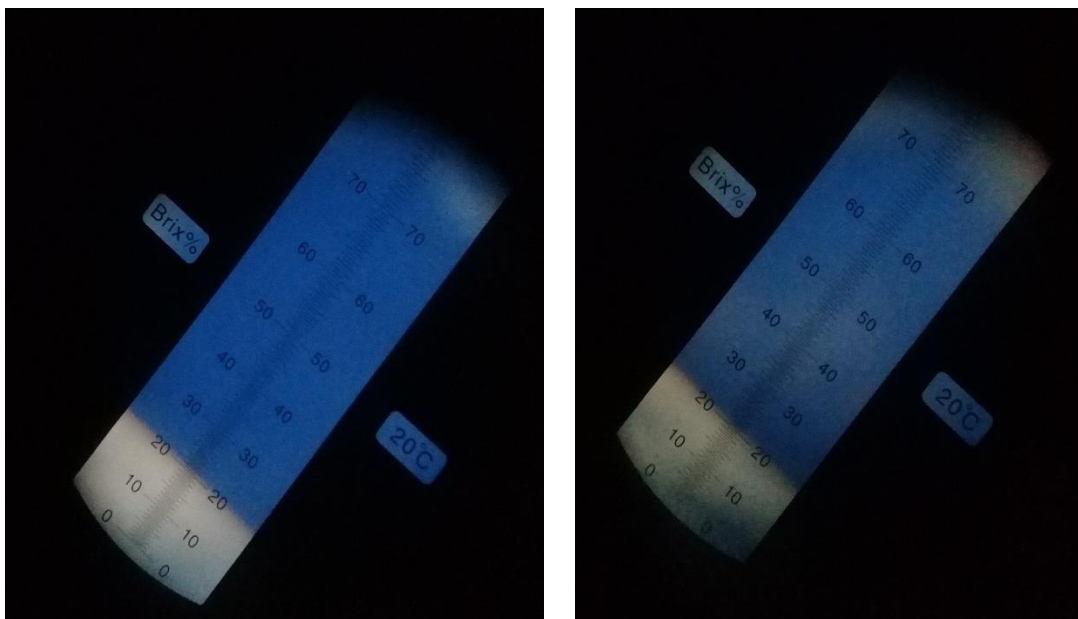
APÉNDICE N°11: FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO.



Fotografía 11.1. Análisis de los grados de alcohol



Fotografía 11.2. Análisis del pH de la bebida alcohólica



Fotografía 11.3. Análisis de los °Brix de la bebida alcohólica



Fotografía 11.4 Análisis de la acidez titulable de la bebida alcohólica

APÉNDICE N°12: NORMA TÉCNICA PERUANA. REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL VINO.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 212.014
2011

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145
Lima, Perú

BEBIDAS ALCOHÓLICAS VITIVINÍCOLAS. Vinos.
Requisitos

ALCOHOLIC BEVERAGES. Wines. Requirements

2011-11-30
3ª Edición

R.0051-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-12-16
I.C.S.: 67.180.10
Descriptores: Bebida, alcohólica, vitivinícola, vino, requisito

Precio basado en 19 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Bebidas alcohólicas vitivinícolas mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de febrero de 2010 a julio de 2011, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Bebidas alcohólicas vitivinícolas presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias –CNB-, con fecha 2011-07-27, el PNTP 212.014:2011, para su revisión y aprobación; siendo sometida a la etapa de Discusión Pública el 2011-09-30. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 212.014:2011 BEBIDAS ALCOHÓLICAS VITIVINÍCOLAS. Vinos. Requisitos**, 3ª Edición, el 16 de diciembre de 2011.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 212.014:2002 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Vinos. Requisitos. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	COMITÉ DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA - S.N.I.
Presidente	Alfredo San Martín Novelli
Secretario	Juan Carlos Palma
Coordinadora	Lyrís Monasterio Muñoz
ENTIDAD	REPRESENTANTE(S)
BODEGAS VISTA ALEGRE S.A.	Rodolfo Vasconi

7.2. Requisitos físicos y químicos

TABLA 1 – Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS	Mínimo	Máximo	Tolerancia al valor declarado	Método de ensayo
✓ Grado alcohólico volumétrico a 20/20 °C (% vol)	Para los vinos espumosos: 6,5 Para los demás vinos: 10,0	-	+/- 0,5	NTP 212.030
✓ Extracto seco total a 100°C (g/L) ¹	Para los vinos blancos y rosados: 16,0 Para los vinos tintos: 21,0	-		NTP 212.036
✓ Acidez volátil, como ácido acético (g/L)	-	1,2		NTP 212.031
l (x) Sulfatos, como sulfato de potasio (g/L)	-	1,0 Para los vinos envejecidos en barricas durante al menos 2 años para los vinos endulzados para los vinos obtenidos mediante la adición de alcohol o espirituosos de los mostos o vinos: 1,5 para los vinos con adición de mosto concentrado, para los vinos dulces naturales: 2,0		NTP 212.006
✓ (x) Cloruros, como cloruros de sodio (g/L)	-	1,0		NTP 212.008
x Alcohol metílico (mg/L)		Para los vinos tintos: 400 Para los vinos blancos y rosados: 250		NTP 212.032
✓ Acidez cítrica (g/L)		1,0		NTP 212.037
✓ Acidez total, como acidez tartárica (g/L)	3,0	7,0		NTP 212.047
8-En 801 166 L Anhidrido sulfuroso total		Para vinos tintos que contengan como máximo 4 g/L de sustancias reductoras: 150,0 Para vinos blancos y rosados que contengan como máximo 4g/L de sustancias reductoras: 200,0 Para vinos blancos y rosados que contengan más de 4 g/L de sustancias reductoras: 300,0 Excepcionalmente en algunos vinos blancos dulces: 400,0		NTP 212.215

¹ No deberán contener menos de lo indicado

APÉNDICE N°13: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL MEJOR TRATAMIENTO.

Piura
Región
GOBIERNO REGIONAL PIURA

**GOBIERNO REGIONAL DE PIURA
GERENCIA DE DESARROLLO SOCIAL
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE PIURA
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA**

INFORME TECNICO N° 0220-2017-GOB.REG-PIURA-DRSP-43002012

PIURA, 28 DE SETIEMBRE DE 2017

SOLICITANTE	REYNA ELISABETH WINCHONLONG RUFINO
DIRECCION LEGAL	A.H. MERCADO JARRIN MZ. F. LOTE 3 - CHULUCANAS - PIURA
MUESTRA	BEBIDA FERMENTADA
PROCEDENCIA	REYNA ELISABETH WINCHONLONG RUFINO
CODIGO DE MUESTRA	0454
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA	25 DE SETIEMBRE DE 2017
PLAN DE MUESTREO	MUESTRA PROTOTIPO (600ml. Aprox.)
FECHA DE EJECUCION DE ENSAYO	25 DE SETIEMBRE DE 2017
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
ENVASE	Botella de vidrio, con tapa a presión y corcho. Sin cadena de frío.
ROTULADO	Etiqueta de papel, indica T4 - 21-06-17.
FECHA DE PRODUCCION	No indica
FECHA DE VENCIMIENTO	No indica

ANALISIS MICROBIOLÓGICO	
ENSAYO	RESULTADO
Generación de Coliformes	NMP/ml.
	0

LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL DE SALUD PIURA
V° B°
EQUIPO DE CONTROL
DE ALIMENTOS

METODO DE ENSAYO :
ANALISIS MICROBIOLÓGICO :
ENUMERACION DE COLIFORMES

ISO 4831 : 2006

RECC. REGIONAL DE SALUD PIURA
DIRECCION DE LABORATORIOS DE SALUD PUBLICA
Maria del Rosario Fiestas Chunga
MCELCO, MARIA DEL ROSARIO FIESTAS CHUNGA
COSP N° 1000
JEFE DE EQUIPO DE CONTROL DE SALUD DE ALIMENTOS
Y VIGILANCIA NUTRICIONAL

Documento emitido en base a los resultados en nuestro laboratorio. La validez del presente documento es por tres (03) meses a partir de la fecha de emisión. Aplicable sólo para el producto y cantidades marcadas siempre y cuando se mantengan las mismas condiciones realizado el muestreo. La muestra para durabilidad de esos productos se almacenará por tres (03) meses a partir de la fecha de realizado el Muestreo. Prohibida la reproducción total y/o parcial del presente documento.

AV. RAMÓN CASTILLA N° 373 - CASTILLA PIURA - TELÉFONO: 345116 - TELEFAX: 34-5656
E-mail: labpiura1@yahoo.es

Figura 13.1. Análisis microbiológico de la bebida alcohólica fermentada (T4), en el Laboratorio de Referencia Regional de Salud-Piura.
Fuente: LARESA-PIURA