



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del Grado
Académico de Ingeniera Agroindustrial

Proyecto de Investigación:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y SENSORIAL DEL VINAGRE A
PARTIR DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*) EN DOS ESTADOS DE
MADUREZ”

Autor:

ESTEFANIA ISABEL VELASQUEZ VERA

Director del Proyecto de Investigación:

ING. DENISSE MARGOTH ZAMBRANO MUÑOZ MSc.

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ESTEFANIA ISABEL VELASQUEZ VERA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

ESTEFANIA ISABEL VELASQUEZ VERA

C.C. # 120107019637



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita **Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Estefania Isabel Velasquez Vera**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: “**CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y SENSORIAL DEL VINAGRE A PARTIR DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ**”, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**, bajo mi dirección, habiendo cumpliendo con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO
MUNOZ

Firmado digitalmente por
DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO MUNOZ
Fecha: 2023.11.09

Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita **Ing. Denisse Zambrano Muñoz MSc** mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y SENSORIAL DEL VINAGRE A PARTIR DE LA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ**”. Presentado por la estudiante **Estefania Isabel Velasquez Vera**, egresada de la Carrera de agroindustria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 95% y similitud 5%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.



Document Information

Analyzed document	TESIS_FINAL VELASQUEZ ESTEFANIA (2).docx (D178122871)
Submitted	2023-11-08 13:44:00
Submitted by	DENISSE ZAMBRANO
Submitter email	dzambranom@uteq.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	dzambranom.uteq@analysis.urkund.com

DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO
MUNOZ

Firmado digitalmente por
DENISSE MARGOTH
ZAMBRANO MUNOZ
Fecha: 2023.11.09

Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz MSc.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Caracterización físico-química y sensorial del vinagre a partir de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en dos estados de madurez”

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial.

Aprobado por:

José Vicente
Villarroel Bastidas

Firmado digitalmente por José
Vicente Villarroel Bastidas
Fecha: 2023.11.09 10:01:36
-05'00'

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. José Villarroel Bastidas MSc

FERNANDA
GERMANIA
TIRIRA CHULDE

Firmado digitalmente por
FERNANDA GERMANIA
TIRIRA CHULDE
Fecha: 2023.11.10
13:56:17 -05'00'

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Fernanda Tirira Chulde MSc.



Firmado electrónicamente por:
ROBERT WILLIAM
MOREIRA MACIAS

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Robert Moreira Macías MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad Técnica Estatal De Quevedo por darme la oportunidad de permitirme desarrollar mis habilidades y destrezas para poder formarme profesionalmente en el campo de la agroindustria.

También expreso mi más sincero agradecimiento a la Ingeniera Denisse Zambrano quien fue la principal guía en la realización de la presente investigación, que con base en su experiencia y orientación logró direccionar mis conocimientos para encontrar soluciones a los problemas.

De igual manera agradezco igualmente a mis compañeros de aula quienes a lo largo de mi formación académica, con sus carismas y complicidad, se convirtieron en un refugio para salir de la monotonía, y que a pesar de tener pequeñas diferencias siempre ha existido una mano amiga llena de motivaciones para seguir adelante.

Además, agradezco de forma general aquellas personas que de alguna manera contribuyeron al logro de mis metas.

Estefania Isabel Velasquez Vera

DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones que me ha brindado y ser mi fortaleza en el camino de la vida.

A mis padres que son parte de mi vida y en especial a mi madre por su constante apoyo y motivación.

A mi hija Isabella que es mi completa felicidad, que con su amor ha sido mi pilar fundamental para seguir adelante.

A mis hermanos que me acompañaron en este camino de aprendizajes y me han brindado su tiempo para saber escucharme.

Estefania Isabel Velasquez Vera

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue la caracterización físico – química y sensorial del vinagre a partir de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en dos estados de madurez como alternativa para dar aprovechamiento a las frutas exóticas poco tradicionales. Para la elaboración del vinagre se recibió las materias primas , posteriormente se seleccionó y se lavó las carambolas para eliminar las impurezas presente en la materia prima, seguidamente se realizó un troceado y se escaldó las frutas, después se licuó y se procedió a extraer la pulpa y se acondicionó el mosto luego se realizó la debida fermentación alcohólica durante un periodo de veinte días, después se procedió a realizar el trasiego para separar los sólidos de mayor tamaño de la parte líquida, seguidamente se colocó el producto en un recipiente nuevo para la fermentación acética por dos semanas y al cabo de ese tiempo se volvió a filtrar el líquido para eliminar las partículas de menor tamaño que no han sido completamente extraída por el tamiz, se utilizó papel filtro para obtener el líquido más puro para obtener el vinagre de carambola posteriormente se almacena, el producto final se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2296 requisitos para vinagre.

Se aplicó un diseño factorial A*B, donde los factores fueron: Factor A: Estados de madurez, Factor B: Concentración de levadura, obteniendo un total de 6 tratamientos experimentales replicados por 3, los datos obtenidos fueron analizados en dos softwares estadísticos MINITAB y STATGEAPHICS, de acuerdo con los análisis obtenidos de los tratamientos se logró obtener el mejor tratamientos de la carambola en estado Semi – madura y madura con concentraciones del 3% en levadura, en cuanto a la caracterización sensorial del vinagre de carambola se lo realizó a 27 personas, el producto final que cumplió con la satisfacción de los consumidores es el vinagre obtenido en estado de madurez tipo 5 (color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado) identificada como T6 (Madura + levadura 3%).

Palabras claves:

Carambola, madurez, fermentación alcohólica, fermentación acética, vinagre, análisis físico – químico, análisis sensorial.

ABSTRACT

The main objective of this research was the physical-chemical and sensory characterization of vinegar from carambola (*Averrhoa carambola L.*) in two stages of maturity as an alternative to take advantage of non-traditional exotic fruits. For the elaboration of the vinegar, the raw material was received, then the carambola was selected and washed to eliminate the impurities present in the raw material, then the fruit was chopped and scalded, then it was liquefied and the pulp was extracted and the must was conditioned, then the alcoholic fermentation was carried out for a period of twenty days, then the racking was carried out to separate the larger solids from the liquid part, The product was then placed in a new container for acetic fermentation for two weeks and after that time the liquid was filtered again to eliminate the smaller particles that had not been completely removed by the sieve. Filter paper was used to obtain the purest liquid to obtain the carambola vinegar, which was then stored; the final product is within the parameters established by the Ecuadorian Institute of Standardization NTE INEN 2296 requirements for vinegar.

A factorial design A*B was applied, where the factors were: Factor A: Maturity stages, Factor B: Yeast concentration, obtaining a total of 6 experimental treatments replicated by 3, the data obtained were analyzed in two statistical softwares MINITAD and STATGEAPHICS, according to the analyses obtained from the treatments, the best treatments of the carambola in Semi-ripe and ripe state with 3% yeast concentrations were obtained, As for the sensory characterization of the carambola vinegar, it was carried out on 27 people, the final product that met the satisfaction of consumers is the vinegar obtained in maturity stage type 5 (intense opaque orange color, fruit completely colored) identified as T6 (mature + yeast 3%).

Keywords:

Carambola, maturity, alcoholic fermentation, acetic fermentation, vinegar, physical-chemical analysis, sensory analysis.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ...	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
CÓDIGO DUBLÍN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.	8
2.1.1. Carambola.....	8
2.1.2. Variedades de carambola	8
2.1.3. Utilización de la carambola en el mercado.....	9
2.1.4. Producción de carambola en Ecuador.....	9

2.1.5. Azúcar	9
2.1.6. Ácido cítrico	9
2.1.7. Levadura	10
2.1.8. Factores a considerar para el crecimiento y desarrollo de la levadura	10
2.1.9. Vinagre.....	11
2.1.10. Tipos de vinagre	12
2.1.11. Beneficio del vinagre.....	13
2.1.12. Proceso de obtención del vinagre	13
2.2. Marco referencial.....	13
CAPÍTULO III	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. Localización.....	17
3.2. Tipo de investigación	17
3.2.1. Investigación explicativa	17
3.2.2. Investigación experimental	17
3.2.3. Investigación analítica	17
3.3. Métodos de investigación	17
3.3.1. Método de Observación	17
3.3.2. Método Analítico.....	17
3.3.3. Método Deductivo.....	17
3.3.4. Método Inductivo.....	18
3.3.5. Método Bibliográfico.....	18
3.4. Fuentes de recopilación de información	18
3.5. Diseño de la investigación	18
3.5.1. Diagnóstico del estado de madurez de la carambola.....	18
3.5.2. Carta del índice de madurez de la carambola	18
3.5.3. Cambio del estado de madurez de la carambola basados con la carta de colores RHS COLOUR CHART.	19
3.5.2. Factor de estudio.....	19
3.5.3. Arreglo factorial A*B	19
3.5.4. Esquema del ANOVA	20
3.6. Instrumentos de investigación	20
3.6.1. Análisis físico- química.....	20

3.6.2. Análisis sensorial.....	21
3.6.3. Determinación físico – química	21
3.6.4. Determinación de pH.....	21
3.6.5. Determinación de densidad	21
3.6.6. Determinación de acidez fija	22
3.6.7. Determinación de acidez total	22
3.6.8. Determinación de humedad.....	23
3.6.9. Determinación de ceniza	24
3.6.10. Determinación de alcohol etílico	24
3.6.11. Análisis sensorial.....	24
3.6.12. Diagrama de flujos del proceso de elaboración del vinagre de carambola a partir de dos estados de madurez.....	25
3.6.13. Descripción del proceso de elaboración del vinagre a partir de las carambolas semi-maduras.....	27
3.6.14. Descripción del proceso de elaboración del vinagre a partir de las carambolas maduras.....	28
3.6.15. Balance de materia de los primeros tratamientos del vinagre de carambola en estado semi – madura.....	29
3.6.16. Balance de materia de los segundos tratamientos del vinagre de carambola en estado madura.....	30
3.7. Tratamientos de los datos.....	31
3.8. Recursos humanos y materiales	31
3.8.1. Recursos humanos	31
3.8.2. Recursos materiales.....	31
CAPÍTULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4. Resultados	36
4.1. Resultados del análisis de varianza de los análisis físico y química.....	36
4.1.1. Varianza del pH	36
4.1.2. Varianza de acidez total	36
4.1.3. Varianza de acidez fija	37
4.1.4. Varianza de densidad (g/ml)	37
4.1.5. Varianza de ceniza (g/l)	38
4.1.6. Varianza de humedad.....	38

4.1.7. Varianza de alcohol etílico	39
4.1.8. Resultados de las medias mediante la prueba de significación Tukey de los análisis físico-química.	39
4.1.9. Resultados de las medias mediante la prueba de significación Tukey de los análisis físico-química.	41
4.1.10. Resultados de la evaluación sensorial correspondiente al mejor tratamiento T3 (Semi – madura + concentración de levadura 3%) del vinagre de carambola.	43
4.1.11. Resultados de la evaluación sensorial correspondiente al mejor tratamiento T6 (Madura + concentración de levadura 3%) del vinagre de carambola.	44
4.1.12. Discusión.....	45
4.1.12.1. Discusión con respecto a la interacción A*B (Estado de madurez + concentración de levadura) de los análisis físico -química.	45
CAPÍTULO V	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones.....	51
CAPÍTULO VI.....	52
BIBLIOGRAFÍA	52
6.1. Bibliografía.....	53
CAPÍTULO VII	57
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la carambola (contenido en 100 gr de porción comestible).	8
Tabla 2. Valores de los componentes de la levadura.....	10
Tabla 3. Requisitos del vinagre establecidos por la NTE INEN 2296.....	11
Tabla 4. Tabla de los tipos de vinagre y su método de obtención.....	12
Tabla 5. Escala de colores propuesto para el grado de madurez del desarrollo del fruto de carambola (<i>Averrhoa carambola L.</i>).	18
Tabla 6. Factores estudiados en la intervención del proceso de elaboración del vinagre de carambola.....	19
Tabla 7. Combinación de los tratamientos.....	20
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza de las variables de estudio.....	20

Tabla 9. Materiales utilizados.	31
Tabla 10. Reactivos utilizados.	32
Tabla 11. Equipos utilizados.	32
Tabla 12. Costos de oficina.	32
Tabla 13. Costos de materias primas del proceso.	33
Tabla 14. Costos de materias primas para el proceso.	33
Tabla 15. Costos totales del proceso.	34
Tabla 16. Análisis de varianza del pH.	36
Tabla 17. Análisis de varianza para acidez total.	36
Tabla 18. Análisis de varianza para acidez fija.	37
Tabla 19. Análisis de varianza para densidad (g/ml).	37
Tabla 20. Análisis de varianza para ceniza (g/l).	38
Tabla 21. Análisis de varianza para humedad.	38
Tabla 22. Análisis de varianza para alcohol etílico.	39
Tabla 23. Interacción de factores AxB.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Maduración de la carambola basado en la carta de colores.	19
Fig. 2. Flujograma de procesos de la elaboración del vinagre de carambola.	25
Fig. 3. Ingreso y salida de materia.	29
Fig. 4. Ingreso y salida de materia.	30
Fig. 5. Resultados del análisis físico – química del estado de madurez.	39
Fig. 6. Resultados de los análisis físicos – químicas de la concentración de levadura.	41
Fig. 7. Catación sensorial T3 (Semi- madura + concentración de levadura 3%).	43
Fig. 8. Catación sensorial T6 (Madura + concentración de levadura 3%).	44

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1. Fórmula para determinar acidez fija.	22
Ecuación 2. Fórmula para determinar acidez total.	23
Ecuación 3. Fórmula para determinar humedad.	23
Ecuación 4. Fórmula para determinar ceniza.	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración del vinagre de carambola.....	58
Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial.	60
Anexo 3. Cuadro general de resultados del análisis físico-química del vinagre a partir de la carambola (<i>Averrhoa carambola L.</i>) en dos estados de madurez.....	61
Anexo 4. NTE INEN 2296. Vinagre. Requisitos.	62

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Caracterización físico-química y sensorial del vinagre a partir de la carambola (<i>Averrhoa carambola L.</i>) en dos estados de madurez”
Autora:	Estefania Isabel Velasquez Vera
Palabras claves:	Carambola, madurez, fermentación alcohólica, fermentación acética, vinagre, análisis físico – química, análisis sensorial.
Fecha de publicación:	Noviembre, 2023
Editorial:	Quevedo - UTEQ “La María”, 2023
Resumen:	<p>El objetivo principal de la presente investigación fue la caracterización físico – química y sensorial del vinagre a partir de la carambola (<i>Averrhoa carambola L.</i>) en dos estados de madurez como alternativa para dar aprovechamiento a las frutas exóticas poco tradicionales. Para la elaboración del vinagre se recibió las materias primas , posteriormente se seleccionó y se lavó las carambolas para eliminar las impurezas presente en la materia prima, seguidamente se realizó un troceado y se escaldó las frutas, después se licuó y se procedió a extraer la pulpa y se acondicionó el mosto luego se realizó la debida fermentación alcohólica durante un periodo de veinte días, después se procedió a realizar el trasiego para separar los sólidos de mayor tamaño de la parte líquida, seguidamente se colocó el producto en un recipiente nuevo para la fermentación acética por dos semanas y al cabo de ese tiempo se volvió a filtrar el líquido para eliminar las partículas de menor tamaño que no han sido completamente extraída por el tamiz, se utilizó papel filtro para obtener el líquido más puro para obtener el vinagre de carambola posteriormente se almacena, el producto final se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2296 requisitos para vinagre. Se aplicó un diseño factorial A*B, donde los factores fueron: Factor A: Estados de madurez, Factor B: Concentración de levadura, obteniendo un total de 6 tratamientos experimentales replicados por 3, los datos obtenidos fueron analizados en dos softwares estadísticos MINITAD y STATGEAPHICS, de acuerdo con los análisis obtenidos de los tratamientos se logró obtener el mejor tratamientos de la carambola en estado Semi – madura y madura con concentraciones del 3% en levadura, en cuanto a la caracterización sensorial del vinagre de carambola se lo realizó a 27 personas, el producto final que cumplió con la satisfacción de los consumidores es el vinagre obtenido en estado de madurez tipo 5 (color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado) identificada como T6 (Madura + levadura 3%).</p>
Abstract:	<p>The main objective of this research was the physical-chemical and sensory characterization of vinegar from carambola (<i>Averrhoa carambola L.</i>) in two stages of maturity as an alternative to take advantage of non-traditional exotic fruits. For the elaboration of the vinegar, the raw material was received, then the carambola was selected and washed to eliminate the impurities present in the raw material, then the fruit was chopped and scalded, then it was liquefied and the pulp was extracted and the must was conditioned, then the alcoholic fermentation was carried out for a period of twenty days, then the racking was carried out to separate the larger solids from the liquid part, The product was then placed in a new container for acetic fermentation for two weeks and after that time the liquid was filtered again to eliminate the smaller particles that had not been completely removed by the sieve. Filter paper was used to obtain the purest liquid to obtain the carambola vinegar, which was then stored; the final product is within the parameters established by the Ecuadorian Institute of Standardization NTE INEN 2296 requirements for vinegar.</p> <p>A factorial design A*B was applied, where the factors were: Factor A: Maturity stages, Factor B: Yeast concentration, obtaining a total of 6 experimental treatments replicated by 3, the data obtained were analyzed in two statistical softwares MINITAD and STATGEAPHICS, according to the analyses obtained from the treatments, the best treatments of the carambola in Semi-ripe and ripe state with 3% yeast concentrations were obtained, As for the sensory characterization of the carambola vinegar, it was carried out on 27 people, the final product that met the satisfaction of consumers is the vinegar obtained in maturity stage type 5 (intense opaque orange color, fruit completely colored) identified as T6 (mature + yeast 3%).</p>
Descripción:	83 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado, Caracterización físico – química y sensorial del vinagre a partir de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en dos estados de madurez” se lo realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Campus La María, cuyo fin es despertar el interés de los agricultores para implementar cultivos de esta fruta en sus tierras y poner a conocimiento el tipo de transformación y conservación de la carambola en diferentes productos terminados.

La carambola es una baya carnosa que presenta de 4 a 5 aristas longitudinales lo cual le da forma de estrella, tiene un color amarillo translucido cuando llega a la etapa de madurez, su pulpa es de color amarillo entre claro a oscuro y crujiente(Valles A., 2021).

Por ser una fruta que presenta una piel delicada es recomendable manipularla con mucho cuidado y protegerse para evitar rayaduras, lo que significa que tiene una vida comercial corta, para alargar su vida útil se puede tomar como alternativa transformar en un producto agroindustrial, existen diferentes variedades de carambolas en todos los países de los cuales se las distinguen basándose en su forma larga entre ellas (Arkin: Que presenta un sabor dulce y proviene de Florida, Miss: tiene la forma achatada, con pliegues gruesos hundidos y con un peso entre 250 – 400g, Er – Ling: presenta piel suave con un peso superior de 200 g lo cual dificulta su transportación), de forma corta (Fwang Tung: Presenta un color verdoso, tiene buen sabor y tamaño proveniente de Tailandia), existen otras variedades (Jungle Gold, Thai Knight y Sri Kembargan), en mercado nacionales no se especifica correctamente el tipo de variedad, refiriéndose a la fruta por su nombre científico(Barea M., 2015).

La producción de vinagre es una práctica milenaria que se registra desde el año 2000 A.C cuando las principales materias primas para su elaboración eran los cereales, el vino y la cerveza. Desde la elaboración del vinagre, se ha utilizado como conservante, aromatizante e incluso como condimento para dar sabor a los alimentos, siendo un producto utilizado a nivel mundial dada su rentabilidad asociada a los bajos costos de producción(Núñez F., 2022).

Dentro de la investigación se aplicó un diseño factorial AxB siendo el Factor A: el estado de madurez de la fruta, mientras que el Factor B: es la concentración de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en diferentes porcentajes (0.1%; 0.2% y 0.3%), los valores obtenido de la carambola en estado madurez (índice de madurez 3) presento valores elevado en cuanto a los parámetros estudiados, a diferencia de la carambola con esta de madurez (índice de madurez 5) presento valores no muy elevados, en referencia con la normativa NTE INEN los datos obtenidos se encuentran dentro del rango establecido.

Este estudio tuvo un enfoque investigativo, cuyo estudio se derivó de la variedad de carambola de sabor dulce tomando como referencia la carta de colores RHS COLOUR CHAT en dos índices de madurez (índice 3 - índice 5) con la finalidad de producir un impacto positivo en el campo agroindustrial y pone en manifiesto todo el proceso que involucró el diseño experimental, sus resultados e incluso aclarar algunas interrogantes que fueron objetivos de estudio.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la actualidad la carambola (*Averrhoa carambola L.*) también conocida como fruta china o fruta estrella tiene una escasa difusión en el Ecuador lo cual indica que su escala de producción es minoritaria tanto a nivel local como nacional, además por el desconocimiento de los productores, la baja valoración y el bajo costo del fruto ha generado poco interés para implementar más cultivos de este tipo.

En relación con la producción existente, por diversos factores (falta de conocimiento sobre el fruto y la forma de su consumo), desaparece hasta el 60% de los frutos cosechados con posibilidad de venta. Debido a su sabor ácido característico de la fruta (en estado de madurez fisiológico) su consumo es poco frecuente (Rivera H. & Ruiz K., 2020).

También se estima que el poco consumo de la fruta es un factor clave de pérdidas de la materia prima, así como el desaprovechamiento para la utilización de diferentes procesos agroindustriales con el fin de minimizar pérdidas del producto y aprovechar al máximo sus propiedades nutricionales en beneficio de los consumidores.

- **Diagnóstico.**

Generalmente en el mercado se logra encontrar muchas frutas de consumo diario, pero actualmente el mismo mercado agroindustrial trata de ingresar frutas no tradicionales como es la carambola, para aumentar demanda en productividad y minimizar pérdidas de materia prima, logrando de esta manera incentivar los agricultores a producir cultivos de este tipo de fruta y así mismo conocer el manejo postcosecha, mediante la transformación de la carambola a vinagre se pretende alargar la vida útil del mismo con el objetivo de darle mayor aprovechamiento a la fruta y un valor agregado.

- **Pronóstico.**

La falta de difusión de la carambola traerá consigo pérdidas genéticas de esta especie de la fruta exótica lo cual generará que el árbol frutal pueda quedar en peligro de extinción por el desconocimiento del manejo inadecuado de post-cosecha y la falta de comercialización de dicha fruta. Mientras no exista parámetros de control y lineamientos técnicos para mantener

un manejo de las frutas poco tradicionales el desarrollo agroindustrial del país no contribuirá a un mayor crecimiento económico e innovación de mercados.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Es posible obtener vinagre de carambola a partir de dos estados de madurez?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cómo influye el índice de madurez (índice 3 – índice 5) de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en la elaboración de vinagre?

¿Cuál será la concentración adecuada de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) para la elaboración de vinagre en diferentes estados de madurez?

¿Cuáles serían las características físico – químicas y sensoriales que se obtienen en el vinagre de carambola (*Averrhoa carambola L.*)?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- Examinar las características físico – químicas y sensoriales del vinagre a partir de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en dos estados de madurez.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar los estados de madurez de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) de manera cualitativa (índice de madurez 3 - índice de madurez 5) mediante la carta de colores RHS COLOUR CHAT.
- Establecer la concentración correcta de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) con diferentes porcentajes 0.1 %; 0.2% y 0.3 % para la elaboración del vinagre.
- Analizar el rendimiento del vinagre a partir de carambola (*Averrhoa carambola L.*) mediante balance de materia.
- Determinar las características físico - químicas y sensoriales del vinagre.

1.3. Justificación.

En el Ecuador se presenta las mejores condiciones climáticas adecuadas para la producción de carambola lo cual es una ventaja para darle el mayor aprovechamiento y reducir pérdidas por falta de manejo asociados con el procesamiento de la fruta, proporcionando al mercado agroindustrial una manera alternativa innovadora que consiste en alargar la vida útil de la fruta exótica mediante un proceso fermentativo el cual generará una nueva demanda y a su vez satisfacer las necesidades del mercado consumidor.

La carambola tiene forma ovalada con una longitud de 8 a 15 cm, su forma se torna similar a la de una estrella con cinco a seis aristas, tiene un epicarpio delgado, brillante y comestible, en un fruto se encuentran de 10 a 12 semillas, en algunos casos hay frutas que no la poseen(García G. & Troya I., 2020)

Originaria de Indonesia y Malasia, en países tropicales el cultivo de carambola se ha extendido, es una baya carnosa con varias aristas longitudinales y redondeadas, dándole a la carambola forma de estrella. Esta fruta es jugosa cuando está madura, tiene un agradable aroma, su color es naranja opaco, el tamaño del fruto varía de acuerdo con el resultado de la dispersión y el número de frutos por árbol además del vigor de la planta, las condiciones de crecimiento y la variedad(Guayasamín J. & Mejía C., 2022).

La presente investigación busca potencializar la carambola como materia prima para el desarrollo de diferentes productos agroindustriales por medio de procesos fermentativos tanto alcohólicos y acéticos, cuya finalidad es aprovechar las propiedades del fruto y conservar el producto por más tiempo, proporcionando de esta manera un valor agregado y generar rentabilidad del mismo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Carambola

La carambola (*Averrhoa carambola L.*) es una fruta que crece en lugares tropicales y subtropicales, debido a la humedad del suelo presenta las condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo. Esta fruta exótica es muy apetecida por los mercados internacionales, se la conoce también como “fruta estrella” debido a su apariencia de estrella (Balladares H. & Guamán B., 2019).

2.1.1.1. Composición química de la carambola

Tabla 1.

Composición química de la carambola (contenido en 100 gr de porción comestible).

Composición	Calzada (1980)	Collazos (1996)
Energía (cal)	36.0	35.0
Agua (g)	90.0	90.6
Proteína (g)	0.5	1.0
Grasa (g)	0.3	0.6
Carbohidratos (g)	9.0	7.4
Fibras (g)	0.6	0.6
Ceniza (g)	0.4	0.4
Calcio (g)	5.0	5.00

Fuente: (Macavilca Z., 2019).

Elaborado: Autora

2.1.2. Variedades de carambola

Las variedades de la fruta (carambola) están vinculadas a las condiciones de suelo donde se siembra. Su clasificación se basa principalmente en dos tipos de carambola entre ellas las dulces y las ácidas. Las primeras están destinadas al consumo natural mientras que las ácidas están enfocadas al procesamiento de alimentos, en particular a la elaboración de productos alimenticios procesados (Ñauta E. & Rosado A., 2020).

2.1.3. Utilización de la carambola en el mercado

- ✓ Como materia prima la carambola se emplea en la industria vitivinícola y en la industria del vinagre. La versatilidad de esta fruta hace que se pueda emplear en productos como néctares, pulpas, mermeladas y jugos. Por su contenido de agua esta fruta tiene la ventaja de poder conservarse en almíbar cortado en forma diagonal (Puchaicela V., 2022).
- ✓ En el campo agrícola es utilizado para la restauración de ecosistemas en un estado degradado (Puchaicela V., 2022).
- ✓ En la gastronomía la carambola en estado dulce es destinada para su consumo fresco, mientras que las frutas ácidas se usan como ingredientes en zumos, refresco de sabor tropical, batidos, salsas, jaleas y mermeladas. Además, por su peculiar forma es utilizada para adornar ensaladas, postres entre otros platos dulces y salados (Puchaicela V., 2022).

2.1.4. Producción de carambola en Ecuador

Debido a la calidad del suelo la carambola fue introducida en la costa alrededor de veinte años y con un consumo interno ilimitado. En el Ecuador las condiciones de suelo son adecuadas para la producción y desarrollo de la fruta, se puede cultivar en las selvas tropicales de Quinindé, El Triunfo, Quevedo, La Mana, Santo Domingo de los Colorados, Guayas y Amazonas (Matamoros R, 2018).

2.1.5. Azúcar

Es un producto cristalizado obtenido de la elaboración de jugo de caña de azúcar o de la remolacha azucarera lo cual han sido sometidos a diferentes procesos de sulfitación, clarificación y purificación (NTE INEN 259, 2017).

2.1.6. Ácido cítrico

El ácido cítrico tiene el efecto de mejorar el contenido de antioxidantes presentes en los alimentos, incrementando la síntesis de compuestos nutraceuticos que actúan como antioxidantes, entre ellos compuestos fenólicos y flavonoides (Salas L. et al., 2018).

En la industria el ácido cítrico se produce a partir de la fermentación de azúcares (sacarosa y glucosa) con un micro hongo llamado *Aspergillus niger* o con una levadura como *Candida spp.* En medios sacáridos estos organismos acumulan ácido cítrico (Delgado P, 2020).

2.1.7. Levadura

La *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo microscópico unicelular capaz de iniciar el proceso de fermentación de diversas sustancias orgánicas, en particular azúcares y carbohidratos, se denomina levaduras o enzimas que reciben otras sustancias específicas (por ejemplo, alcoholes) como subproducto (Soria M., 2019).

2.1.7.1. Composición de la levadura

Tabla 2.

Valores de los componentes de la levadura.

Componentes	Valores (%)
Polisacáridos	29.71
Trehalosa	No referido
Ácidos nucleicos	10.65*
Fosfolípidos	1.18
Triglicéridos	No referido
Esteroles	No referido
Ceniza	8.32
Proteína	40.20

Fuente: (Porrás K., 2022).

Elaborado: Autora

2.1.8. Factores a considerar para el crecimiento y desarrollo de la levadura

- **pH**

Para un desarrollo óptimo de los microorganismos el pH adecuado está entre 4 y 5. La ventaja de la levadura es que mantiene un ambiente más ácido que otros microorganismos, por lo que se utiliza en procesos industriales para mantener un ambiente controlado para las bacterias que puedan competir por el sustrato (Suárez C. et al., 2016).

- **Alcohol**

El etanol tiene un efecto sobre la célula ya que combina la inhibición del crecimiento y la reducción de la viabilidad, como inhibidor de fermentación puede actuar a partir del 8% (Suárez C. et al., 2016).

- **Luz**

La presencia de luz para los microorganismos tiende a ser nocivos para aquellos que carecen de clorofila y otro pigmento que les permita utilizar la energía de la radiación en la fotosíntesis (Suárez C. et al., 2016).

- **Desecación**

La desecación comienza como un agente inhibidor de la actividad y el desarrollo de microorganismos (Suárez C. et al., 2016).

- **Temperatura**

El efecto de la temperatura alta provoca una disminución de la biomasa producto de una disminución del contenido de proteína, DNA; RNA y aminoácidos libres e induce la rigidez de la membrana celular. Mientras que el efecto de las temperaturas bajas induce un estado de reposo en la célula, deteniendo su desarrollo (Suárez C. et al., 2016).

- **Presión osmótica**

El proceso de alimentación de la levadura es puramente osmótico, la presencia de estrés osmótico puede producir decrecimiento en el volumen celular, afectando de cierta manera la velocidad de fermentación, así como la factibilidad celular. Es fundamental evitar medios hipertónicos e hipotónicos para prevenir la plasmoptisis y plasmólisis (Suárez C. et al., 2016).

2.1.9. Vinagre

Producto líquido obtenido como resultado de la doble fermentación alcohólica y acética de alimentos que contienen azúcares y/o sustancias amiláceas (almidón), aptas para el consumo humano (INEN, 2013).

La palabra vinagre se deriva del latín “vinum acre” que significa (vino agrio) su sabor es agrio, es una solución en estado líquido. (Vera J. et al., 2020).

2.1.9.1. Requisitos del vinagre

Tabla 3.

Requisitos del vinagre establecidos por la NTE INEN 2296.

Requisito	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Acidez total, (como ácido acético), %	4	6	AOAC 930.35
Acidez fija, (como ácido acético), %		0.3	AOAC 930.35

Acidez volátil, (como ácido acético), %	3.7		AOAC 930.35
Alcohol etílico a 20 °C, %		1	AOAC 930.35
pH a 20 °C	2.3	2.8	AOAC 981.12
Número de oxidación con permanganato	3		AOAC 944.10
Cenizas totales, en vinagres diferentes a los de alcohol, g/l	1	5	AOAC 930.35 (D)
Extracto seco, g/l	1.2		AOAC 930.35 (G)
Metanol, g/l		0.5	AOAC 958.4
% expresado como fracción de masa			

Fuente: (NTE INEN 2296, 2013).

Elaborado: Autora

2.1.10. Tipos de vinagre

Tabla 4.

Tabla de los tipos de vinagre y su método de obtención.

Tipos de vinagres	Métodos de obtención
Vinagre de vino	Fermentación acética del vino.
Vinagre de alcohol	Fermentación acética del alcohol destilado de origen agrícola.
Vinagre de cereal	Producto de la doble fermentación alcohólica y acética de cereales que contienen almidón.
Vinagre de malta	Producto de la doble fermentación alcohólica y acética de cereales con almidones sacarificados.
Vinagre de suero de leche	Doble fermentación (alcohólica y acética) a partir del suero de leche.
Vinagre de miel de abeja	Doble fermentación (alcohólica y acética) de la miel de abeja.
Vinagre de frutas, baya, sidra	Producto de la fermentación acética de la sidra o sus piquetas.

Fuente: (Prada C., 2015)

Elaborado: Autora

2.1.11. Beneficio del vinagre

Para evitar el crecimiento de bacterias y hongos se utiliza el ácido acético como conservante, en productos como la mayonesa es utilizado para inactivar la bacteria Salmonella ya que su actividad se encuentra en bajos niveles de pH, en estudios realizados se ha demostrado que el consumo de vinagre ayuda a disminuir los niveles de glucosa en la sangre y la presión arterial (Illescas L., 2021).

2.1.12. Proceso de obtención del vinagre

El proceso natural de elaboración del vinagre implica dos fermentaciones diferentes:

- La fermentación alcohólica.
- La fermentación acética.

1.) La fermentación alcohólica: Las levaduras que se encuentran presentes en el aire o en la fruta convierten el azúcar en alcohol (Chávez J., 2019).

2.) La fermentación acética: Las acetobacterias transforman el alcohol en ácido acético (Chávez J., 2019).

2.1.12.1. Fermentación alcohólica

Mediante este proceso los azúcares presentes en el mosto se convierten en etanol etílico, la presencia de oxígeno es el desencadenante inicial de la fermentación durante la fase de crecimiento de la levadura, en la fase final de la fermentación es necesario mantener baja la presencia de oxígeno para evitar la pérdida de etanol y promover la presencia acética (Huaman C., 2019).

2.1.12.2. Fermentación acética

En presencia del oxígeno la conversión del alcohol se lleva a cabo por medio de la fermentación alcohólica en ácido acético, siendo la fermentación acética la que produce el vinagre, de tipo oxidativa, en soluciones diluidas de etanol, la oxidación ocurre a través de las bacterias del ácido acético y el oxígeno disuelto en acético y agua (Raymundo Y., 2019).

2.2. Marco referencial.

De acuerdo con (González J. et al., 2017), menciona que existe alta capacidad antioxidante en la cáscara de la carambola derivadas de la maduración y que además presenta valores alto

de concentración de ácido ascórbico, flavonoides totales y polifenoles totales, lo cual se sugiere que su consumo sea de manera moderada.

Según (Raymundo Y., 2019), Sostiene que por cada 17,5 gr de azúcar en el acondicionamiento del mosto se produce 1 grado de alcohol etílico producto de la levadura a diferente del resto que se transforma en otros compuestos como anhídrido carbónico, glicerol, etc. Uno de los métodos que aplico en su investigación fue por cultivo superficial la cual consiste en que las bacterias acéticas se encuentren en contacto directo con el aire o fijadas a ciertos materiales tales como virutas, realizando la transferencia de oxígeno por medio de la difusión.

De acuerdo con (Vera D. et al., 2018). Menciona que para obtener vinagre de forma semi - artesanal se debe realizar un adecuamiento de la cáscara de las frutas (piña y naranja) seguidamente un proceso de escaldado introduciendo la cáscara en agua hervida durante un tiempo de dos minutos, se verificó los °Brix y el pH para determinar si las muestras están aptas para el proceso, posteriormente se realizó el primer proceso de fermentación alcohólica la cual consiste en la ausencia de oxígeno después se debe detener el proceso este proceso mediante un enfriamiento rápido la cual consiste en mezclar sal con hielo y agua iniciar el proceso de fermentación acética produciéndose la oxidación del alcohol por la bacteria *acetobacteria aceti*.

Según (Huaman C., 2019). Sostiene que para realizar la producción de vinagre de manzana se puede emplear bacterias acéticas *acetobacter aceti* mediante cultivo sumergido es decir sumergidos libremente en un medio acuoso a fermentar, seguidamente se realizó un mezclado y aireado continuamente en un tanque plástico de fermentación de 50 litros, el cual facilita el aporte del oxígeno necesario mediante un motor que inyecta aire durante todo el tiempo de fermentación, los resultados finales del vinagre a base de manzana fueron favorables aceptables por parte de los consumidores.

Con base a (Narea J. & Fabre M., 2021). Menciona que es posible elaborar vinagre a partir de frutas maduras con apariencia de putrefacción siempre y cuando se tome en cuenta el control del proceso de inicio a fin, la muestra era observada una vez por semana controlando su desenvolvimiento mediante una ficha técnica la cual detalla semana a semana el proceso

del producto en cuanto a sus características organoléptica y pH siendo como un producto bueno tanto en sabor, aroma, textura y colores similares al vinagre comercial.

De acuerdo a (Loor L et al., 2021). Señaló que el rendimiento de fermentación de la carambola con cáscara es muy alto en comparación con la fermentación sin cáscara, lo cual representa una ventaja significativa en su composición ya que presenta condiciones favorables para el desarrollo del microorganismo (*Saccharomyces cerevisiae*) para las reacciones de fermentación de los azúcares del sustrato, para determinar el rendimiento de fermentación se seleccionó la fruta al azar con un grado de madurez intermedia.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Esta investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Campus la María) ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo – Mocache de la provincia de Los Ríos.

3.2. Tipo de investigación

De acuerdo con el planteamiento establecido, esta investigación fue de tipo experimental ya que se evaluaron dos factores de estudio, factor A (Estados de madurez) y factor B (Concentración de levadura).

3.2.1. Investigación explicativa

Debido a que existían pocas referencias para la recopilación de información, se realizó un estudio preliminar para obtener los datos necesarios.

3.2.2. Investigación experimental

Al estudiar dos tipos de maduración de la carambola se analizó la influencia de la levadura en diferentes concentraciones durante el periodo de fermentación para obtener vinagre, se aplicó diferentes métodos estadísticos con el fin de sistematizar el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de significativa TUKEY mediante MINITAB y STATGRAPHICS.

3.2.3. Investigación analítica

Este tipo de estudio permite analizar e interpretar diversos datos obtenidos en cuanto a las características físico – químicas y sensoriales del vinagre obtenido a partir de dos estados de madurez.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método de Observación

Se realizó observaciones in situ para determinar el color de la carambola en sus dos estados de madurez.

3.3.2. Método Analítico

Con base a este método se diseñaron diferentes procesos en función al porcentaje de levadura para la obtención del mejor tratamiento del producto final (vinagre de carambola).

3.3.3. Método Deductivo

Mediante este método se logró responder las preguntas planteadas en base a los resultados obtenidos de las variables de estudio.

3.3.4. Método Inductivo

Con el empleo de este método se establecieron varias figuras a partir de la carta de colores de la maduración de la carambola y la caracterización físico – química y sensorial del vinagre como producto final.

3.3.5. Método Bibliográfico

Por medio de este método se recopiló información necesaria sobre los estados de madurez de la carambola del área de investigación de autores y coautores, permitiendo de esta manera concluir con la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Las fuentes de información recopilada para esta investigación están basadas en una carta de colores la cual se tomó como referencia RHS COLOUR CHART, además de libros, revistas, Normativas NTE INEN y artículos científicos.

3.5. Diseño de la investigación

En la presente investigación se implementó un diseño con arreglo factorial A^*B siendo: Factor A: Estado de madurez; Factor B: Concentración de levadura 1%, 2% y 3%; con tres repeticiones, habiendo recibido un total de 18 unidades experimentales.

3.5.1. Diagnóstico del estado de madurez de la carambola

Para el diagnóstico del estado de madurez, se empleó la observación directa en la carta de colores con el objetivo de identificar la maduración después de la fructificación.

3.5.2. Carta del índice de madurez de la carambola

Tabla 5.

Escala de colores propuesto para el grado de madurez del desarrollo del fruto de carambola (Averrhoa carambola L.).

Índice	Color ¹	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: (Cagua D. et al., 2015).

Elaborado: Autora

3.5.3. Cambio del estado de madurez de la carambola basados con la carta de colores RHS COLOUR CHART.

Fig. 1.

Maduración de la carambola basado en la carta de colores.



Índice 1:

Amarillo-verde 1

Índice 2:

Amarillo-verde 2

Índice 3:

Pardo-naranja 1

Índice 4:

Pardo-naranja 2

Índice 5:

Pardo-naranja 3

Nota: Las cinco imágenes representan el cambio de color de la carambola en diferentes etapas, se logró tomar de referencia el índice de madurez 3 y el índice de madurez 5 para la elaboración del vinagre.

3.5.2. Factor de estudio

Tabla 6.

Factores estudiados en la intervención del proceso de elaboración del vinagre de carambola.

Factor de estudio	Simbología	Descripción
Factor A: Estados de madurez	a ₀	Semi madura
	a ₁	Madura
Factor B: Concentración de levadura	b ₀	0.1 % levadura
	b ₁	0.2 % levadura
	b ₂	0.3 % levadura

Elaborado: Autora

3.5.3. Arreglo factorial A*B

Se utilizaron distintos niveles factoriales: A: 2, B: 3 para la elaboración del vinagre de carambola, dando un total de 6 tratamientos estudiados.

Tabla 7.*Combinación de los tratamientos.*

N°.	Simbología	Descripción
1	a0b0	Semi madura + 0.1 % levadura
2	a0b1	Semi madura + 0.2 % levadura
3	a0b2	Semi madura + 0.3 % levadura
4	a1b0	Madura + 0.1 % levadura
5	a1b1	Madura + 0.2 % levadura
6	a1b2	Madura + 0.3 % levadura

Elaborado: Autora

3.5.4. Esquema del ANOVA

Mediante el análisis de varianza (ANOVA) se realizó el análisis estadístico del total de datos obtenidos y la división de proporciones significativas e independientes.

Tabla 8.*Esquema del análisis de varianza de las variables de estudio.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de varianza	Tukey	
					5%	1%
Factor A	SC _A	(A-1) = 1	CM _E	CM _E / CM _T	P(F>5%)	P(F<1%)
Factor B	SC _B	(B-1) = 2	CM _B	CM _B / CM _T	P(F>5%)	P(F<1%)
Int AxB	SC _{AB}	(A-1) * (B-1) = 2	CM _{AB}	CM _{AB} / CM _T	P(F>5%)	P(F<1%)
Réplicas	SC _R	(R-1) = 2	CM _R	CM _R / CM _T	P(F>5%)	P(F<1%)
Error	SC _E	(K-1) (N-1) =10	CM _E	CM _E / CM _T	P(F>5%)	P(F<1%)
Total	SC _T	(A*B*R)-1=17	CM _T			

Elaborado: Autora

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Análisis físico- química

- Índice de madurez de la carambola (Índice 3 – Índice 5, carta de colores RHS COLOUR CHART).
- pH
- Densidad

- Acidez fija
- Acidez total
- Ceniza
- Humedad
- Alcohol etílico
- Grados Brix (°Bx), del vinagre.

3.6.2. Análisis sensorial

- Visual
- Olfativa
- Gustativa

3.6.3. Determinación físico – química

El análisis físico – química pretende determinar la interacción entre los componentes de las muestras de vinagre.

3.6.4. Determinación de pH

3.6.4.1. Procedimiento

- **Recepción.** - Muestras del vinagre de carambola.
- **Esterilización.** - Los instrumentos de laboratorio utilizados para determinar el pH del vinagre fueron esterilizados.
- **Análisis.** – Se logró determinar el pH mediante el uso del peachímetro (pH-metro) el cual consiste en poner parte de la muestra en un vaso de precipitación y después se introduce el electrodo.
- **Tabulación.** – Se procedió a tomar los datos del pH de las diferentes muestras.

3.6.5. Determinación de densidad

3.6.5.1. Procedimiento

- **Recepción.** – Se preparó las muestras de vinagre.
- **Esterilización.** – Seguidamente se esterilizó todos los materiales.
- **Análisis.** – En un vaso de precipitación con muestras de vinagre se introdujo el Handheld alcohol meter modelo Snap 41.

- **Tabulación.** – Se obtuvieron los datos de densidad de las diferentes muestras mediante el modelo Snap 41 el cual dio los valores directos.

3.6.6. *Determinación de acidez fija*

3.6.6.1. *Procedimiento*

- **Recepción.** – Se preparó las muestras de vinagre para determinar el contenido de acidez.
- **Esterilización.** – Posteriormente se esterilizó los materiales que fueron utilizados para determinar acidez fija.
- **Análisis.** – Seguidamente se colocó las muestras de vinagre (25 cm³) con agua destilada (250 cm³) en un matraz de 500 cm³, se agregó 5 gotas de fenolftaleína y por medio de una bureta de 10 cm³ con graduación de 0.05 cm³ lleno de hidróxido de sodio (NaOH) se determinó la acidez.
- **Tabulación.** – Luego se registró los datos obtenidos.

3.6.6.2. *Fórmula*

$$AF = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Ecuación 1. Fórmula para determinar acidez fija.

- **Siendo:**
 - **AF:** Acidez fija, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm³ de alcohol anhidro.
 - **V₂:** Volumen de solución 0.1 N de hidróxido de sodio usando en la titulación, en centímetros cúbicos.
 - **G:** Grado alcohólico de la muestra.

3.6.7. *Determinación de acidez total*

3.6.7.1. *Procedimiento*

- **Recepción.** – Se preparó las muestras de vinagre para determinar el contenido de acidez total.
- **Esterilización.** – Posteriormente se esterilizó los materiales que fueron utilizados para determinar acidez total.
- **Análisis.** – Seguidamente se colocó las muestras de vinagre (25 cm³) con agua destilada (250 cm³) en un matraz de 500 cm³, se agregó 5 gotas de fenolftaleína y por

medio de una bureta de 10 cm³ con graduación de 0.05 cm³ lleno de hidróxido de sodio (NaOH) se determinó la acidez total.

- **Tabulación.** – Luego se registró los datos obtenidos.

3.6.7.2. Fórmula

$$AT = 2.4 \frac{V_1}{G}$$

Ecuación 2. Fórmula para determinar acidez total.

- **Siendo:**
 - **AT:** Acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm de alcohol anhidro.
 - **V₁:** Volumen de solución 0.1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.
 - **G:** Grado alcohólico de la muestra.

3.6.8. Determinación de humedad

3.6.8.1. Procedimiento

- **Recepción.** – Se preparó las muestras para determinar la humedad presente en el producto.
- **Esterilización.** – Seguidamente se esterizaron los materiales que fueron utilizados para analizar humedad.
- **Análisis.** – Se pesaron los crisoles y se colocó cierta cantidad de muestras de vinagre dentro de los crisoles y se ubicó en la estufa a una temperatura de 100 °C por 8 horas luego se dejó enfriar en el desecador.
- **Tabulación.** – Las muestras obtenidas de ceniza se las pesó y se registró los datos obtenidos de humedad.

3.6.8.2. Fórmula

$$H = \frac{Pc + m - Pf}{m} \times 100$$

Ecuación 3. Fórmula para determinar humedad.

- **Siendo:**
 - **H:** Contenido de humedad en %.
 - **Pc:** Peso del crisol.

- **m:** Muestra.
- **Pt:** Peso final.

3.6.9. *Determinación de ceniza*

3.6.9.1. *Procedimiento*

- **Recepción.** – Las muestras secas que se obtuvo del análisis para determinar humedad se las colocó en una mufla a una temperatura de 600 °C por cierto tiempo.
- **Análisis.** - Después se dejó enfriar las muestras y se colocó en un desecador por un corto tiempo.
- **Tabulación.** – Se procedió a registrar los datos obtenidos.

3.6.9.2. *Fórmula*

$$C = \frac{Pf - Pi}{Pm} \times 100$$

Ecuación 4. Fórmula para determinar ceniza.

- **Siendo:**
 - **C:** Contenido de la ceniza en %.
 - **Pf:** Peso final del crisol (muestra calcinada en gr).
 - **Pi:** Peso inicial del crisol (muestra vacía en gr).
 - **Pm:** Peso de la muestra en gr.

3.6.10. *Determinación de alcohol etílico*

3.6.10.1. *Procedimiento*

- **Recepción.** – Se preparó las muestras de vinagre.
- **Esterilización.** – Seguidamente se esterilizó todos los materiales para el análisis.
- **Análisis.** – En un vaso de precipitación se colocó las muestras de vinagre y se introdujo el Handheld alcohol meter modelo Snap 41.
- **Tabulación.** – Se obtuvieron los datos de los grados de alcohol de manera precisa de las diferentes muestras.

3.6.11. *Análisis sensorial*

Se efectuó la caracterización sensorial del vinagre de carambola mediante una hoja de catación con la presencia de 27 personas dentro de un aula se evaluó diferentes parámetros entre ellos visual, olfativa y gustativa.

3.6.12. Diagrama de flujos del proceso de elaboración del vinagre de carambola a partir de dos estados de madurez.

Fig. 2.

Flujograma de procesos de la elaboración del vinagre de carambola semi-maduras.



Nota: La figura representa los puntos más importantes en la elaboración del vinagre de carambola semi-maduras.

Fig. 3.

Flujograma de procesos de la elaboración del vinagre de carambolas maduras.



Nota: La figura representa los puntos más importantes en la elaboración del vinagre de carambolas maduras.

3.6.13. Descripción del proceso de elaboración del vinagre a partir de las carambolas semi-maduras.

- **Recepción.** – Se logró cuantificar la cantidad necesaria de carambolas semi-maduras para la elaboración del vinagre.
- **Selección y lavado.** – Mediante la selección y el lavado se logró obtener la materia prima libre de impurezas y con el grado de madurez necesario para la elaboración del vinagre.
- **Troceado.** – Se procedió a trocear la carambola para reducir el tamaño del mismo y facilitar el licuado.
- **Escaldado.** – Se sumergió los trozos de carambolas en agua a una temperatura de 95 °C durante un tiempo breve.
- **Licuado.** – Se introdujo la fruta dentro de la licuadora para la extracción de la pulpa. Luego se colocó la pulpa de carambolas semi – maduras en diferentes recipientes.
- **Estandarización.** – Para la pulpa de carambola semi – madura se adicionó agua en una relación de 1:1 (pulpa y agua), también se agregó 120 gr de azúcar, 0,25 gr ácido cítrico y levadura en diferentes concentraciones (0.1%, 0.2%, 0.3%).
- **Fermentación alcohólica.** – Se dejó reposar las muestras durante un periodo de tiempo de 20 días a una temperatura de 25°C.
- **Trasiego.** – Se procedió a separar la parte superior del fermento mediante un proceso de succión, logrando obtener la parte líquida del producto.
- **Fermentación acética.** – Se dejó reposar las muestras durante un periodo de tiempo de 2 semanas a una temperatura de 25°C.
- **Filtrado.** – Se procedió a filtrar las muestras mediante el uso de papel filtro para retener los sólidos de pequeños tamaños que no fueron retenidos en su totalidad en el proceso de trasiego. Después de la filtración se obtuvo el vinagre de carambola.
- **Envasado.** – Se esterilizan los envases y se procedió a colocar el vinagre de carambola.
- **Almacenamiento.** – Se procedió a almacenar el vinagre en un lugar libre de humedad sin presencia del sol directo.

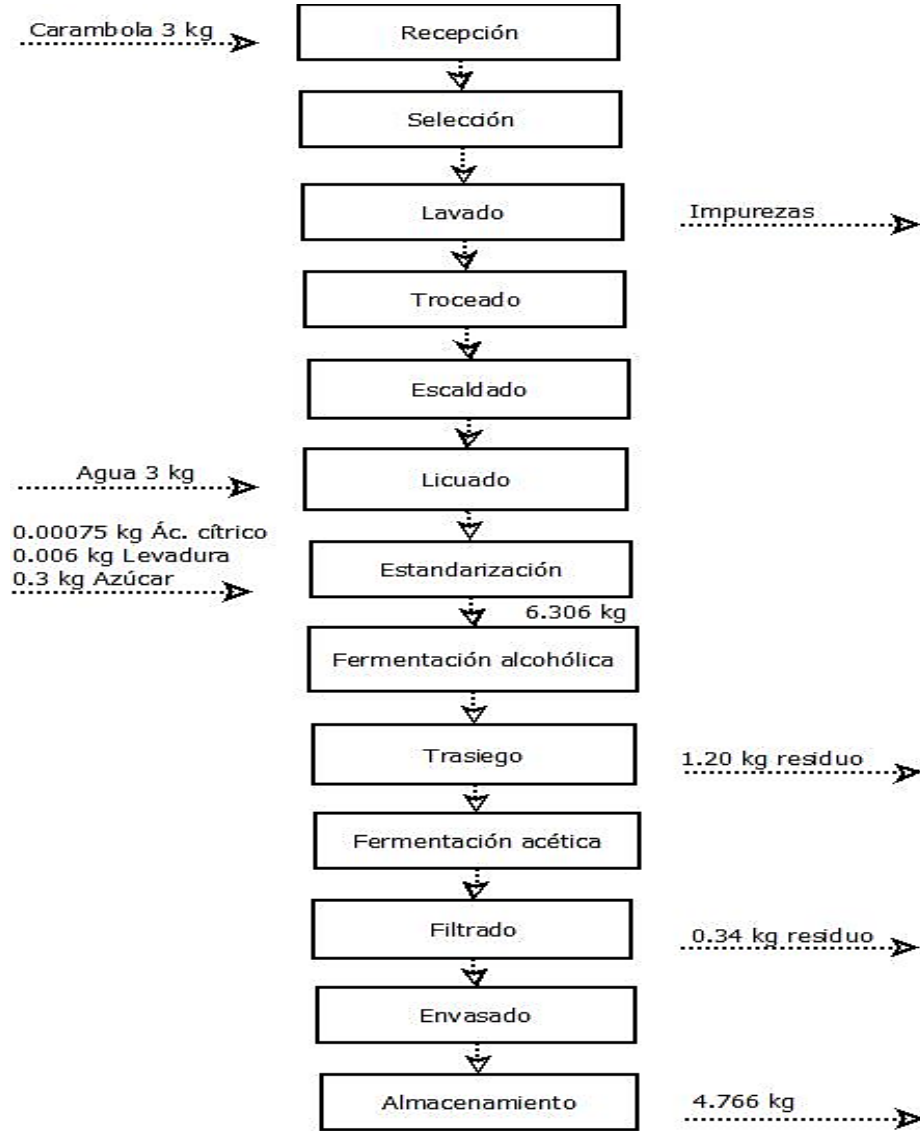
3.6.14. Descripción del proceso de elaboración del vinagre a partir de las carambolas maduras.

- **Recepción.** – Se logró cuantificar la cantidad necesaria de carambolas maduras para la elaboración del vinagre.
- **Selección y lavado.** – Mediante la selección y el lavado se logró obtener la materia prima libre de impurezas y con el grado de madurez necesario para la elaboración del vinagre.
- **Troceado.** – Se procedió a trocear la carambola para reducir el tamaño del mismo y facilitar el licuado.
- **Escaldado.** – Se sumergió los trozos de carambolas en agua a una temperatura de 95 °C durante un tiempo breve.
- **Licuado.** – Se introdujo la fruta dentro de la licuadora para la extracción de la pulpa. Luego se colocó la pulpa de carambolas semi – maduras en diferentes recipientes.
- **Estandarización.** – Para la pulpa de carambola madura se añadió agua en una relación de 1:1 (pulpa y agua), asimismo se agregó 100 gr de azúcar, 0,25 gr de ácido cítrico y levadura con concentraciones de (0,1%, 0,2%, 0,3%).
- **Fermentación alcohólica.** – Se dejó reposar las muestras durante un periodo de tiempo de 20 días a una temperatura de 25°C.
- **Trasiego.** – Se procedió a separar la parte superior del fermento mediante un proceso de succión, logrando obtener la parte líquida del producto.
- **Fermentación acética.** – Se dejó reposar las muestras durante un periodo de tiempo de 2 semanas a una temperatura de 25°C.
- **Filtrado.** – Se procedió a filtrar las muestras mediante el uso de papel filtro para retener los sólidos de pequeños tamaños que no fueron retenidos en su totalidad en el proceso de trasiego. Después de la filtración se obtuvo el vinagre de carambola.
- **Envasado.** – Se esterilizan los envases y se procedió a colocar el vinagre de carambola.
- **Almacenamiento.** – Se procedió a almacenar el vinagre en un lugar libre de humedad sin presencia del sol directo.

3.6.15. Balance de materia de los primeros tratamientos del vinagre de carambola en estado semi – madura.

Fig. 4.

Ingreso y salida de materia.



Nota: Flujos de materia dentro del proceso de elaboración de vinagre de carambola en estado semi - madura.

3.6.15.1. Rendimiento

$$\%R = \frac{\text{Masa experimental}}{\text{Masa teórica}} \times 100$$

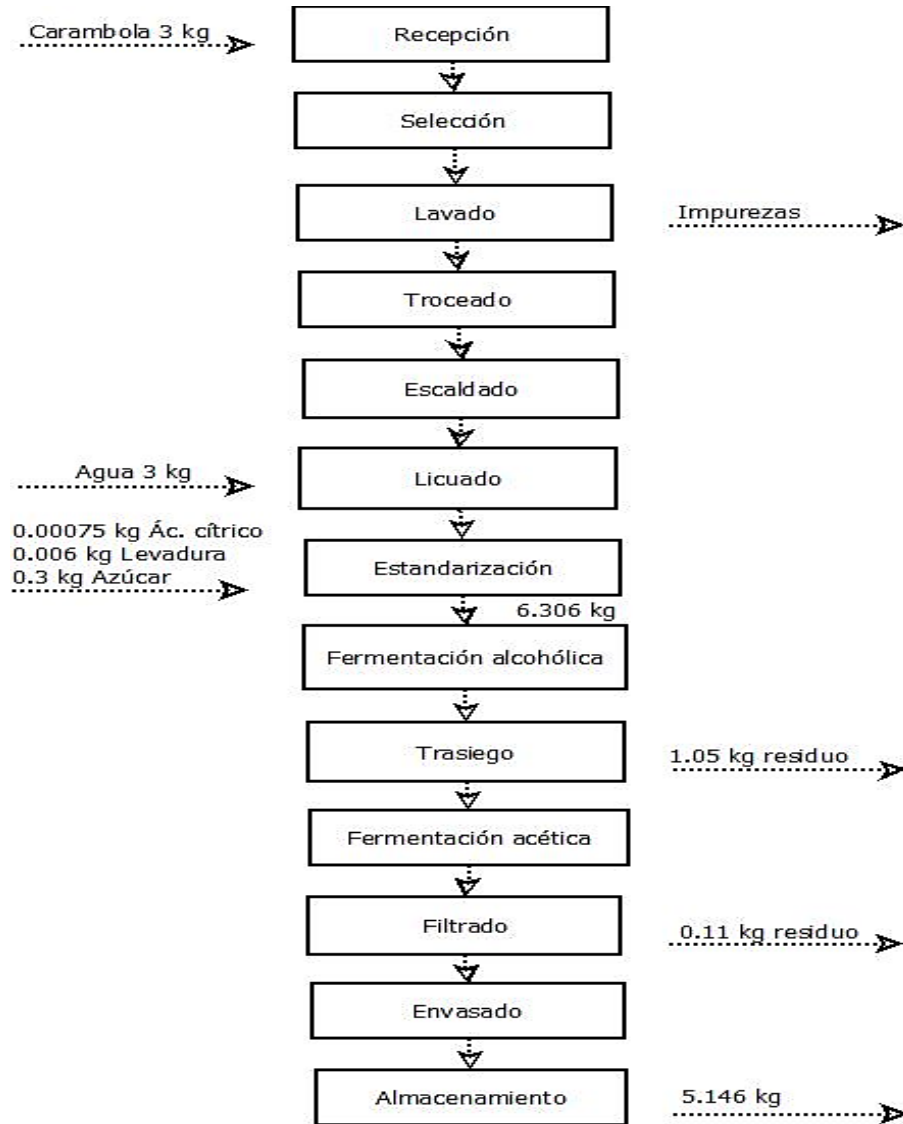
$$\%R = \frac{4.766 \text{ kg}}{6.306 \text{ kg}} \times 100$$

$$\%R = 75.57 \%$$

3.6.16. Balance de materia de los segundos tratamientos del vinagre de carambola en estado madura.

Fig. 5.

Ingreso y salida de materia.



Nota: Flujos de materia dentro del proceso de elaboración de vinagre de carambola en estado madura.

3.6.16.1. Rendimiento real

$$\%R = \frac{\text{Masa experimental}}{\text{Masa teórica}} \times 100$$

$$\%R = \frac{5.146 \text{ kg}}{6.306 \text{ kg}} \times 100$$

$$\%R = 81.60 \%$$

3.7. Tratamientos de los datos

Mediante este procedimiento se determinó el rendimiento del producto final obtenido de dos estados de madurez de la carambola (*Averrhoa Carambola L.*), a partir del cual se logró determinar el mejor tratamiento, se aplicaron dos métodos estadísticos (Método 1: ANOVA (Análisis de varianza); Método 2: prueba significativa TUKEY) con una probabilidad del 5%. El análisis estadístico se realizó mediante los programas de MINITAB y STATGRAPHICS.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- **Docente:** Ing. Denisse Margoth Zambrano Muñoz, MSc.
- **Estudiante:** Estefania Isabel Velasquez Vera
- **Colaboradora:** Ing. Lourdes Rosio Ramos

3.8.2. Recursos materiales

3.8.2.1. Materiales de laboratorio utilizados

Tabla 9.

Materiales utilizados.

Descripción	Cantidad
pH-metro	1
Handheld alcohol meter (modelo Snap 41)	1
Vaso de precipitación (250 cm ³)	6
Matraz Erlenmeyer (500cm ³)	3
Bureta 10 cm ³ con graduación de 0.05 cm ³	1
Soporte universal	1
Papel filtro	12
Crisoles	12
Desecador	1
Pinzas metálicas	1

Elaborado: Autora

3.8.2.2. *Reactivos*

Tabla 10.

Reactivos utilizados.

Descripción	Cantidad
Hidróxido de sodio (NaOH) Solución 0,1 N	8 ml
Fenolftaleína	10 ml

Elaborado: Autora

3.8.2.3. *Equipos*

Tabla 11.

Equipos utilizados.

Descripción	Cantidad
Balanza analítica	1
Refrigeradora	1
Licuada	1
Termómetro	1
Estufa	1
Mufla	1

Elaborado: Autora

3.2.8.4. *Costos de materiales de oficina*

Tabla 12.

Costos de oficina.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Cuaderno	1	\$ 1.30	\$ 1.30
Esferos	3	\$ 0.35	\$ 1.05
Regla	1	\$ 0.50 ctvs.	\$ 0.50 ctvs.
Tijera	1	\$ 0.75 ctvs.	\$ 0.75 ctvs.
Post it (de colores)	1	\$ 1.00	\$ 1.00
Hojas A4	1	\$ 4.00	\$ 4.00
Total, de costos			\$ 8.60

Elaborado: Autora

3.2.8.4. Costos de materias primas directo

Tabla 13.

Costos de materias primas del proceso.

Materias primas	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Carambolas	2 kg de pulpa	\$ 1.00	\$ 2.00
Agua	4 L agua	\$ 1.10	\$ 1.10
Azúcar	1 kg	\$ 1.25	\$ 1.25
Ácido cítrico	1 kg	\$ 5,50	\$ 5,50
Levadura	175 gr	\$ 2.95	\$ 2.95
Total, de costos			\$ 12,80

Elaborado: Autora

3.2.8.5. Costos de materias primas indirectos

Tabla 14.

Costos de materias primas para el proceso.

Materias primas	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Recipientes plásticos	12 unidad	\$ 1.00	\$ 12.00
Cinta adhesiva invisible 19 mm x 32.9 m	1 unidad	\$ 0.80 ctvs.	\$ 0.80 ctvs.
Manguera lisa transparente 1/8"	2 m	\$ 0.70	\$ 2.10
Agua destilada	2 galones	\$ 4.50	\$ 9.00
Papel filtro	1 unidad	\$ 0.50 ctvs.	\$ 0.50 ctvs.
Envases de vidrio	12 unidad	\$ 0.80 ctvs.	\$ 9.60
Total, de costos			\$ 34

Elaborado: Autora

3.2.8.6. Total, de costos directo e indirectos

Tabla 15.

Costos totales del proceso.

Descripción	Costo
Directos	\$ 12,80
Indirectos	\$ 34
Total, de costos	\$ 46,80

Elaborado: Autora

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados

4.1. Resultados del análisis de varianza de los análisis físico y química.

4.1.1. Varianza del pH

Tabla 16.

Análisis de varianza del pH.

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	3,74467	1	3,74467	11347,49*	0,0000
Factor B	0,0154333	2	0,00771667	23,38	0,0002
Repeticiones	0,0007	2	0,00035	1,06	0,3822
Int. AxB	0,00314444	2	0,00157	4,76	0,0352
Residuos	0,0033	10	0,00033		
Total	3,76725	17			

Elaborado: Autora

Se muestra en la tabla (16) del análisis de varianza para el pH existe diferencia significativa en el factor A: Estado de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), factor B: Concentración de levadura (β_0 0.1 % levadura, β_1 0.2 % levadura y β_2 0.3 % levadura), no existe diferencia significativa entre el factor B y la interacción A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), con respecto a las réplicas no presentan diferencias significativas.

4.1.2. Varianza de acidez total

Tabla 17.

Análisis de varianza para acidez total.

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,630939	1	0,630939	1530,58*	0,0000
Factor B	0,00854444	2	0,00427222	10,36	0,0037
Repeticiones	0,00134444	2	0,000672222	1,63	0,2438
Int. AxB	0,0000777778	2	0,0000388889	0,09	0,9108
Residuos	0,00412222	10	0,000412222		
Total	0,645028	17			

Elaborado: Autora

En la siguiente tabla (17) se muestra el análisis de varianza para acidez total donde existe diferencia significativa entre el factor A: Estado de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y las interacciones de A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), en cuanto a las réplicas no existe diferencia significativa.

4.1.3. Varianza de acidez fija

Tabla 18.

Análisis de varianza para acidez fija.

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,08405	1	0,08405	90,81*	0,0000
Factor B	0,0244111	2	0,0122056	13,19	0,0016
Repeticiones	0,00274444	2	0,00137222	1,48	0,2730
Int. AxB	0,0166333	2	0,00831667	8,99	0,0058
Residuos	0,00925556	10	0,000925556		
Total	0,137094	17			

Elaborado: Autora

En la tabla (18) se muestra los resultados de varianza para acidez fija e indica que existe diferencia significativa entre el factor A: Estado de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y las interacciones de A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), y en las réplicas no existe diferencia significativa.

4.1.4. Varianza de densidad (g/ml)

Tabla 19.

Análisis de varianza para densidad (g/ml).

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,000002	1	0,000002	1,89	0,1987
Factor B	4,44444E-7	2	2,22222E-7	0,21	0,8137
Repeticiones	0,00000477778	2	0,0000023888	2,26	0,1546
Int. AxB	0,00000133333	2	6,66667E-7	0,63	0,5517
Residuos	0,0000105556	10	0,0000010555		
Total	0,0000191111	17			

Elaborado: Autora

La siguiente tabla (19) muestra los resultados obtenidos de la varianza para densidad (g/ml), no presentan diferencia significativa entre el factor A: Estado de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y no existió diferencia significativa entre las interacciones de A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), y en las réplicas no existe diferencia significativa.

4.1.5. Varianza de ceniza (g/l)

Tabla 20.

Análisis de varianza para ceniza (g/l).

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,0168056	1	0,0168056	368,90*	0,0000
Factor B	0,0000444444	2	0,0000222222	0,49	0,6279
Repeticiones	0,0000777778	2	0,0000388889	0,85	0,4547
Int. AxB	0,0000444444	2	0,0000222222	0,49	0,6279
Residuos	0,000455556	10	0,0000455556		
Total	0,0174278	17			

Elaborado: Autora

En la presente tabla (20) muestra el análisis de varianza para ceniza (g/l), indica que existe diferencia significativa entre el factor A: Estados de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y en las interacciones A*B (Estados de madurez y concentración de levadura) mientras que en las réplicas no existe diferencia significativa.

4.1.6. Varianza de humedad

Tabla 21.

Análisis de varianza para humedad.

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,00680556	1	0,00680556	0,72	0,4175
Factor B	0,0281333	2	0,0140667	1,48	0,2739
Repeticiones	0,0225	2	0,01125	1,18	0,3461
Int. AxB	0,00164444	2	0,000822222	0,09	0,9179
Residuos	0,0951667	10	0,00951667		
Total	0,15425	17			

Elaborado: Autora

La tabla (21) presenta la varianza de humedad la cual muestra que no existe diferencia significativa entre el factor A: Estados de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y tampoco hay diferencias significativas entre las interacciones A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), en cuanto a las réplicas no se encontró diferencia significativa.

4.1.7. Varianza de alcohol etílico

Tabla 22.

Análisis de varianza para alcohol etílico.

Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A	0,00125	1	0,00125	35,16*	0,0001
Factor B	0,000311111	2	0,000155556	4,38	0,0432
Repeticiones	0,0000444444	2	0,0000222222	0,62	0,5549
Int. AxB	0,0004	2	0,0002	5,63	0,0231
Residuos	0,000355556	10	0,0000355556		
Total	0,00236111	17			

Elaborado: Autora

La presente tabla (22) muestra que existe diferencia significativa entre el factor A: Estados de madurez (α_0 Semi madura y α_1 Madura), no existe diferencia significativa entre el factor B y también existe diferencia entre los factores A*B (Estados de madurez y concentración de levadura), mientras que en las réplicas no existen diferencias significativas.

4.1.8. Resultados de las medias mediante la prueba de significación Tukey de los análisis físico-química.

Resultados de las diferencias de medidas del Factor A: Estado de madurez para la prueba de Tukey de los análisis físico químicos ($p > 0.05$), pH, acidez total, acidez fija, densidad (g/ml), ceniza (g/l), humedad y alcohol etílico.

Fig. 6.

Resultados del análisis físico – química del estado de madurez.

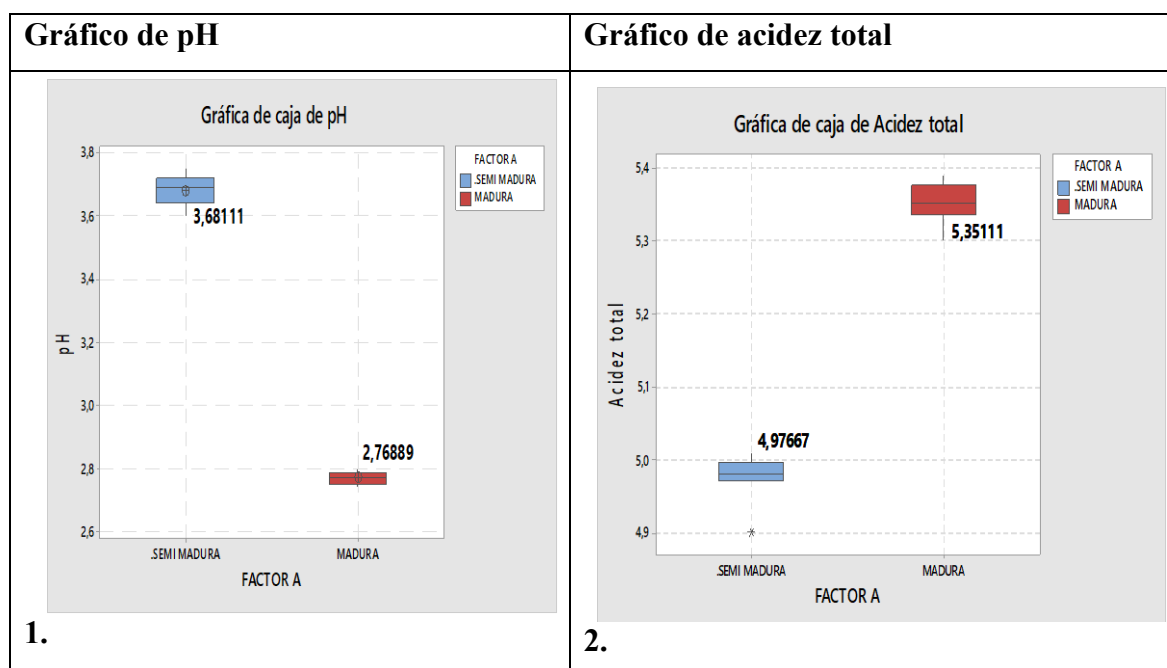
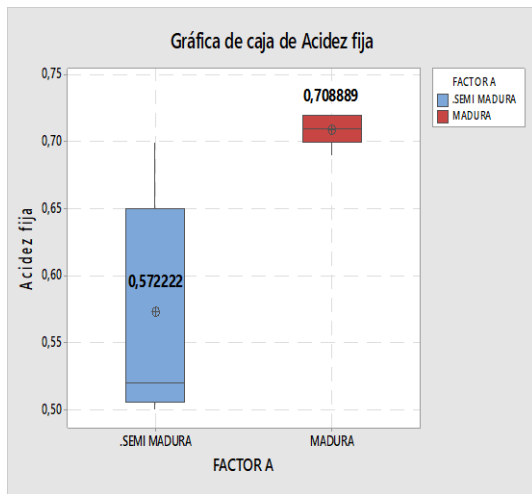
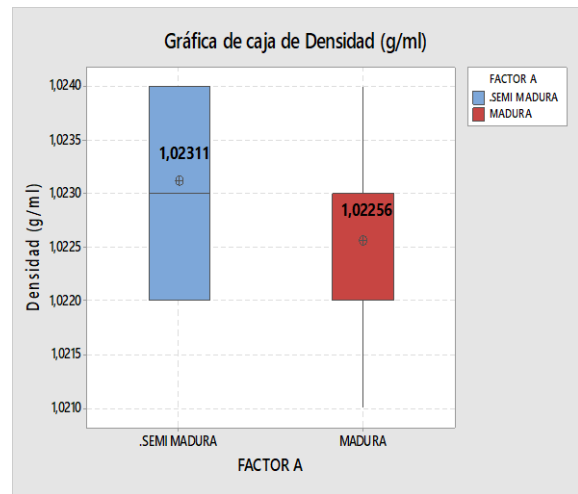


Gráfico de acidez fija



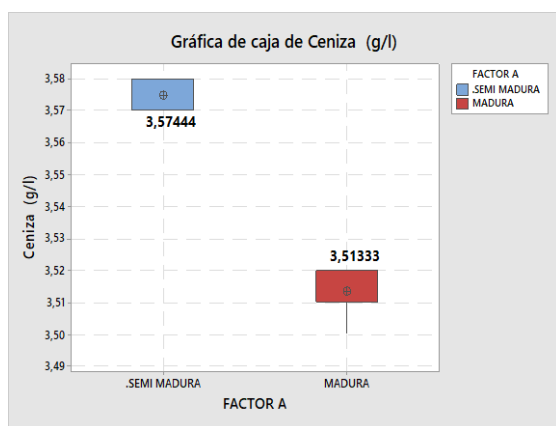
3.

Gráfico de densidad



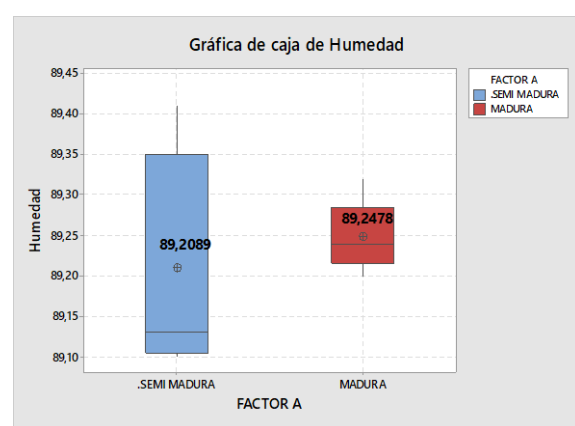
4.

Gráfico de ceniza



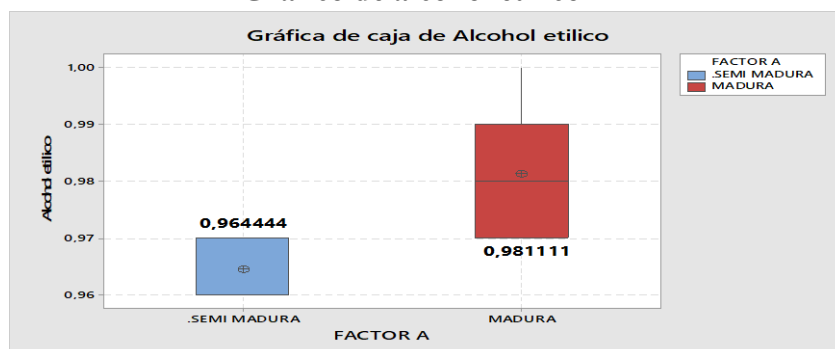
5.

Gráfico de humedad



6.

Gráfico de alcohol etílico



7.

La figura (6) presenta DS entre los factores (Estados de madurez a_0 = Semi – madura; a_1 = Madura) se observó que en el pH existe SDS entre la $a_0=3,681$ que tiene un mayor nivel a diferencia del $a_1=2,768$, con respecto a la acidez total hay SDS en la $a_0=4,976$ es menor que la cantidad de $a_1 =5,351$. En cuanto a la acidez fija obtuvo DS entre el valor de $a_0=0,572$ es inferior al valor de $a_1=0,708$. Mientras que en la densidad existe DS en $a_0= 1,0231$ que obtuvo un valor mayor a diferencia que el $a_1=1,0225$, en cuanto a la cantidad de ceniza se obtuvo DS ya que $a_0=3,574$ representó valores mayores a $a_1=3,513$ y en la humedad se tuvo DS en los valores de $a_0=89,208$ mientras que en $a_1=89,247$ fue mayor, en alcohol etílico entre los valores obtenidos se tiene DS en $a_0=0,964$ y en $a_1=0,981$.

4.1.9. Resultados de las medias mediante la prueba de significación Tukey de los análisis físico-química.

Resultados de las diferencias de medias del Factor B: Concentración de levadura para la prueba de Tukey de los análisis físico- químicas ($p>0.05$), pH, acidez total, acidez fija, densidad (g/ml), ceniza (g/l), humedad y alcohol etílico.

Fig. 7.

Resultados de los análisis físicos – químicas de la concentración de levadura.

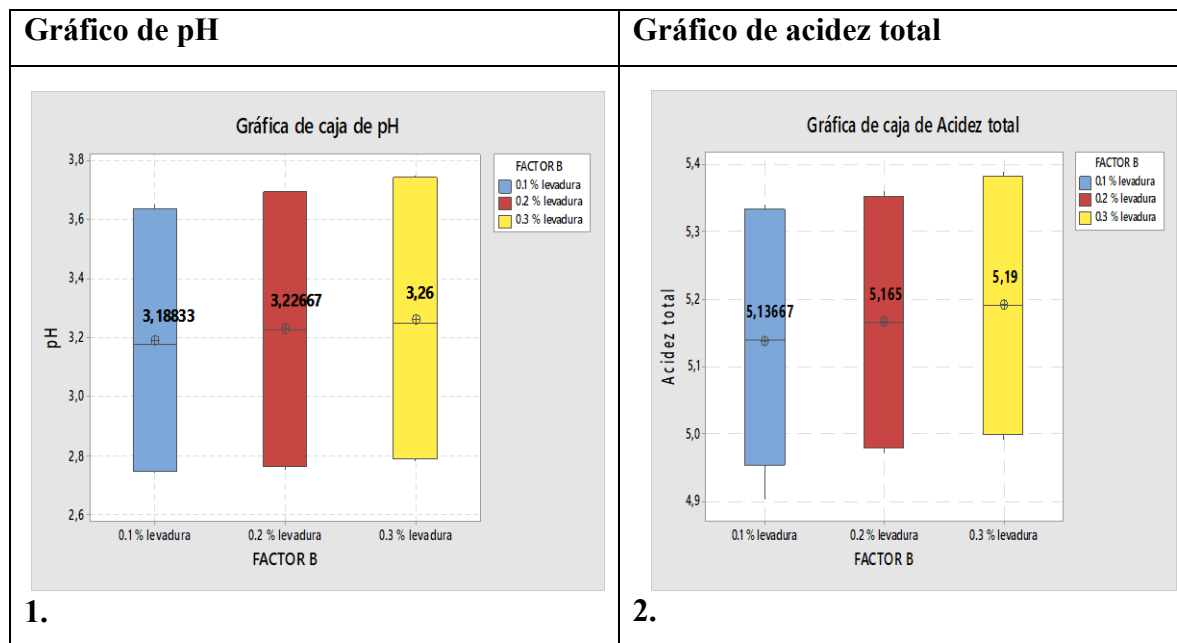
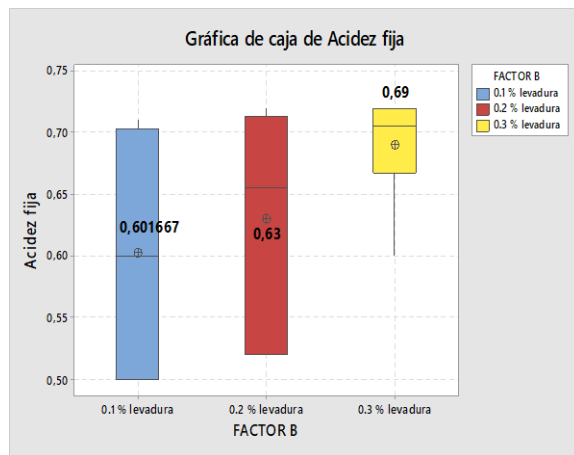
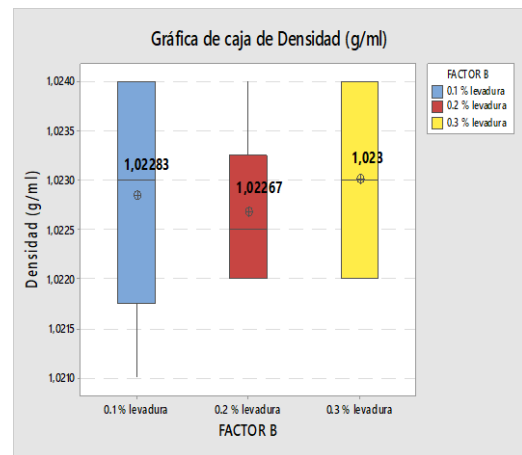


Gráfico de acidez fija



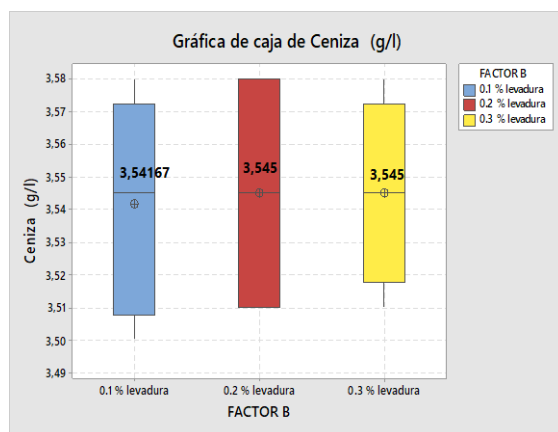
3.

Gráfico de densidad



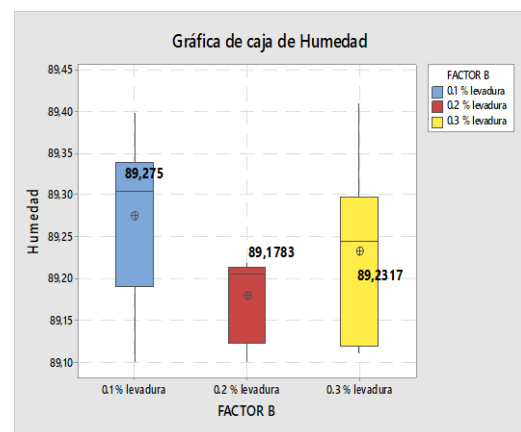
4.

Gráfico de ceniza



5.

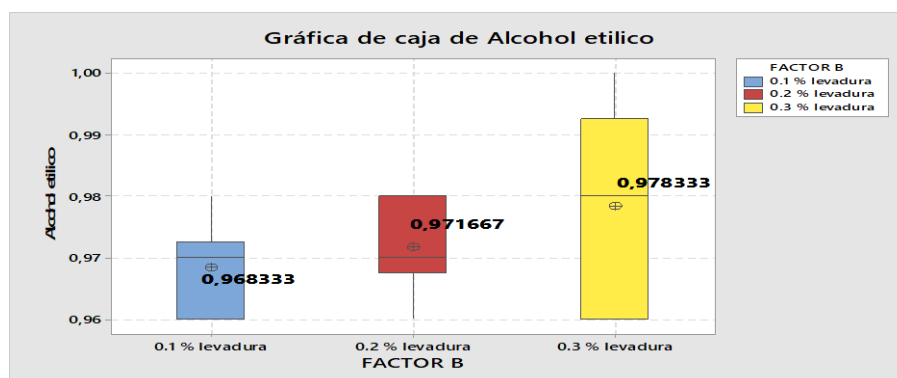
Gráfico de humedad



6.

Gráfico de alcohol etílico

7.

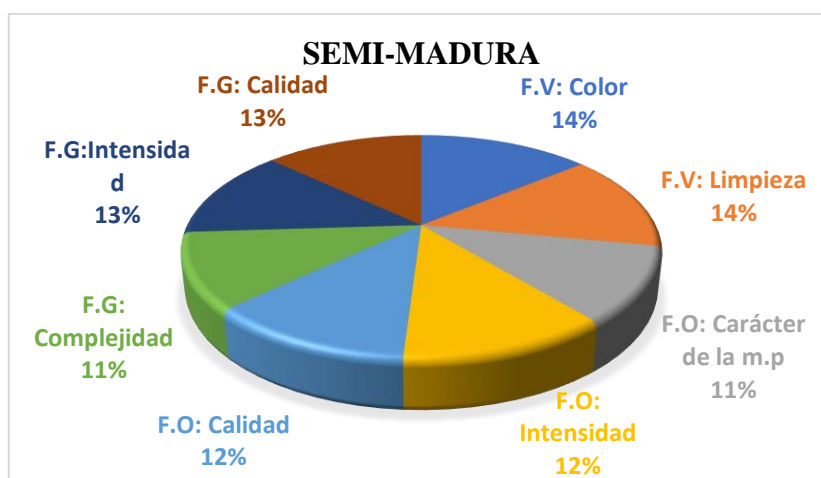


Las figuras (7) presentes muestran diferencia significativa en los factores B (concentración de levadura 0,1 % 0,2 % y 0,3 %) en cuanto a pH la $\bar{y}_0=3,188$ presentó valores alto a diferencia de $\bar{y}_1=3,226$ y $\bar{y}_2=3,26$; en la acidez total el resultado superior es $\bar{y}_0=5,1366$ mientras que $\bar{y}_1=5,165$ y $\bar{y}_2=5,19$; la acidez fija obtuvo un valor alto para $\bar{y}_0=0,6016$ y en $\bar{y}_1=0,63$ y $\bar{y}_2=0,69$ los valores fueron menores; respecto a la densidad $\bar{y}_0=1,0228$ tuvo el valor más alto mientras que $\bar{y}_1=1,0226$ y $\bar{y}_2=1,023$ datos fueron menores que \bar{y}_0 ; en los valores de ceniza $\bar{y}_0=3,5416$ dio valores altos en tanto $\bar{y}_1=3,545$ y $\bar{y}_2=3,545$ presentaron valores similares; los resultados obtenidos para humedad $\bar{y}_0=89,275$ es el más alto mientras tanto los valores de $\bar{y}_1=89,1283$ y $\bar{y}_2=89,217$ dieron valores bajos; con relación al alcohol etílico presente en las muestras se obtuvieron valores de $\bar{y}_0=0,9683$, $\bar{y}_1=0,9716$, $\bar{y}_2=0,9783$ siendo el \bar{y}_2 fueron valores altos.

4.1.10. Resultados de la evaluación sensorial correspondiente al mejor tratamiento T3 (Semi – madura + concentración de levadura 3%) del vinagre de carambola.

Fig. 8.

Catación sensorial T3 (Semi- madura + concentración de levadura 3%).



Nota: Valores porcentuales de los resultados obtenidos de la hoja de catación.

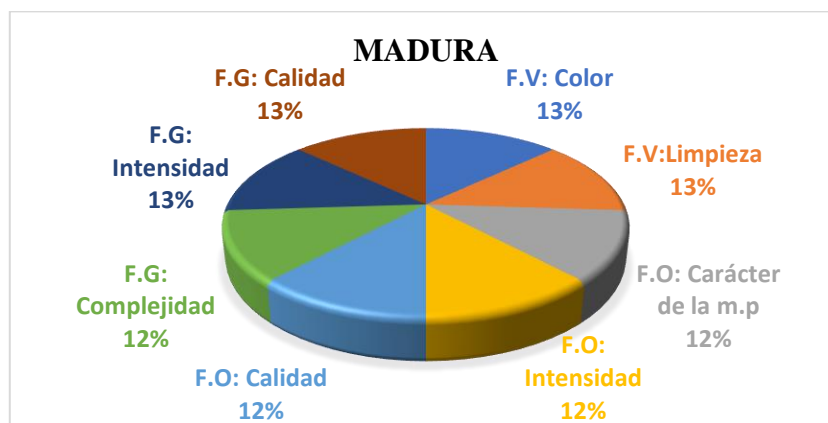
De acuerdo al 100% de los catadores, en la fase visual el 14% de personas le agrado el color que presentó el producto y el otro 14 % de las personas le gusto la limpieza del producto, por otro lado, en la fase olfativa en cuanto al carácter de la materia prima el 11% estuvo de acuerdo que se asemeja a la fruta, mientras que el 12% calificó el producto con un sabor intenso y el 12% calificaron de buena calidad al producto. En la fase gustativa el 11% de los catadores manifestaron que es complejo identificar el sabor de la carambola, pero el 13% de

las personas manifestó que la intensidad es más suave y en cuanto a la calidad el 13% estuvo de acuerdo que el producto presenta buenas características.

4.1.11. Resultados de la evaluación sensorial correspondiente al mejor tratamiento T6 (Madura + concentración de levadura 3%) del vinagre de carambola.

Fig. 9.

Catación sensorial T6 (Madura + concentración de levadura 3%).



Nota: Valores porcentuales de los resultados obtenidos de la hoja de catación.

Del 100 % de los catadores en la fase visual el 13% de las personas estuvieron de acuerdo con el color mientras que el otro 13% de los catadores manifestaron que el producto presentó buena limpieza, en la fase olfativa el 12% de las personas estuvieron de acuerdo que el vinagre presenta color a la fruta, con respecto a la intensidad el 12% de los catadores manifestaron que su aroma es intenso y el 12% estuvo de acuerdo que el producto tiene buena calidad característico de los vinagre de mercado, en la fase gustativa el 13% de las personas dijeron que es complejo distinguir el sabor de la fruta del producto final (vinagre), en cuanto a la intensidad el 13% de las personas que degustaron el producto manifestaron que el sabor es muy intenso y en base a la calidad el 13% expresaron que el producto tiene excelentes características.

4.1.12. Discusión

4.1.12.1. Discusión con respecto a la interacción A*B (Estado de madurez + concentración de levadura) de los análisis físico-química.

Resultados de las diferencias medias entre variedades de estado de madurez + concentración de levadura, por medio de la prueba de Tukey ($p > 0.05$), pH, acidez total, acidez fija, densidad (g/ml), ceniza (g/l), humedad y alcohol etílico.

Tabla 23.

Interacción de factores AxB.

FACTOR AxB	pH	Acidez total	Acidez fija	Densidad (g/ml)	Ceniza (g/l)	Humedad	Alcohol etílico	°Brix
Semi madura + 0.1 % levadura	3.62667B	4.95 B	0.5033 B	1.0233 A	3.5733 A	89.2667 A	0.9633 B	15.50B
Semi madura + 0.2 % levadura	3.68667A	4.98 B	0.5500 B	1.0226 A	3.57667 A	89.1467 A	0.9666 B	15.55A
Semi madura + 0.3 % levadura	3.7300A	5 B	0.6633 A	1.0233 A	3.57333 A	89.2133 A	0.9633 B	15.59B
Madura + 0.1 % levadura	2.7500C	5.3233 A	0.7000 A	1.0223 A	3.5100 B	89.2833 A	0.9733 B	15.88B
Madura + 0.2 % levadura	2.766C	5.35 A	0.7100 A	1.0226 A	3.51333 B	89.2100 A	0.9766 AB	15.91B
Madura + 0.3 % levadura	2.7666C	5.38 A	0.7166 A	1.0223 A	3.51667 B	89.2500 A	0.9933 A	15.94B

Elaborado: Autora

- **pH**

Los valores obtenidos para pH fueron de 2,75 perteneciente a la interacción T1(madura + 0,1 % levadura), seguido de 2,766 del tratamiento T2 (madura + 0,2 % levadura) y del T3 (madura + 0,3 % levadura) con un valor de 2,7666, mientras que para T4 (semi madura + 0,1 % levadura) dio como resultado 3,6266, seguidamente la T5 (semi madura + 0,2 % levadura) con 3,68667 y para T6 (semi madura + 0,3 % levadura) con valores de 3,7300 datos superior entre las interacciones de la variable identificada, lo cual da como resultado que en porcentajes mayores a 0,2 % de concentración de levadura se obtiene valores más elevados.

Según (Illescas L., 2021), menciona que el empleo de bacteria (acetobacter) dentro de la elaboración del vinagre, acelera el proceso fermentativo con concentraciones de levadura del 3% en un lapso de tiempo de 20 días y que como resultado final se obtiene un producto con un pH de (4,1) a diferencia del vinagre de carambola que tuvo un periodo más largo de tiempo y que solo se utilizó un hongo (*Saccharomyces cerevisiae*) se obtuvo como resultado un pH entre (2,75 -3,75), mediante investigaciones realizadas se conoce que los vinagres obtenidos por métodos rápidos son de baja calidad.

Los datos obtenidos se encuentran dentro de la normativa INEN 2296 establece que el pH debe estar entre (2,3 – 2,8), de acuerdo al análisis realizado se conoció que la carambola en estado de madurez (Semi madura + concentración de levadura de 0,1%, 0,2% y 0,3%) presentan valores muy elevados a diferencia de la carambola en estado de madurez (Madura + concentración de levadura de 0,1%, 0,2% y 0,3%).

- **Acidez total**

De acuerdo con los resultados obtenido para acidez total en combinación del estado de madurez + concentración de levadura, indican que la carambola T1 (Semi- madura + levadura 0,1 %) nos da un valor de 4,95; mientras que la T2 (Semi - madura + levadura 0,2%) proporcionó datos de 4,98; seguido la T3 (Semi- madura + levadura 0,3%) dio valores de 5 para acidez total. En tanto a la carambola madura + concentración de levadura establece valores superiores para T4 (Madura + levadura 0,1%) con 5,3233 mientras que para T5 (Madura + levadura 0,2%) un valor de 3,35, seguido de T6 (Madura + levadura 0,3%) con 3,38 de acidez total.

Los resultados obtenidos de acidez total del vinagre de carambola van de (4,95 a 5,38) en comparación con el vinagre de pomarrosa la acidez fue menor (1,46%) lo cual indica que utilizar bacterias acetobacter da como resultado valores bajos de acidez o que uno de los factores que puede influir mucho en que el vinagre de pomarrosa es el bajo contenido de azúcar que presenta la fruta, existen varios factores que pueden influir en el producto final como puede ser el ambiente de conservación o el estado de madurez que presenta la fruta.

- **Acidez fija**

Con base a los análisis realizados en cuanto a la acidez fija se obtuvieron los siguientes valores de los primero tres tratamientos en relación a T1 (Semi - madura + 0,1%) con un valor de 0,5033, mientras que para la T2 (Semi - madura + 0,2%) dio un valor de 0,5500,

seguido de T3 (Semi – madura + 0,3%) con un valor superior de 0,6633; los siguientes tratamientos dieron como resultados en T4 (Madura + 0,1%) de 0,7000 en T5 (Madura + 0,2%) n valor de 0,7100 y en T6 (Madura + 0,3%) valores de 0,7166.

Con base al estudio de (Raymundo Y., 2019), destaca que el vinagre obtenido a partir del banano presentó una acidez de (4,66%) utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que a diferencia del vinagre de carambola presenta distintos rangos que van desde (0,50 - 0,71%), para lograr que el alcohol presente en el producto se transforme en ácido acético es necesario que existan las condiciones adecuadas para este proceso se lleve con normalidad y lograr conseguir valores adecuados de acidez, de acuerdo a la norma NTE INEN 2296 establece que los valores mínimo y máximos son de (0 – 0,3%), los datos del vinagre de banano presenta valores muy altos de acidez mientras que el de carambola valores bajos, saliendo del rango de la normativa.

- **Densidad (g/ml)**

Con base a la variable de densidad la T1 (Semi - madura + 0,1%) proporciono valores de 1,0233 g/ml, mientras que la T2 (Semi – madura + 0,2%) dio un valor de 1,0226 g/ml, asimismo la T3 (Semi - madura + 0,3%) presentó un valor de 1,0233; en cuanto a la T4 (Madura + 0,1%) el valor obtenido fue de 1,0223, mientras tanto la T5 (Madura + 0,2%) presentó un valor superior de 1,0266 y la T6 (Madura + 0,3%) un valor de 1,0223. Los valores de densidad en la investigación de (Raymundo Y., 2019), establece un valor de 1,013 g/ml mientras que del vinagre de carambola oscilan entre (1,022 – 1,023 g/ml), la baja densidad del producto final puede verse afectada por la calidad del suelo o por las estaciones del año.

- **Ceniza (g/l)**

De acuerdo a los tratamientos obtenidos para T1 (Semi – madura + 0,1%) tuvo un contenido de 3,5733 g/l, asimismo para T2 (Semi – madura + 0,2%) se logró obtener 3,57667 g/l, seguidamente de T3 (Semi – madura + 0,3%) con un valor de 3,57333g/l; para la T4 (Madura + 0,1%) el valor es inferior a los demás tratamientos con 3,5100g/l a diferencia de la T5 (Madura + 0,2%) con un valor de 3,51333g/l, siendo el tratamiento más elevado el T6 (Madura + 0,3%) 3,51667g/l; Según (Huaman C., 2019), menciona que el porcentaje de ceniza representa la cantidad de minerales que presenta la fruta en la elaboración del vinagre de manzana se obtuvo (1,80 mg) de ceniza, mientras tanto el vinagre de carambola presento

mayor porcentaje de ceniza con un valor que va desde 3,51 – 3,57 mg, es decir que el contenido de materia organica y mineral es mayor que la manzana, puede tener influencia en los resultados de acuerdo al origen geográfico o la variedad de la fruta, en comparación de los resultados con la normativa NTE INEN 2296 para requisitos del vinagre establece que los valores mínimo y máximo deben ser de (1 – 5g/l), los dos productos se encuentran dentro de la normativa.

- **Humedad**

Los valores obtenidos en base a la T1 (Semi – madura +0,1%) con un valor de 89,266, además que la T2 (Semi – madura + 0,2%) presentó un valor de 89,1467, y por último la T3 (Semi – madura + 0,3%) que dio último dato un valor de 89,2133; en cuanto a la T4 (Madura + 0,1%) el valor obtenido fue el siguiente de 89,2833, asimismo la T5 (Madura + 0,2%) con 89,2100, mientras que la T6 (Madura + 0,3%) dio un valor de 89,2500.

Con respecto a la investigación realizado por (Raymundo Y., 2019), menciona que la humedad presente del vinagre de banano maduro fue de 69,20 % que, en comparación con la humedad del vinagre de carambola en dos estados de madurez, los resultados fueron superiores de los cuales todos los tratamientos se mantienen con una humedad de (89,1467 – 89,2833%) existe gran diferencia en cuanto a los porcentajes de humedad de los dos tipos de vinagre ya que son diferentes materias primas.

- **Alcohol etílico**

La combinación de los tratamientos proporcionó los siguientes valores para la T1 (Semi – madura + 0,1%) con 0,9633, mientras para T2 (Semi – madura + 0,2%) el valor de 0,9666, de igual manera la T3 (Semi – madura + 0,3%) con 0,9633, mientras tanto que para la T4 (Madura + 0,1%) dio un valor de 0,9733 seguido de la T5 (Madura + 0,2%) con 0,9766, asimismo la T6 (Madura + 0,3%) con un valor menor de 0,9933, con base a los datos obtenidos de (Huaman C., 2019), manifiesta que a partir del vinagre de manzana se puede lograr obtener porcentaje de alcohol del 0,28% y que su color es café cobrizo oscuro que surge a partir de la oxidación del jugo de la fruta, por otra parte el vinagre de carambola presenta grados alcohólicos superiores de (0,9633% – 0,993%) estos porcentajes varía de acuerdo a la fruta y el proceso de fermentación que se aplica.

- **Grados Brix (°Bx)**

Los datos obtenidos con el refractómetro de los tratamientos del vinagre de carambola (Semi madura + 0,1; 0,2 y 0,3% de concentración de levadura) van desde los 15,50 a 15,59 °Brix, mientras que de los otros tratamientos están entre 15,88 a 15,94 °Brix, siendo estos datos menores al estudio de (Illescas L., 2021), del vinagre de pomarrosa que proporciono valores de 11,1 y 15,2 °Brix lo cual son indicativo de que tiene un buen sabor.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante la carta de colores de RHS COLOUR CHART en base al desarrollo de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) en varios índices de madurez en una escala del 1 al 5, se tomó en cuenta el índice de madurez tipo 3 (color amarillo opaco) y tipo 5 (color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado) para la elaboración del vinagre a partir de carambola.
- En concentraciones elevadas de levadura del 2% al 3% se produjo más burbujeo en la etapa de acondicionamiento del mosto lo cual indicó que la (*Saccharomyces cerevisiae*) cumplió con la función de fermentación produciendo alcohol entre (0,96 – 1 %), entre los datos obtenidos entre (Semi – madura + levadura 2% y 3%), (Madura + 2%y 3%) cumple con los estándares establecidos por la normativa NTE INEN 2296 “Requisitos para vinagre”.
- Se logró obtener el rendimiento de los mejores tratamientos tanto para (Semi – madura + concentración de levadura) de 100% y para (Madura + concentración de levadura) con un 100% entre masa experimental y masa teórica.
- De acuerdo a los tratamientos analizados se concluye que el producto final obtenido a partir de la carambola en los dos estados de madurez fue la (Semi – madura + 0,3% de levadura) dando como resultado para pH 3,7300; Acidez total 5; Acidez fija 0,6633; Densidad 1,0233 g/ml; Ceniza 3,5733; Humedad 89,2133 y Alcohol etílico 0,9633 gl, mientras tanto para (Madura + 0,3% de levadura) proporcionó datos para pH 2,7666; Ácidos total 5,38; Ácidos fija 0,7166; Densidad 1,0223 g/l; Ceniza 3,51667; Humedad 89,2500 y Alcohol etílico 0,9933, datos de los cuales están dentro de la normativa NTE INEN 2296 y en fuentes confiables.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Para obtener vinagre en un corto periodo de tiempo es recomendable utilizar reactivos que aceleran la fermentación en el proceso como por ejemplo el amonio fosfato bibásico o bacterias *Acetobacter*.
- ✓ Es necesario utilizar frutas poco tradicionales como (ovo, pomarrosas, mamey de cartagena, etc.) para innovar el sector agroindustrial y el mercado de los consumidores.
- ✓ Para mejores resultados es recomendable utilizar levadura a partir del 0,2% para la elaboración de vinagre a base de carambola.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Balladares H., & Guamán B. (2019). *Plan de negocio de una empresa productora y exportadora de jugo de carambola endulzado con stevia a Paris, Francia*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42563/1/TESIS%20JUGO%20DE%20ARAMBOLA.pdf>
- Barea M. (2015). *Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada - Málaga* [Universidad De Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/43567>
- Cagua D., Arias M., & Orduz J. (2015). El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Vol 9-No. 1*, 1–14. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3752>
- Chávez J. (2019). *Estudio del proceso de la elaboración de vinagre a partir de desechos de frutas*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5432>
- Delgado P. (2020). *Efecto erosivo en tres ionómeros de vidrio de restauración de fotopolimerización sometidos al ácido acético, láctico y cítrico. Estudio in vitro*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21906/1/T-UCE-0015-ODO-384.pdf>
- García G., & Troya I. (2020). *Factores que aumentan el riesgo de insuficiencia renal en la intoxicación por ingesta de la fruta carambola (Averrhoa carambola)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51013/1/BCIEQ-T-0561%20Garc%c3%ada%20Guerra%20Gilda%20Sina%c3%ad%3b%20Troya%20Conreras%20Ivana%20Mar%c3%ada.pdf>
- González J., Hernández M., González N., Maldonado E., & Jiménez R. (2017). *Averrhoa carambola: recomendaciones de consumo y contraindicaciones*. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1–10. www.reibci.org
- Guayasamín J., & Mejía C. (2022). *Influencia de la manzana (Fuji) y carambola (Averrhoa Carambola), sometidas a criomaceración y fermentada con dos tipos de levaduras (La Safale WB-06) y (ICV-D47), en los parámetros de calidad de una bebida tipo sidra*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6700/1/T-UTEQ-148.pdf>
- Huaman C. (2019). *Producción familiar de vinagre de manzana deliciosa (Malus domestica-red delicious), en el laboratorio de la planta piloto de procesos orgánicos de la facultad de ingeniería química y metalúrgica*. <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3326/Huaman%20sanchez%20carmen%20soledad.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Illescas L. (2021). *Elaboración de un vinagre a base de pomarrosa (Syzygium jambos) como una alternativa de consumo*.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ILLESCAS%20ANDRADE%20LISETTE%20ROCIO.pdf>
- Loor L, Velasco V, Rivadeneira R, & Cevallos R. (2021). Diseño de un biorreactor para la fermentación de carambolo (*Averrhoa carambola*) a partir de *Saccharomyces cerevisiae*. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, Vol7, núm 6, 702–715.
<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2360>
- Macavilca Z. (2019). *Evaluación de la Actividad Antioxidante y Compuestos Fenólicos de carambola (Averrhoa carambola L) en temperatura ambiente y refrigeración*.
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2075/Zamir_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Matamoros R. (2018). *Desarrollo de una bebida a base de pulpa de babaco (Carica pentagona Heilb) y grosella china (Averrhoa carambola L)*.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10267/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-41.pdf>
- Narea J., & Fabre M. (2021). *Estudio organoléptico de adobos a base de vinagre de guineo (Musa Paradisiaca) y su aplicación en proteínas de origen animal*.
<https://secure.urkund.com/view/93196175-894746-208665#/>
- Ñauta E., & Rosado A. (2020). *Industrialización de Frutas Exóticas: Carambola (Averrhoa Carambola) y Arazá (Eugenia Stipitata), empleando Sacarosa y un edulcorante no calórico (Stevia) en conjunto con una evaluación de aceptabilidad en el mercado local*.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34474/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- NTE INEN 259. (2017). *Azúcar blanco. Requisitos*.
- NTE INEN 2296. (2013). *Vinagre. Requisitos*.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2296-1.pdf>
- Núñez F. (2022). Escaldado de la fermentación para la obtención de vinagre de naranja agria (*Citrus aurantium L.*) con *Acetobacter sp.* In *Escuela Politécnica Nacional*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23098/1/CD%2012522.pdf>
- Porras K. (2022). *Análisis comparativo del destilado obtenido a partir de Jaca (Artocarpus heterophyllus) utilizando dos diferentes endulzantes a diversas concentraciones de*

- levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/17945/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-87.pdf>
- Prada C. (2015). *Obtención de vinagre tipo gourmet a partir de la fermentación de uchuva (Physalis peruviana L.)*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55382/1032440911.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Puchaicela V. (2022). *Aprovechamiento de la carambola (Averrhoa carambola) en la obtención de derivados culinarios y su aplicación en propuestas gastronómicas en el menú del restaurante zona resto pub, Loja 2022*.
<http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/634/1/Proyecto%20de%20titulaci%C3%B3n%20-%20Victor%20Puchaicela.pdf>
- Raymundo Y. (2019). *Obtención y caracterización de vinagre a partir de banano de descarte de la cooperativa agraria de bananeros orgánicos Huayquiquira ubicada en el Valle del Chira - Sullana*. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2622>
- Rivera H., & Ruiz K. (2020). *Uso del fruto carambola (Averrhoa carambola) en preparaciones vanguardistas*.
<https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/2050/tesis%202020.pdf?sequence=1>
- Salas L., Delgado J, Preciado P, Gonzales J, Ayala A, & Segura M. (2018). La aplicación de ácido cítrico incrementa la calidad y capacidad antioxidante de germinados de lenteja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 20, 1–9.
 file:///C:/Users/Usr/Downloads/Dialnet-AplicacionDeAcidoCitricoIncrementaLaCalidadYCapaci-6556210.pdf
- Soria M. (2019). *Niveles de jengibre (Zingiber officinale) en la elaboración de vinagre para mejorar su calidad Quevedo, 2019*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3800/1/T-UTEQ-0059.pdf>
- Suárez C., Garrido N., & Guevara C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Instituto Cubano De Investigación De Los Derivados De La Caña De Azúcar*, Vol. 50, núm. 1, 1–10.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>
- Valles A. (2021). *“Efecto de la concentración de pectinasas y temperatura de aplicación en la clarificación de zumo de piña (Ananas comosus L.) como líquido de cobertura para*

la elaboración de conservas de carambola (Averrhoa carambola L.) en Pucallpa”
[Universidad Nacional De Ucayali]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/43567>

Vera D., Ortiz D., Villamizar A., Piza Y., & Leal M. (2018). Desarrollo de vinagre de frutas a partir de cáscaras generadas como residuo sólido en una despulpadora de fruta de la ciudad de Bucaramanga. *Tecnológica FITEC*, Vol 2., 1–6.
<http://www.fitecvirtual.org/ojs-3.0.1/index.php/clic/article/view/292>

Vera J., Cedeño N., & Mera S. (2020). Elaboración de vinagre de vino a partir del mucílago y exudado de cacao criollo (theobroma cacao l.). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 3(6), 2–13.
<https://doi.org/10.46296/ig.v3i6.0014>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración del vinagre de carambola.

Recepción de la materia prima	Pesado de la carambola
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>
Pesado de la levadura	Lavado de la fruta
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>
Troceado de la fruta	Licuado de la fruta
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>

Obtención del mosto	Activación de la levadura
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>
Muestras acondicionadas	Muestra obtenida de la primera fermentación
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>
Filtración	Producto final
 <p>Fuente: Autora</p>	 <p>Fuente: Autora</p>

Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



Catador/a: _____ **Fecha:** ___/___/___ **Edad:** _____

Indicaciones:

A continuación, se presentan diferentes muestras de vinagre en dos estados de madurez, elaboradas a partir de carambola (*Averrhoa carambola L.*), las cuales debe observar, oler y saborear cada una de ellas, para luego indicar el grado de intensidad en que percibe cada atributo.

Beber agua después de cada evaluación.

Escala de calificación:

1: Desagradable **2:** Poco desagradable **3:** Ni agradable, ni desagradable **4:** Poco agradable **5:** Muy agradable

Estado de madurez	Muestras	Fase visual		Fase olfativa			Fase gustativa			Observación
		Color	Limpieza	Carácter de la materia prima	Intensidad	Calidad	Complejidad	Intensidad	Calidad	
Semi - Madura	M1									
Madura	M2									
Suma total										

Anexo 3. Cuadro general de resultados del análisis físico-química del vinagre a partir de la carambola (Averrhoa carambola L.) en dos estados de madurez.

FACTOR A	FACTOR B	REPETICIONES	pH	Acidez total	Acidez fija	Densidad (g/ml)	Ceniza (g/l)	Humedad	Alcohol etílico	°Brix
SEMI MADURA	0.1 % levadura	1	3,6	4,9	0,5	1,022	3,57	89,1	0,97	15,51
SEMI MADURA	0.2 % levadura	1	3,67	4,99	0,52	1,023	3,58	89,1	0,97	15,52
SEMI MADURA	0.3 % levadura	1	3,74	4,99	0,6	1,022	3,57	89,11	0,97	15,52
MADURA	0.1 % levadura	1	2,75	5,3	0,71	1,023	3,5	89,31	0,97	15,87
MADURA	0.2 % levadura	1	2,75	5,35	0,71	1,022	3,52	89,21	0,98	15,88
MADURA	0.3 % levadura	1	2,79	5,38	0,72	1,023	3,52	89,24	0,99	15,90
SEMI MADURA	0.1 % levadura	2	3,65	4,97	0,51	1,024	3,58	89,3	0,96	15,51
SEMI MADURA	0.2 % levadura	2	3,69	4,98	0,52	1,022	3,58	89,13	0,96	15,51
SEMI MADURA	0.3 % levadura	2	3,7	5	0,7	1,024	3,58	89,41	0,96	15,52
MADURA	0.1 % levadura	2	2,74	5,34	0,69	1,02	3,52	89,22	0,98	15,86
MADURA	0.2 % levadura	2	2,78	5,34	0,7	1,022	3,51	89,2	0,98	15,87
MADURA	0.3 % levadura	2	2,8	5,39	0,71	1,022	3,51	89,26	0,99	15,86
SEMI MADURA	0.1 % levadura	3	3,63	4,98	0,5	1,024	3,57	89,4	0,96	15,52
SEMI MADURA	0.2 % levadura	3	3,7	4,97	0,61	1,023	3,57	89,21	0,97	15,52
SEMI MADURA	0.3 % levadura	3	3,75	5,01	0,69	1,024	3,57	89,12	0,96	15,53
MADURA	0.1 % levadura	3	2,76	5,33	0,7	1,023	3,51	89,32	0,97	15,85
MADURA	0.2 % levadura	3	2,77	5,36	0,72	1,024	3,51	89,22	0,97	15,86
MADURA	0.3 % levadura	3	2,78	5,37	0,72	1,023	3,52	89,25	1	15,88

Fuente: Autora

Anexo 4. NTE INEN 2296. Vinagre. Requisitos.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2296:2013
Primera revisión

VINAGRE. REQUISITOS

Primera edición

VINEGAR. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, especies y condimentos, aditivos alimentarios, vinagre.
AL 02.05-408
CDU: 663.242
CIU: 3121
ICS: 67.220.10

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VINAGRE REQUISITOS	NTE INEN 2296:2013 Primera revisión 2013-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el vinagre.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todo vinagre envasado y destinado al consumo directo.</p> <p>2.2 Esta norma no se aplica al producto proveniente de dilución del ácido acético.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Vinagre</i>. Es el producto líquido, apto para el consumo humano, proveniente de la doble fermentación alcohólica y acética de productos alimenticios que contienen azúcares y/o sustancias amiláceas.</p> <p>3.1.2 <i>Vinagre de vino</i>. Es el vinagre obtenido por fermentación acética del vino.</p> <p>3.1.3 <i>Vinagre de fruta, baya, sidra</i>. Son vinagres obtenidos por fermentación alcohólica y acética de las frutas o del vino de frutas, bayas o sidra.</p> <p>3.1.4 <i>Vinagre de alcohol</i>. Es el vinagre obtenido por fermentación acética de alcohol etílico destilado de origen agrícola.</p> <p>3.1.5 <i>Vinagre de grano</i>. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, de cualquier cereal en grano, cuyo almidón se ha desdoblado en azúcares mediante un procedimiento distinto al de la diastasa de la cebada malteada.</p> <p>3.1.6 <i>Vinagre de malta</i>. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, a partir de la cebada malteada con o sin adición de cereales en grano cuyo almidón se ha desdoblado mediante la diastasa de la cebada malteada.</p> <p>3.1.7 <i>Vinagre de suero de leche</i>. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia del suero de leche.</p> <p>3.1.8 <i>Vinagre de miel de abejas</i>. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de la miel de abejas.</p> <p>3.1.9 <i>Anguillula del vinagre (Turatrix aceti o Anguillula aceti)</i>. Son pequeños nematodos dorados causantes de la fermentación acética, que se encuentran en el vinagre no pasteurizado, se lo conoce como madre del vinagre.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 El proceso de elaboración debe realizarse bajo las condiciones establecidas en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.</p> <p>4.2 El vinagre debe elaborarse con materias primas libre de mohos, insectos y materias extrañas.</p> <p>4.3 Se permite la adición de especias o sus extractos, oleoresinas o aceites esenciales.</p> <p>4.4 Se permite la adición de aromatizantes naturales.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, especias y condimentos, aditivos alimentarios, vinagre.</p>		

4.5 Durante el proceso de acetificación se permite el empleo de sustancias nutrientes, tales como el fosfato amónico, sódico o potásico y la adición de extracto de malta o levadura.

4.6 Se podrá utilizar los clarificantes y filtrantes aprobados por el Codex Alimentarius.

4.7 En la elaboración de vinagre no se permite la adición de ácido acético no procedente de un proceso de fermentación de productos alimenticios, así como de cualquier ácido mineral u orgánico.

4.8 En la elaboración del vinagre podrán utilizarse los siguientes ingredientes:

- a) Productos alimenticios que contienen almidón y azúcares;
- b) Vino, sidra, jugos de frutas o de bayas y cebada malteada;
- c) En la elaboración de vinagre de vino podrán emplearse vinos de graduación inferior a nueve grados y en los vinagres de sidra podrán emplearse sidras cuya acidez volátil haya superado los 2 g/l expresado como ácido acético;
- d) Aguardientes, destilados y rectificadas de alcohol aptos para consumo humano; solo para la elaboración de vinagres de alcohol;
- e) Miel de abejas;
- f) Zumos de frutas o sus concentrados.

4.9 A los vinagres pueden adicionarse hierbas aromáticas, especias y frutas, o sus partes o extractos, aptos para consumo humano.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El vinagre debe tener:

- a) *Aspecto*: límpido
- b) *Color*: uniforme, y si es de vino, característico del vino de procedencia.
- c) *Olor característico*
- d) *Sabor*: característico del producto.
- e) Si el vinagre es de alcohol, el color varía de incoloro a amarillento

5.1.2 El vinagre no debe contener anguílula del vinagre o materias y sedimentos en suspensión; además debe estar exento de la turbiedad causada por microorganismos (madre del vinagre).

5.1.3 El vinagre debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del vinagre

Requisito	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Acidez total, (como ácido acético), %	4	6	AOAC 930.35
Acidez fija, (como ácido acético), %	--	0,3	AOAC 930.35
Acidez volátil, (como ácido acético), %	3,7	--	AOAC 930.35
Alcohol etílico a 20 °C, %	--	1,0	AOAC 930.35
pH a 20 °C	2,3	2,8	AOAC 981.12
Número de oxidación con permanganato	3	--	AOAC 944.10
Cenizas totales, en vinagres diferentes a los de alcohol, g/l	1	5	AOAC 930.35 (D)
Extracto seco, g/l	1,2		AOAC 930.35 (C)
Metanol, g/l		0,5	AOAC 958.04
% expresado como fracción de masa			

5.1.4 *Requisitos microbiológicos.* El vinagre cuando se haya analizado con métodos apropiados de muestreo y análisis:

- a) Debe estar exento de microorganismos patógenos, aeróbios mesófilos, (ver NTE INEN 1529-5) coliformes totales, (ver NTE INEN 1529-7), bacterias acidúricas y mohos y levaduras (ver NTE INEN 1529-10).
- b) Debe estar exento de sustancias procedentes de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

5.1.5 *Aditivos.* Se permite el uso de los aditivos enlistados y en las cantidades indicadas en la NTE INEN 2074.

5.1.6 *Contaminantes.* El límite máximo de contaminantes en el producto será el establecido en el Codex Stan 193.

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 476 y/o CAC/GL 50 Directrices Generales sobre Muestreo.

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se aceptan los lotes de producto que cumplan con las especificaciones de esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El producto se debe envasar en recipientes con cierre hermético que le proporcionen una adecuada protección durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.2 El material del envase y tapa debe ser apto para este tipo de productos.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con lo indicado en el reglamento técnico de rotulado de productos alimenticios procesados envasados RTE INEN 22.

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 476	<i>Productos empaquetados o envasados. Método de muestreo al azar.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos. Vinegars (1).</i>
AOAC Official Method 930	<i>Permanganate oxidation number .</i>
AOAC Official Method 944.10	<i>pH of Acidified Foods.</i>
AOAC Official Method 981.12	<i>Vinegars (1) D Ash .</i>
AOAC Official Method 930.35 (D)	<i>Vinegars (1) C Solids.</i>
AOAC Official Method 930.35 (C)	<i>Methanol in Distilled Liquors. Cromotropic Acid Colorimetric Method.</i>
AOAC Official Method 958.04:	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empacados. Requisitos.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Ley 2007-76	<i>Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002, (o su versión actualizada).</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos.</i>
CODEX STAN 193-1995 (Rev.2-2006)	<i>Directrices generales sobre muestreo.</i>
CAC/GL 50	

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina NA 0100:2011 <i>Vinagre-Requisitos</i> , Lima 2011.
TRIS 2011/242/E <i>Modificación al Real decreto 2070/1993, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración y comercialización de los vinagres.</i>
Reglamento sanitario de los alimentos. Decreto supremo N° 977/96 actualizado a 2010, Santiago de Chile 2010.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2296 Primera revisión	TÍTULO: VINAGRE. REQUISITOS	Código: AL 02.05-408
--	------------------------------------	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2003-09-30 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 03 584 del 2003-11-25 publicado en el Registro Oficial No. 229 del 2003-12-10 Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: 2012-07-13 a 2012-07-27

Subcomité Técnico de: SALSAS Y ADEREZOS
Fecha de iniciación: 2012-08-27
Integrantes del Subcomité:

Fecha de aprobación: 2012-08-27

NOMBRES:

Ing. Paola García
Dra. Rosa Chalem
Dra. Ana María Sánchez
Dra. Gabriela Montero
Ing. Dayana Donoso
Ing. Andrea Naranjo
Dra. Mayra Samaniego
Ing. Cristian Cordero
Ing. María E. Dávalos (Secretaría técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA
ALIMENTOS
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE,
GUAYAQUIL
PRONACA
PRONACA
MIPRO – SCA
MIPRO – SCA
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO
ALIMENTOS ECUATORIANOS LOS ANDES
S.A.
INEN – REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: Esta NTE INEN 2296:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2296:2003

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria
Registro Oficial No. 929 de 2013-04-09

Por Resolución No. 13053 de 2013-03-19