



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

TEMA:

Estudio de la influencia de la Pasteurización al vacío sobre las Propiedades nutricionales, sensoriales y microbiológicas de Néctar de naranja (*Citrus x sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota* L.).

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Este trabajo es parte del Proyecto “Puesta en marcha de línea de cocción a vacío de jugos de frutas” aprobado por el Honorable Concejo Universitario con Resolución 1371-CU-P-2014, financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la Universidad Técnica de Ambato.

AUTOR: José Eduardo Burgos Mayorga

Tutor: Dr. Ignacio Ángel Angós Iturgaiz

AMBATO-ECUADOR

Octubre 2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Ignacio Ángel Angós Iturgaiz

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de éste Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 24 de Agosto del 2016.



Dr. Ignacio Ángel Angós Iturgaiz
C.I. 1756978225
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Eduardo Burgos Mayorga, manifiesto que los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, previo la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas.



José Eduardo Burgos Mayorga

CI: 1803934775

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadoros, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firmar:



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Freddy Geovanny del Pozo León
CI: 180244627-6



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
MSc. Aracelly Alexandra Pilamala Rosales
CI: 180415529-7




MIEMBRO DEL TRIBUNAL
MSc. Deisy Liliana Pérez Zabala
CI: 171288291-7

Ambato, 28 de Septiembre del 2016

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este proyecto de investigación o parte del documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



José Eduardo Burgos Mayorga
CI: 1803934775
AUTOR

DEDICATORIA

Con todo mi cariño para mi madre (Anita) y mi segunda madre (Cecilita) que han velado por mí desde pequeño, me han criado y guiado por el camino del bien con todo su amor y han estado pendientes de mi toda la vida, para mi ñaña (Anita) que cuidaré cada día de mi existir y que siempre ha sido y será mi ejemplo a seguir, para mi padre (Byron) que me ha enseñado el valor del trabajo duro, la perseverancia y la esperanza de un nuevo mañana, y para mis abuelitos (Gonzalo, Ketita y Marujita) que me quisieron con todo su corazón y que siempre los llevaré en el mío.

José

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la vida, cuidar de mí y de mi familia cada día, por seguir cada paso que he dado enseñándome el camino junto a los míos, por dotarme de fortaleza, de salud, de perseverancia y de paciencia pero sobretodo por encenderme la luz en mis momentos más oscuros.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y brindarme su apoyo y enseñanzas para ser un ente de bien a la sociedad.

A la Dra. Jacqueline Ortiz por ser siempre una buena amiga, consejera y creer en mí todo el tiempo. A la Dra. Mayrita Paredes, el Dr. Freddy del Pozo y a la Mg. Aracelly Pilamala por darme fortaleza cuando se presentaban adversidades y brindarme su apoyo sincero y desinteresado. A mi tutor Ph. D. Ignacio Angós, por haberme dado la oportunidad de participar en su proyecto pero sobretodo por ser un verdadero amigo al impartirme su confianza y enseñanzas. A la Ing. Wilma Llerena por su amistad, su amabilidad, sus ánimos y su grata ayuda durante toda mi participación en el proyecto. A los chicos Jonathan Sánchez y Jessica Guevara que con su amistad y colaboración me brindaron el aliento para seguir. A todos y cada uno de los que supieron brindarme una mano amiga durante este trayecto de mi vida, muchas gracias.

A mi querida familia por darme todo por mí desde pequeño y permitirme estudiar para superarme día a día. A mi amada novia Stefy por brindarme todo su amor, fuerza y ser parte importante de mi vida. A mis queridas amigas Gaby que ha sido como mi hermana desde el primer semestre, Estefy y Joha que con sus ocurrencias animaban mis días grises y los hacían de colores y mis amigos Carlos, Miguel, Xavier y Alejandro por cada risa, cada lucha, cada momento bueno o malo que pasamos juntos, sé que no todo era perfecto pero cada día que estuve junto a mis amigos y amigas valió la pena y sé que extrañaré estar junto a todos ellos nuevamente. A todos y cada uno de los que formaron y forman ahora parte de mi vida les debo mucho y el dinero jamás bastaría para compensarlo.

José

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|-----|
| PORTADA | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | ii |
| APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO | iv |
| DERECHOS DE AUTOR | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTOS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ABSTRACT | xix |
| RESUMEN | xx |
| INTRODUCCIÓN | xxi |
| CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA..... | 28 |
| 1.1. TEMA..... | 28 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN..... | 28 |
| 1.3. OBJETIVOS | 29 |
| 1.3.1. Objetivo general | 29 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 29 |
| CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO..... | 31 |
| 2.1. TRATAMIENTOS TÉRMICOS..... | 31 |
| 2.1.1. Pasteurización..... | 31 |
| 2.1.2. Letalidad térmica | 32 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.1.3. | Resistencia térmica de microorganismos y enzimas..... | 34 |
| 2.2. | ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 36 |
| 2.3. | HIPÓTESIS | 37 |
| 2.3.1. | Señalamiento de variables de las hipótesis | 37 |
| CAPÍTULO III.- MATERIALES Y MÉTODOS | | 39 |
| 3.1. | MATERIALES | 39 |
| 3.1.1. | Materia prima..... | 39 |
| 3.2. | MÉTODOS | 39 |
| 3.2.1. | ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE NARANJA Y ZANAHORIA..... | 39 |
| ▪ | Preparación de la materia prima..... | 39 |
| ▪ | Extracción de zumo de naranja | 39 |
| ▪ | Extracción de zumo de zanahoria | 40 |
| ▪ | Desarrollo de la formulación | 40 |
| ▪ | Tratamiento térmico | 41 |
| 3.2.2. | CAMBIOS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES..... | 44 |
| 3.2.3. | ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS..... | 44 |
| ▪ | Concentración de iones hidronio (pH)..... | 44 |
| ▪ | Determinación de la acidez titulable | 44 |
| ▪ | Determinación de sólidos solubles totales..... | 45 |
| ▪ | Color | 45 |
| ▪ | Determinación de vitamina C..... | 46 |
| ▪ | Determinación de HMF..... | 46 |
| 3.2.4. | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS..... | 48 |
| ▪ | Aerobios mesófilos totales | 48 |
| ▪ | Mohos y levaduras | 48 |
| ▪ | Microorganismos patógenos..... | 49 |
| 3.2.5. | ANÁLISIS SENSORIAL..... | 49 |
| 3.2.6. | ANÁLISIS ESTADÍSTICOS..... | 51 |
| ▪ | Diseño experimental | 51 |
| CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 52 |
| 4.1. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 52 |
| 4.1.1. | Concentración de iones hidronio (pH)..... | 52 |
| 4.1.2. | Acidez titulable | 54 |

| | | |
|--|--|------------|
| 4.1.3. | Sólidos solubles totales | 57 |
| 4.1.4. | Ácido ascórbico..... | 60 |
| 4.1.5. | Hidroxiacetilfurfural..... | 63 |
| 4.1.6. | Color..... | 64 |
| | • Tono | 64 |
| | • Croma | 68 |
| | • Índice de oscurecimiento..... | 71 |
| 4.1.7. | Parámetros microbiológico | 73 |
| | • Microorganismos indicadores | 73 |
| | • Microorganismos patógenos | 74 |
| 4.1.8. | Análisis sensorial | 76 |
| | • Parámetros hedónicos | 76 |
| | • Parámetros descriptivos | 77 |
| 4.1.9. | Vida útil..... | 79 |
| 4.1.10. | Cálculo de costos de producción | 83 |
| 4.2. | VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS | 86 |
| CAPÍTULO V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 88 |
| 5.1. | CONCLUSIONES | 88 |
| 5.2. | RECOMENDACIONES | 90 |
| CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 91 |
| 6.1. | BIBLIOGRAFÍA | 91 |
| ANEXOS | | 102 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-------|
| Figura 1. Producción de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) en América del Sur durante el periodo 2010-2013..... | xxii |
| Figura 2. Producción de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) en Ecuador durante el periodo 2010-2013..... | xxiii |
| Figura 3. Exportaciones e importaciones de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) en Ecuador durante el periodo 2010 – 2013. | xxiii |
| Figura 4. Producción de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.) en América del Sur desde el año 2010 hasta el año 2013..... | xxiv |
| Figura 5. Toneladas de zanahoria producidas en Ecuador desde el año 2010 hasta el año 2013..... | xxv |
| Figura 6. Balance de materia para el ajuste del contenido de SST de néctar de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) y zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)..... | 40 |
| Figura 7. Proceso de pasteurización al vacío de néctar de naranja y zanahoria..... | 43 |
| Figura 8. Análisis fisicoquímicos de néctar de zanahoria y naranja | 47 |
| Figura 9. Análisis microbiológico de néctar de zanahoria y naranja | 50 |
| Figura 10. Efecto de la pasteurización al vacío en el pH de néctares de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja) | 53 |
| Figura 11. Efecto de tiempo de almacenamiento en el pH de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. T1: 92 °C/3,3 | |

min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min54

Figura 12. Efecto de la pasteurización al vacío en la concentración de ácido cítrico (%) de néctares de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).55

Figura 13. Efecto de tiempo de almacenamiento en la acidez total (% ácido cítrico/ 100 mL) de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min56

Figura 14. Efecto de la pasteurización al vacío en la concentración sólidos solubles totales (SST) de néctares de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).57

Figura 15. Efecto de tiempo de almacenamiento en el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min59

Figura 16. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la concentración de vitamina C de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).61

Figura 17. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el porcentaje de retención vitamina C en néctar de naranja y zanahoria62

Figura 18. Representación en el espacio CIE L*a*b* del color de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío65

| | |
|---|----|
| Figura 19. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la tonalidad del color de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)..... | 66 |
| Figura 20. Variación en el tiempo del Croma de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. | 67 |
| Figura 21. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el croma del néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)..... | 69 |
| Figura 22. Variación en el tiempo del Croma de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. | 70 |
| Figura 23. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el índice de oscurecimiento de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)..... | 72 |
| Figura 24. Contenido de microorganismos aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras en néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)..... | 73 |
| Figura 25. Contenido de coliformes totales en néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja) | 75 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26. Evaluación hedónica de seis tratamientos de néctar de naranja y zanahoria pasteurizados al vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min | 77 |
| Figura 27. Evaluación sensorial descriptiva de los néctares procesados mediante cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min | 78 |
| Figura 28. Evolución del contenido de microorganismos aerobios mesófilos totales en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min | 79 |
| Figura 29. Evolución del contenido de mohos en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min | 81 |
| Figura 30. Evolución del contenido de levaduras en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min | 82 |
| Figura 31 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de pH por Ci-Ti | 102 |
| Figura 32 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de sólidos solubles totales por Ci-Ti | 103 |
| Figura 33 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de Ácido Cítrico (%) por Ci-Ti | 103 |
| Figura 34 Medias y 95% de Tukey HSD para retención de vitamina C después del tratamiento térmico | 104 |
| Figura 35 Medias y 95% de Tukey HSD para retención de vitamina C después del almacenamiento (6 °C por 30 días) | 105 |

| | |
|---|-----|
| Figura 36 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de tono por Ci-Ti | 106 |
| Figura 37 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de croma por Ci-Ti..... | 106 |
| Figura 38 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de índice de oscurecimiento por Ci-Ti | 107 |
| Figura 39 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: color | 108 |
| Figura 40 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: olor..... | 108 |
| Figura 41 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: sabor..... | 109 |
| Figura 42 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: textura | 110 |
| Figura 43 Medias y Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: aceptabilidad..... | 110 |
| Figura 44 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: color..... | 111 |
| Figura 45 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: olor | 112 |
| Figura 46 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: dulzor..... | 112 |
| Figura 47 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: acidez..... | 113 |
| Figura 48 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: textura..... | 114 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Diseño de tratamientos térmicos para pasteurización néctar de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) y zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)..... | 41 |
| Tabla 2. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el porcentaje de retención vitamina C en néctar naranja y zanahoria | 62 |
| Tabla 3. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la concentración de 5-Hidroximetilfurfural en néctar de naranja y zanahoria | 63 |
| Tabla 4. Cálculo de materias primas para formular 400 L de néctar de naranja y zanahoria..... | 83 |
| Tabla 5. Costo de materiales directos..... | 83 |
| Tabla 6. Costo de materiales indirectos..... | 83 |
| Tabla 7. Costo de insumos | 84 |
| Tabla 8. Costo de reparación y mantenimiento | 84 |
| Tabla 9. Costo de equipos empleados | 84 |
| Tabla 10. Costo de amortización de equipos y alquileres | 84 |
| Tabla 11. Tiempo de depreciación de equipos | 84 |
| Tabla 12. Costo de mano de obra empleada | 85 |
| Tabla 13. Costo de elaboración del néctar de naranja y zanahoria | 85 |
| Tabla 14. Jugos y néctares comercializados expendidos en el Supermercado Tía..... | 85 |
| Tabla 15 ANOVA para variación de pH por Ci-Ti | 102 |
| Tabla 16 ANOVA para variación de sólidos solubles totales (°Brix) por Ci_Ti | 102 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 17 ANOVA para variación de Ácido Cítrico (%) por Ci_Ti | 103 |
| Tabla 18 ANOVA para Retención de vitamina C después del tratamiento térmico | 104 |
| Tabla 19 ANOVA para Retención de vitamina C después del almacenamiento (6 °C por 30 días) | 104 |
| Tabla 20 ANOVA para variación de tono por Ci_Ti..... | 105 |
| Tabla 21 ANOVA para variación de croma por Ci_Ti..... | 106 |
| Tabla 22 ANOVA para variación de índice de oscurecimiento por Ci_Ti..... | 107 |
| Tabla 23 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: color | 107 |
| Tabla 24 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: olor..... | 108 |
| Tabla 25 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: sabor..... | 109 |
| Tabla 26 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: textura | 109 |
| Tabla 27 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: aceptabilidad..... | 110 |
| Tabla 28 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: color | 111 |
| Tabla 29 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: olor..... | 111 |
| Tabla 30 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: dulzor | 112 |

Tabla 31 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: acidez 113

Tabla 32 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: textura 113

ABSTRACT

The present study had like purpose evaluate the influence of the vacuum pasteurization over the physicochemical, microbiological and sensory properties of nectar elaborated with orange juice (*Citrus x sinensis*) and carrot juice (*Daucus carota L.*).

For the execution of this work it has been taken in check two factors: time and cooking temperature based in two levels of thermal lethality. The lethality values were established based in two thermal resistant microorganism presents in the nectar: *Zygosaccharomyces bailii* and *Neosartorya fischeri*. It was proposed six treatments, for each microorganism they were applied three combinations time-temperature of lethality equivalent to assure a 5 logarithmic unit reduction.

The physicochemical properties (pH, total acidity, total soluble solids, colour and 5-hydroximetilfurfural), nutritional (vitamin C), sensory (hedonic and descriptive parameters) and the food safety (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, total coliforms, total aerobes, moulds and yeasts) were evaluated in raw, pasteurized sample and over the storage.

The nectar that presented the better nutritional, sensory and microbiological properties was the submitted to vacuum pasteurization at 88 °C for 32,68 minutes. Such treatment retained the 85,87 % of the initial content of vitamin C, reached a life stock of 12 days in refrigeration at 6 °C in relation to the microbial content of total aerobes. The unitary production cost of the nectar submitted was 0,81 USD for a bottle of 260 ml, elaborated in pilot plant conditions.

Keywords: Fruit, thermal processing, pressure, thermal resistance, lethality, molds and yeasts, life stock, quality.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de la pasteurización a vacío en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de néctar elaborado con zumo de naranja (*Citrus x sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota L.*).

Para la ejecución del trabajo se tomaron en cuenta dos factores: tiempo y temperatura de cocción en base a dos niveles de letalidad térmica. Los valores de letalidad se establecieron en base a dos microorganismos termoresistentes presentes en el néctar: *Zygosaccharomyces bailii* y *Neosartorya fischeri*. Se planteó seis tratamientos, para cada microorganismo se aplicaron tres combinaciones tiempo-temperatura de letalidad equivalente para asegurar una reducción de 5 unidades logarítmicas.

Las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez total, sólidos solubles totales, color y 5-hidroximetilfurfural), nutricionales (vitamina C), sensoriales (parámetros hedónicos y descriptivos) y la inocuidad del alimento (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, coliformes totales, aerobios totales, mohos y levaduras) se evaluaron en muestra cruda, pasteurizada y durante el almacenamiento.

El néctar que presentó las mejores características nutricionales, sensoriales y microbiológicas fue sometido a pasteurización a vacío a 88 °C durante 32,68 minutos. Dicho tratamiento retuvo el 85,87 % del contenido inicial de vitamina C, alcanzó una vida útil en refrigeración a 6 °C de 12 días en relación al contenido de microorganismos aerobios totales, y una valoración preferencial de los catadores. El coste de producción unitario del néctar sometido fue de 0,81 USD para un envase de 260 mL, elaborado en condiciones de planta piloto.

Palabras claves: Fruta, procesamiento térmico, presión, termorresistencia, letalidad, mohos y levaduras, vida útil, calidad.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas poseen una gran cantidad de vitaminas, proteínas y minerales, cuya ingesta diaria permite al organismo llevar a cabo sus funciones biológicas. El potasio es necesario para producir proteínas, descomponer y asimilar los carbohidratos, desarrollar los músculos, controlar la actividad eléctrica del corazón (evitando la hipocalcemia) y el equilibrio ácido-básico intracelular y extracelular **(Seifter, 2008)**. Una amplia variedad de compuestos químicos presentes en las frutas y hortalizas son benéficos para la salud, entre los que se destacan los antioxidantes como la vitamina E, los β -carotenos (precursor de la provitamina A) y los flavonoides, siendo su principal función biológica reducir el daño causado por estrés oxidativo en los tejidos **(Ashurst, 2005)**.

La vitamina C es un compuesto soluble en agua y puede encontrarse en dos formas: como ácido ascórbico y como ácido deshidroascórbico. El ácido ascórbico es asimilado por el organismo con mayor facilidad, sin embargo, tiende a oxidarse a ácido deshidroascórbico en soluciones acuosas. Las funciones biológicas de esta vitamina en los seres humanos son: la biosíntesis de colágeno, carnitina y ácidos biliares e incrementar la absorción del hierro por vía intestinal. Además, se la considera un antioxidante natural. Una dieta deficiente en vitamina C puede generar problemas de fatiga, depresión, sangrado de encías y dificultad para la cicatrización de heridas **(Mason J, 2008)**.

La naranja (*Citrus x sinensis*) es una de las frutas más populares en todo el mundo debido a su sabor dulce y ácido. Posee una gran cantidad de vitamina C, fibra, potasio, calcio, magnesio, ácidos orgánicos (principalmente cítrico, málico y ascórbico), hidratos de carbono simples (sacarosa, glucosa y fructosa) y fitonutrientes (compuestos fenólicos) como el ácido hidroxibenzoico y los flavonoides **(Sádecká et al., 2014)**. Por estas razones, su consumo tiende a elevarse más cada año en el mercado internacional **(Wibowo et al., 2015)**.

La producción anual de naranja alrededor del mundo se ha mantenido constante desde el año 2006 hasta el año 2013 con valores alrededor de 17,21 Ton/Ha **(FAOSTAT,**

2015d). En América del Sur, la producción de naranjas ha ido decreciendo conforme han pasado los años. En el año 2013, la producción fue de 20,5 millones de Ton, inferior a la producción registrada en 2011 y 2012 (**FAOSTAT, 2015h**) como se muestra en la **Figura** . La disminución de la producción puede atribuirse a varios factores relacionados con la preferencia del consumidor por la introducción de otras frutas de carácter cítrico con mayor periodo de vida útil y más sencillas de consumir (p. ej. menor necesidad de pelado).

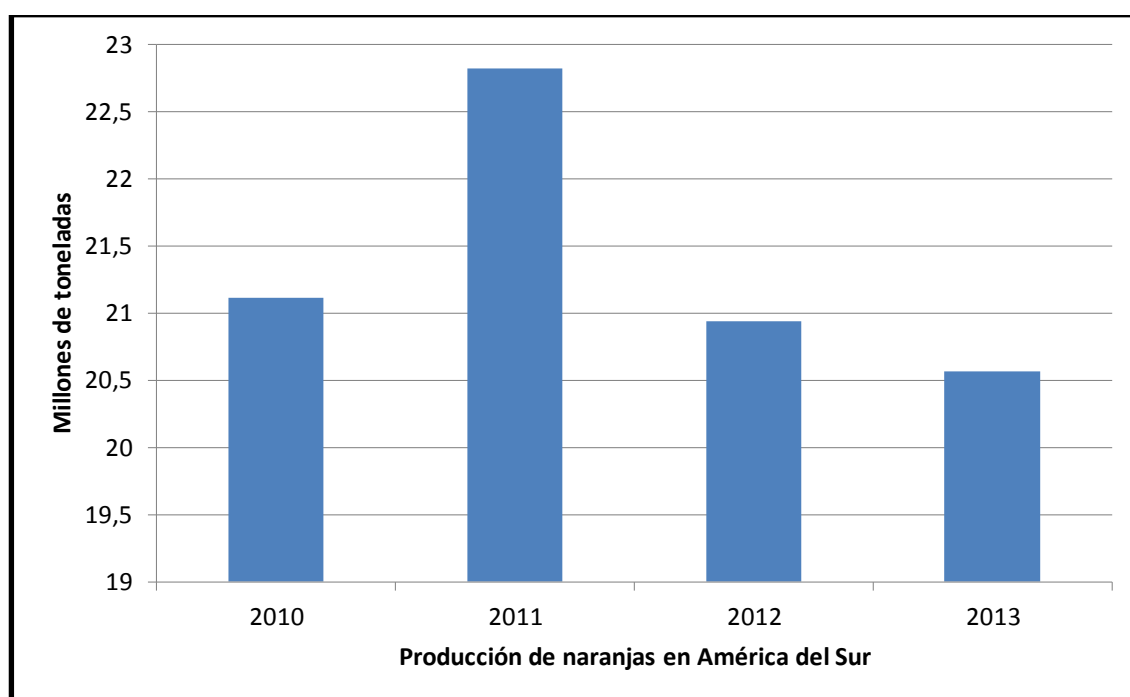


Figura 1. Producción de naranja (*Citrus x sinensis*) en América del Sur durante el periodo 2010-2013.

Fuente: FAOSTAT (2015h)

En el año 2013 la producción de naranjas en Ecuador fue de 42.850 Ton (Figura 2) presentando variación a través de los años (**FAOSTAT, 2015i**). El consumo per cápita de naranja y mandarinas en el año 2011, fue de 2,87 kg/año; con un aporte calórico de 2 kcal/día (**FAOSTAT, 2015g**).

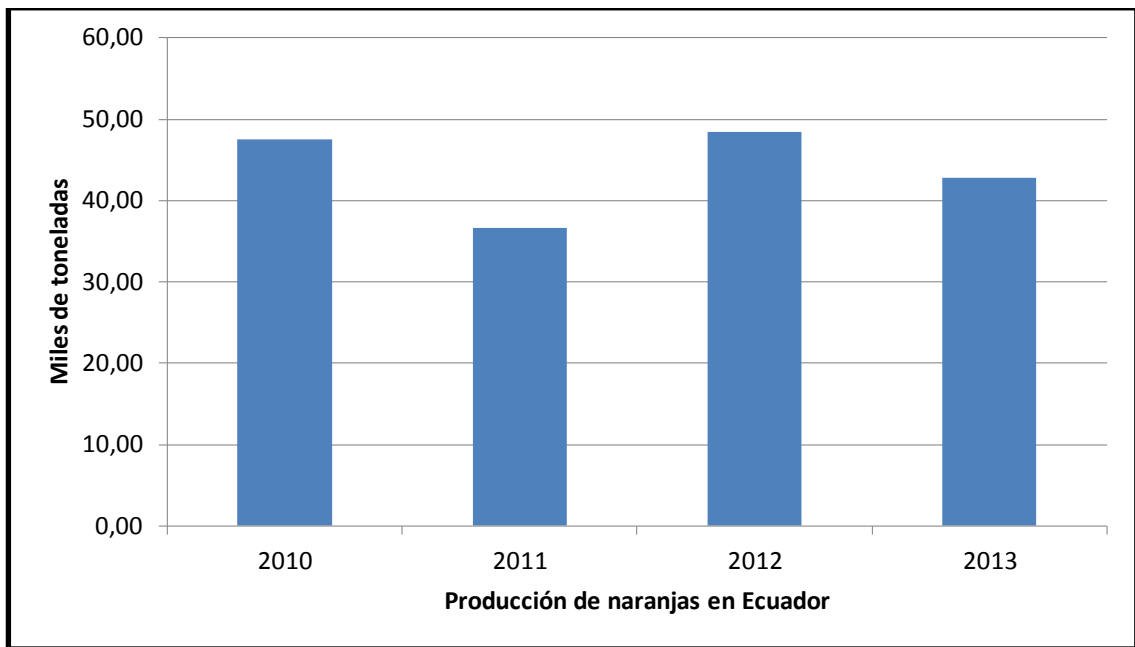


Figura 2. Producción de naranja (*Citrus x sinensis*) en Ecuador durante el periodo 2010-2013.

Fuente: FAOSTAT (2015i)

En el año 2012 el Ecuador exportó 8.190 toneladas (Figura 3) de naranja a Colombia e importó en el mismo año fruta desde los Estados Unidos de América (1998 Ton), Chile (864 Ton), Colombia (185 Ton), y Perú (274 Ton) (**FAOSTAT, 2015f**).

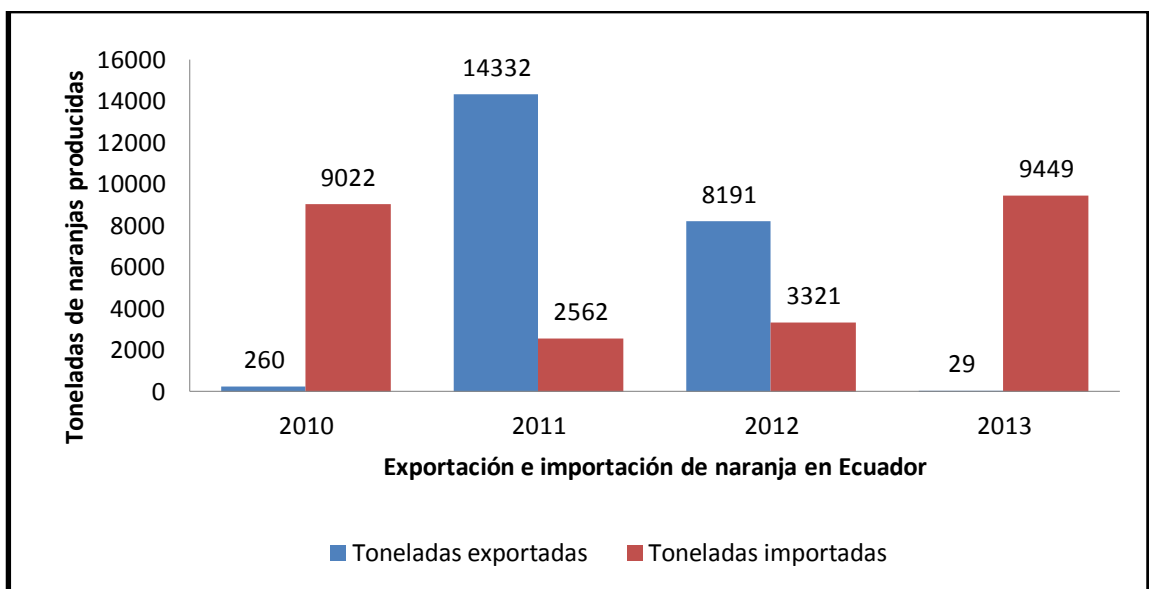


Figura 3. Exportaciones e importaciones de naranja (*Citrus x sinensis*) en Ecuador durante el periodo 2010 – 2013.

Fuente: FAOSTAT (2015f)

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una hortaliza que se consume en jugos y concentrados, alimento de infantes, sopas en polvo, alimentos enlatados o comidas congeladas. Posee un valor energético bajo, sin embargo, presenta una alta concentración de carotenoides, vitaminas (C, B₁, B₂, B₃, B₆, B₇, E, K), azúcares (sacarosa, fructosa, glucosa) y minerales (Ca, K, Mg, Fe). Además, posee compuestos antioxidantes, antimicrobianos, antivirales, antiinflamatorios, antialérgicos y anticancerígenos (Nadulski et al., 2014).

La producción y el cultivo de zanahoria para consumo a nivel mundial han aumentado a través de los años. En el año 2006 se cosecharon 24,7 Ton/Ha mientras que en el año 2013 se cosecharon 31,0 Ton/Ha (FAOSTAT, 2015c). Por el contrario, en América del Sur la producción presentó una tendencia decreciente para el año 2013 (1,125 mil Ton) con respecto a los años 2011 y 2012 (FAOSTAT, 2015a) como se muestra en la Figura 4.

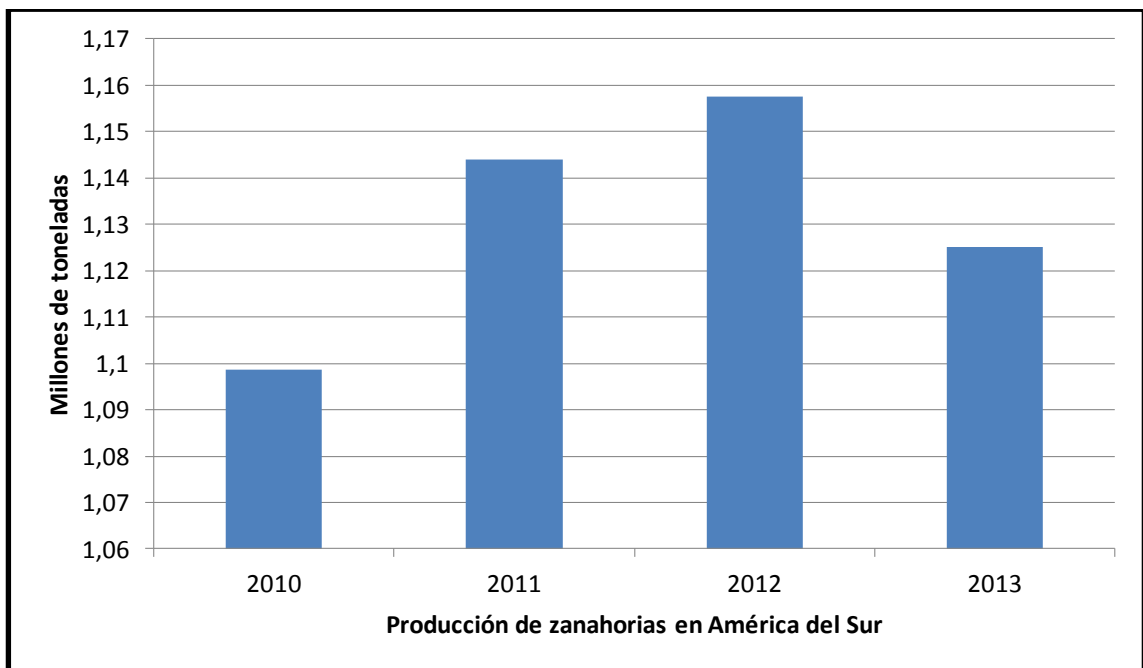


Figura 4. Producción de zanahoria (*Daucus carota* L.) en América del Sur desde el año 2010 hasta el año 2013.

Fuente: FAOSTAT (2015a)

En Ecuador, la producción ha presentado una tendencia al incremento (Figura 5) desde el año 2010 (28000 Ton) al 2013, alcanzado un valor de casi 35000 Ton (FAOSTAT, 2015b). Durante el año 2012, una parte (975,0 Ton) de la producción se exportó a Venezuela (FAOSTAT, 2015e).

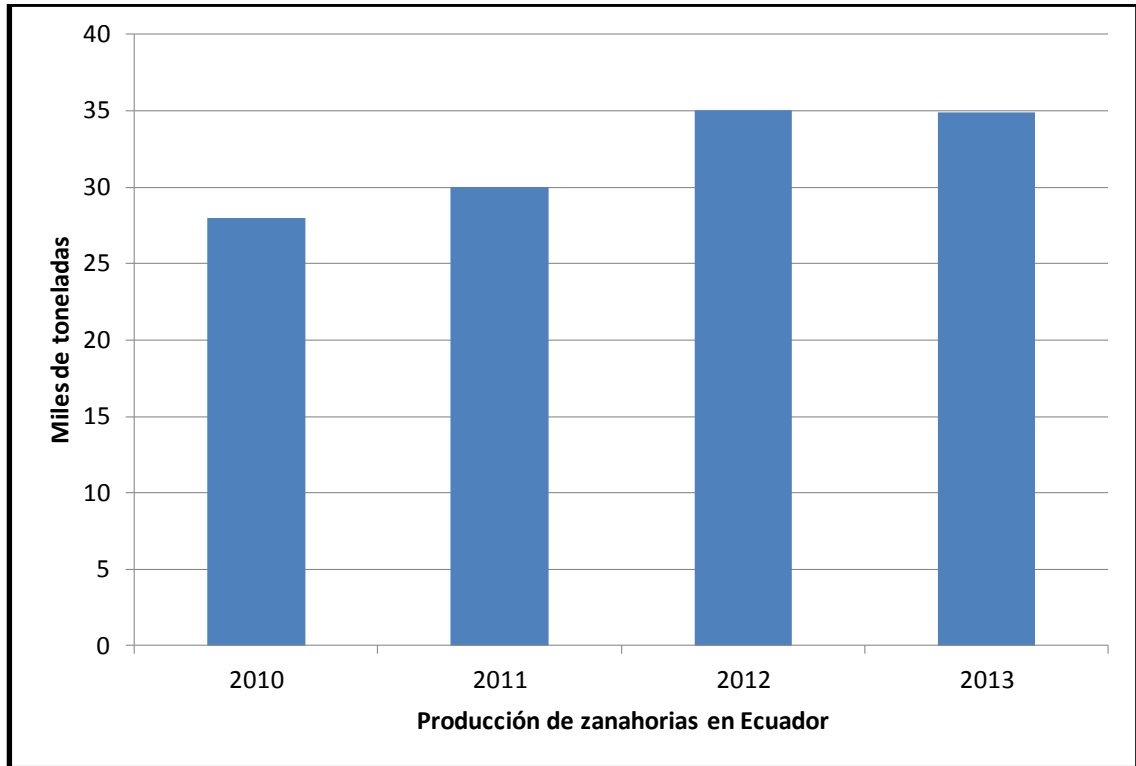


Figura 5. Toneladas de zanahoria producidas en Ecuador desde el año 2010 hasta el año 2013.

Fuente: (FAOSTAT, 2015b)

En el Ecuador la producción de bebidas es un segmento de mercado creciente. En el año 2008, la industria procesadora produjo 40,19 millones de litros de jugo de frutas y para el año 2009 la cifra aumentó a 42,30 millones de litros. Sin embargo, este segmento representa únicamente el 3,08 % del mercado de bebidas, siendo, mayoritariamente dominado (51,40 %) por el segmento de bebidas carbonatadas (706,20 millones de litros) (Ponce J, 2011). Sin embargo, para diciembre del 2015, la industria manufacturera ecuatoriana redujo la elaboración de bebidas de un 28,92 % al 3,17 % (INEC, 2015).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (**INEN 2008**) un néctar de fruta “Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no”.

Los néctares de frutas y verduras presentan diversas formas de deterioro como: pérdida de propiedades organolépticas (sabor, aroma y color), reducción de nutrientes y generación de metabolitos (toxinas, etanol) originados por el crecimiento de diversos microorganismos. Este tipo de productos deben ser sometidos a pasteurización, puesto que son hospederos de patógenos (*Escherichia coli* y *Salmonella enterica*) considerados un riesgo para la salud, por el número y la gravedad de infecciones que pueden ocasionar (**Alonzo et al., 2015**). Entidades regulatorias como la Food and Drug Administration (FDA; por sus siglas en inglés) estiman que, para considerar seguro un néctar, ha de someterse a un proceso capaz de reducir la población inicial del patógeno de interés en cinco unidades logarítmicas (5 log), lo que equivale a liberar al producto de dicho microorganismo en un 99,999 % (**FDA, 2001**). Este tipo de tratamientos deben aplicarse, además de por su nivel de temperatura y tiempo, tomando en consideración otros factores que influyen en la inactivación de los microorganismos como la acidez, el contenido de sólidos solubles y la resistencia del microorganismo objetivo (**Alonzo et al., 2015**). La calidad de la materia prima juega un papel importante. El uso de vegetales y frutas en estado de descomposición genera productos de menor calidad, los mismos que incidirán directamente en el contenido de sólidos solubles, acidez, color y sabor del jugo (**McLellan M y Padilla O, 2005**).

Los zumos procedentes de frutas ácidas como la naranja, que presentan un pH ácido (3,2-4,3) y una actividad de agua elevada (0,97-1,00), permiten el crecimiento de levaduras pero impiden el crecimiento de la mayoría de mohos y bacterias, con ciertas excepciones. Sin embargo, mohos como *Penicillium digitatum* productor de la toxina triptoquivalínica y *Neosartorya fischerii* un hongo relativamente termorresistente, pueden desarrollarse bajo estas condiciones hostiles (**Batt y Tortorello, 2014**). Las bacterias no son parte de la microbiota habitual del zumo de naranja, por lo que su presencia refleja problemas de contaminación. Microorganismos patógenos como

Staphylococcus aureus, *Yersinia enterocolitica* o *Listeria monocytogenes* son indicadores de falta de higiene en el proceso. De igual manera, bacterias enterocócicas como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., son responsables de provocar enfermedades de transmisión alimentaria (Zulueta et al., 2013), provocando graves infecciones gastrointestinales (Ashurst, 2005; IFT/FDA, 2001).

El zumo de zanahoria posee una actividad de agua de 0,90 y un pH entre 4,9 y 6,0, por lo que, en condiciones de anaerobiosis (empaques herméticos) sería posible el crecimiento de microorganismos patógenos (*Clostridium perfringens*, *Vibrio vulnificus*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter* spp., *Shigella* spp., *Vibrio parahaemolyticus* y *Clostridium botulinum*) (IFT/FDA, 2001). Así también, estas características fisicoquímicas permiten el crecimiento de levaduras relativamente termorresistentes como *Zygosaccharomyces bailii* (Palaniappan et al., 1991).

Según la norma NTE INEN 2337 (2008), un néctar se considera apto para el consumo humano cuando se encuentra libre de microorganismos patógenos, toxinas o sustancias generadas por los microorganismos que puedan ser un riesgo para la salud. Por lo tanto, el recuento de coliformes y coliformes fecales debe ser menor a $3 \text{ UFC} \cdot \text{cm}^{-3}$, en el recuento estándar en placa. En el caso de mohos y levaduras, estos deben presentar valores inferiores a $10 \text{ UFC} \cdot \text{cm}^{-3}$ (INEN 2008).

CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA

1.1. TEMA

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE PASTEURIZACIÓN AL VACÍO SOBRE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DE NÉCTAR DE NARANJA (*Citrus x sinensis*) Y ZANAHORIA (*Daucus carota* L.).

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las frutas y hortalizas poseen una alta calidad nutricional y junto con los aspectos sensoriales pueden influir en la aceptación o rechazo de un producto (**Khandpur y Gogate, 2015**).

El consumo de néctares de frutas y hortalizas es una forma de cumplir con la ingesta diaria de cinco porciones de frutas y hortalizas para conservar la salud (**WHO/FAO, 2003**).

La zanahoria es una hortaliza que constituye una rica fuente de α y β caroteno precursores de la provitamina A (**Yadav et al., 2014**). La naranja es una fruta que en su interior alberga pigmentos (carotenoides), altas concentraciones de vitamina C, flavonoides y ácidos hidroxicinámicos muy beneficiosos para la salud (**Remini et al., 2015**). Sin embargo, para su preservación se deben tomar en cuenta dos aspectos: la carga microbiana que puede contener el néctar y las temperaturas de pasteurización; tratamientos muy drásticos (temperaturas elevadas por tiempos prolongados) comprometen la calidad sensorial y nutricional del néctar (**Yadav et al., 2014**). Durante el almacenamiento, los néctares van reduciendo paulatinamente su calidad, presentando cambios de color ; en productos procedentes de frutas cítricas como la naranja, se puede evidenciar la degradación del contenido de ácido ascórbico presente inicialmente (**Remini et al., 2015**).

El *exhausting* o remoción del aire disuelto en el producto alimenticio es beneficioso porque elimina la disponibilidad del oxígeno durante el almacenamiento, lo que evita la oxidación y el crecimiento microbiano (**Hounhouigan et al., 2014**).

El procesamiento industrial de los néctares de frutas requiere establecer adecuadamente el sistema de extracción, la elección de la temperatura de tratamiento térmico o el empleo de una fase de evacuación del aire contenido en el producto (*exhausting*), ya que inciden directamente en la calidad sensorial y microbiológica de los néctares durante su vida útil, para poder obtener un néctar de alta calidad, con características similares a las del recién exprimido, que es lo que busca el consumidor en el mercado de néctares a nivel nacional e internacional (**Perez y Roussef, 2008**). En esta tendencia, juega también un papel importante el hecho de no añadir, o reducir al máximo el empleo de compuestos químicos conservantes, ya que estos compuestos químicos son capaces de generar reacciones alérgicas, asma, urticaria, irritaciones gástricas (**Soubra et al., 2007**).

En resumen en esta investigación se propone investigar el empleo de un sistema de pasteurización a presión reducida, determinando los tiempos y temperaturas de tratamiento térmico adecuados para alcanzar una vida útil comercialmente viable, conservando de mejor manera la calidad sensorial y nutricional, asegurando que la reducción de la carga microbiana alcanzada llegue a un nivel adecuado para garantizar la salud del consumidor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Estudiar la influencia de pasteurización al vacío sobre las propiedades nutricionales, sensoriales y microbiológicas de néctar de naranja (*Citrus x sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota* L.).

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de reducción microbiana hasta los niveles permitidos por la norma INEN vigente.

- Caracterizar el néctar antes y después de ser sometido al proceso de pasteurización térmica mediante análisis físico-químicos y microbiológicos.
- Evaluar sensorialmente el néctar sometido al proceso de pasteurización térmica.
- Estimar los costos de producción derivados del empleo de la tecnología de pasteurización a presión reducida en el procesado de néctar de naranja y zanahoria.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

2.1.1. Pasteurización

Desde tiempos antiguos se han empleado diversas técnicas para conservar los alimentos como: secado, concentración de sólidos, congelación, fermentación, preservación química y tratamiento térmico. Los tratamientos térmicos son el conjunto de condiciones de calor necesarias para generar alimentos con inocuidad microbiológica y calidad comestible (**Holdsworth y Simpson, 2007**). La aplicación de este tipo de procesos tiene tres objetivos: el primero, reducir la carga microbiana a niveles suficientemente bajos; el segundo objetivo, es crear un ambiente inocuo en el envase mediante la remoción de oxígeno, el control del pH y el control de la temperatura de almacenamiento; el tercero, pretende asegurar un sellado hermético para prevenir futuras contaminaciones (**Ramaswamy H, 2005**).

Dentro de los tratamientos térmicos, la pasteurización es un proceso que mediante la aplicación de temperaturas por debajo del punto de ebullición permite destruir microorganismos patógenos presentes en los alimentos, brindándoles un período de vida útil bajo condiciones de refrigeración. Tras una fase inicial de desarrollo de carácter empírico, en la actualidad, la evolución de la técnica involucra cálculos de cinética de destrucción microbiana que permiten optimizar los tratamientos térmicos. Pese a esto, se siguen buscando alternativas que permitan conservar el color, sabor y otros atributos (**Ramaswamy, 2005; Rivas et al., 2006; Tchango Tchango et al., 1997**).

El diseño de un proceso térmico dependerá del tipo de alimento, la composición química y el tipo de microorganismos causante del deterioro. El primer paso del diseño es identificar el microorganismo o enzima objetivo a inactivar. En alimentos y bebidas con altos niveles de azúcar es común encontrar levaduras y hongos como agentes de deterioro primario (**Ramaswamy, 2005**). Alrededor de 239 cepas de levaduras, tales

como: *Kloeckera apis*, *Kloeckera japónica* y muchas levaduras del género *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Pichia*, y *Rhodotorula* han sido identificados en productos procesados a partir de frutas y hortalizas (**Tchango Tchango et al., 1997**). De igual manera, los hongos termoresistentes (*Neosartorya fischeri*, *Byssochlamys nivea*, *Byssochlamys fulva*, *Talaromyces flavus* y *Eupenicillium*) constituyen un problema para la industria agroalimentaria, puesto que este tipo de contaminación se origina en campos y huertos y las ascosporas de estos microorganismos tienen la capacidad de resistir los procesos de pasteurización comercial pudiendo germinar y desarrollarse en anaerobiosis durante el almacenamiento (**Salomão et al., 2007**).

2.1.2. Letalidad térmica

La resistencia térmica del microorganismo objetivo permite determinar el tiempo necesario para que el centro térmico (punto frío) del producto alcance la temperatura de pasteurización. Según diversos autores la reducción de la carga microbiana de productos tratados térmicamente siguen una cinética de primer orden como se muestra en la Ecuación 1 (**Sheen et al., 1993; Smith y Tung, 1982; Toledo, 1999**).

$$-\frac{dN}{dt} = kN \quad \text{Ec. 1}$$

Donde **k** es una constante cinética de primer orden, **N₀** es la población microbiana inicial, **N** es la población microbiana en el tiempo y **t** es el tiempo de tratamiento térmico.

De acuerdo a lo reportado al asumir que **N=N₀** en tiempo 0, se obtiene la Ecuación 2.

$$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -kt \quad \text{Ec. 2}$$

Al emplear logaritmos decimales, se obtiene la Ecuación 3:

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{-kt}{2,303} \quad \text{Ec. 3}$$

A partir de la Ecuación 3, se puede definir una constante denominada tiempo de reducción decimal (**D=2,303/k**), la cual constituye el tiempo de calentamiento requerido

para reducir una determinada carga microbiana al 10 % del valor inicial. Esta constante es particular para cada microorganismo y temperatura. En función de la Ecuación 3 se obtiene la Ecuación 4, está permitirá generar curvas de inactivación térmica de tipo lineal que correlacionen N vs t.

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{-t}{D} \quad \text{Ec. 4}$$

El número de reducciones decimales (S) generadas en el proceso se definen como la eficiencia o letalidad de un proceso térmico, y está descrita por la Ecuación 5.

$$S = \log\left(\frac{N_0}{N}\right) \quad \text{Ec. 5}$$

A partir de la Ecuación 6 se puede establecer el tiempo de proceso requerido (**IFT/FDA, 2001**) a una temperatura constante T para conseguir la letalidad deseada.

$$S = \frac{F_T}{D_T} \quad \text{Ec. 6}$$

La inactivación microbiana alcanzada mediante una determinada combinación tiempo/temperatura (F_T) se relaciona con otras condiciones térmicas a través del valor z, mediante la Ecuación 7.

$$\log(D/D_{ref}) = -(T - T_{ref})/z \quad \text{Ec. 7}$$

Donde, D_{ref} es la tasa de reducción decimal del microorganismo objetivo a la temperatura de referencia T_{ref} .

La tasa de letalidad (L) es una medida cuantitativa de la tasa de inactivación de microorganismos a una determinada temperatura. Se obtiene del cociente D_{ref}/D , como se muestra en la Ecuación 8. La aplicación de esta ecuación se considera válida cuando se aplica en un rango de temperaturas no muy amplio.

$$L = (D_{ref}/D) = 10^{(T-T_{ref})/z} \quad \text{Ec. 8}$$

Holdsworth y Simpson (2007), pusieron de relieve que la clave de la utilidad de la aplicación del cálculo de tasas de letalidad es su carácter aditivo, puesto que permite cuantificar un proceso térmico a lo largo de todo el rango de temperaturas empleado. La

tasa de letalidad integrada (valor F) o la suma de las tasas de letalidad alcanzadas a lo largo del proceso térmico, se calcula a partir de la Ecuación 9.

$$F_{T_{ref}}^z = \int_0^t L dt = \int_0^t 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} dt \quad \text{Ec. 9}$$

2.1.3. Resistencia térmica de microorganismos y enzimas

Desde el año 1990 hasta la actualidad, se ha descrito un buen número de casos de infecciones e intoxicaciones asociadas con el consumo de jugos de manzana y naranja. Este problema ha venido sido causado por la presencia de patógenos como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7 y *Cryptosporidium parvum*. Estudios posteriores han demostrado que existen otros microorganismos patógenos presentes en alimentos elaborados con frutas y verduras en estado de descomposición que generan toxinas como la patulina producida por mohos como *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus claviforme*, *Byssochlamys fulva*, *Penicillium patulum* o *Penicillium expansum*. Esta toxina es capaz de generar desordenes gastrointestinales, alterar la función renal y producir úlceras y sangrado en el sistema digestivo del humano. Además de la problemática de salud antes mencionada, la contaminación microbiana de un alimento puede generar sabores indeseables, cambios en la textura, daños en el alimento y descomposición (**Juvonen R et al., 2011**). En bebidas como el néctar de frutas, las levaduras fermentativas como *Zygosaccharomyces bailii* pueden presentar resistencia extrema a los ácidos orgánicos débiles y buena osmotolerancia, provocando la fermentación vigorosa de la fructosa y otros azúcares. Esta levadura es común en productos concentrados de frutas y jarabes. *Saccharomyces cerevisiae* se desarrolla habitualmente en jugos de frutas y limonadas. Es altamente fermentativa y, como parte de su metabolismo, produce CO₂ y etanol en grandes cantidades, usando como sustrato los azúcares presentes en el jugo (**Juvonen R et al., 2011**). En el caso de los mohos, durante su metabolismo liberan enzimas como: lipasas, proteasas y carbohidrasas. Su acción genera olores y sabores extraños, así como decoloración y formación de alérgenos y toxinas. Especies termorresistentes de hongos (*Byssochlamys*, *Neosartorya* y *Talaromyces*), atacan productos elaborados con frutas luego del tratamiento térmico (**Juvonen R et al., 2011**). El hongo *Neosartorya fischeri*

se puede encontrar en la tierra, materia orgánica en descomposición, materia prima en descomposición y equipos de las líneas procesamiento. Es capaz de causar desintegración en la fruta por la producción de enzimas pectinolíticas y desintegrativas. Generan micotoxinas (fumitremórgenos A, B y C y verruculógeno) que interactúan con el sistema nervioso central ocasionando temblores, convulsiones y hasta la muerte **(Nielsen et al., 1988; Salomão et al., 2007)**.

Según **Wibowo et al. (2015)** la pasteurización térmica, además de inactivar microorganismos, permiten desnaturalizar enzimas endógenas termorresistentes como la pectinmetilestearasa (PME). Está enzima perteneciente al grupo de las enzimas pectinolíticas o pectinasas, hidroliza los enlaces glicosídicos de sustancias pécticas mediante la desesterificación, generando así, moléculas de alto peso molecular con nuevas uniones no metoxílicas **(Kohli et al., 2015)**.

Hoy en día, los consumidores buscan alimentos que, además de una larga vida útil, retengan al máximo la calidad nutricional de la materia prima original. En productos como el néctar, es importante controlar la temperatura y el tiempo de pasteurización para evitar ciertos efectos negativos como: degradación de ácido ascórbico, degradación de azúcares (catalizada por ácidos) y la reacción de Maillard (glucosilación entre azúcares reductores y aminoácidos). La incidencia de estos efectos modifican las características sensoriales (cambios de color, aroma) y nutricionales (sólidos, vitaminas, ácidos orgánicos) del producto final **(Abraham et al., 2011; Rivas et al., 2006)**.

Durante la pasteurización de néctar es importante controlar la formación de compuestos secundarios como el 5-hidroximetilfurfural (5-HMF). Esta especie química se forma mediante la reacción de Maillard, a partir de la deshidratación térmica de fructosa, sacarosa y glucosa catalizada por ácidos **(Abraham et al., 2011)**. Controlar su formación es trascendental para la industria, puesto que, el 5-HMF tiene potencial cancerígeno en dosis altas de consumo. Según la FDA el límite de ingesta diaria es de 40 mg/kg (ppm), ya que su consumo puede generar un riesgo para la salud, puesto que en presencia de la enzima sulfotransferasa transforma el 5-HMF en 5-SMF

(sulfoximetilfurfural), sustancia que posee propiedades mutagénicas, con capacidad de podría generar cáncer o tumores malignos.

2.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Al revisar investigaciones previas que sirven de soporte al presente trabajo, se pueden citar los siguientes estudios:

Rivas et al. (2006), evaluaron el efecto de la aplicación de pasteurización UHT (98 °C por 21 segundos) y pulsos eléctricos en una formulación de jugo de naranja y zanahoria (4:1; v/v) y lo llevaron a tres condiciones de almacenamiento (2 °C, 22 °C y 30 °C). Según estos autores, las muestras sometidas a pasteurización no presentaron efectos significativos en el pH del jugo por la aplicación de las diferentes temperaturas de almacenamiento. El contenido de sólidos solubles la luminosidad y tono disminuyeron por efecto del tratamiento térmico luego de seis meses (30 °C). Sin embargo, la acidez total se elevó ligeramente.

Wibowo et al. (2015), trabajaron con muestras de jugo de naranja tratado térmicamente a 92 °C durante 30 segundos. Estas fueron almacenadas por 32 semanas (20 °C y 28 °C), 12 semanas (35 °C) y 8 semanas (42 °C). Los jugos presentaron un incremento del contenido de sólidos soluble, mientras que el pH y la acidez titulable se mantuvieron en el tiempo. La concentración de vitamina C disminuyó en función del tiempo y la temperatura. El jugo almacenado a 20 °C perdió el 75 % de ácido ascórbico al cumplir 32 semanas y la muestra almacenada a 42 °C (8 semanas) evidenció la oxidación total de ácido ascórbico a ácido deshidroascórbico y éste, a su vez, dio paso a la formación de otros compuestos como el ácido 2, 3 dicetoglucónico, ácido 2-furoico y 3-hidroxi-2-pirona.

Jain et al. (2003), trabajaron en pasteurización de jugo de naranja a 82 °C por 3 segundos y almacenados a dos condiciones de almacenamiento (10 °C y 18 °C). Según estos autores el tratamiento térmico redujo el 7,25 % de ácido ascórbico inicial. Sin embargo, durante el almacenamiento la pasteurización ayudó en la retención del ácido

ascórbico, siendo mayor al mantenerse en refrigeración a 10 °C. Además, explicaron que la pasteurización permitió ralentizar el crecimiento microbiano, más no inhibirlo.

Burbano (2015), realizó un estudio comparativo aplicando dos tipos de pasteurización: pasteurización abierta y pasteurización al vacío de néctar de piña (*Ananas comosus* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) y borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.), estableciéndose que el tratamiento pasteurizado a vacío y a 65 °C por 12 minutos preservó de mejor manera las propiedades fisicoquímicas (pH, SST, vitamina C y color) y sensoriales del néctar.

De igual manera, **Custode (2015)**, realizó un estudio comparativo de la aplicación de pasteurización abierta y pasteurización al vacío en néctar a base de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), zanahoria (*Daucus carota* L.) y noni (*Morinda citrifolia* L.). Al aplicar una pasteurización al vacío a 65 °C por 7 minutos logró preservar mejor las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, vitamina C), sensoriales y microbiológicas (recuento de mohos y levaduras) del producto.

Según **Wibowo et al. (2015)**, al aplicar de un tratamiento térmico a 92 °C por 32 segundos no existe formación de 5-HMF.

Anthon et al. (2002), establecieron que la inactivación de la PME se puede alcanzar elevando la temperatura del producto a 70 °C por 10,4 min ($z=4,8$).

2.3. HIPÓTESIS

H₀: La aplicación de diferentes temperaturas y tiempos de cocción empleando pasteurización al vacío no influye en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del néctar de naranja y zanahoria, ni permite la reducción de la carga microbiana inicial del producto hasta los límites permisibles por la norma INEN 2337.

H_a: La aplicación de diferentes temperaturas y tiempos de cocción empleando pasteurización al vacío influye en las propiedades fisicoquímicas o sensoriales del néctar de naranja y zanahoria o en la reducción de la carga microbiana inicial del producto hasta los límites permisibles por la norma INEN 2337.

2.3.1. Señalamiento de variables de las hipótesis

a) Variables independientes

- Tratamientos térmicos (combinaciones tiempo/temperatura)

b) Variables dependientes

- Color (tono, croma e índice de oscurecimiento)
- pH
- Acidez titulable
- Sólidos solubles totales
- Vitamina C
- 5-Hidroximetilfurfural
- Aerobios mesófilos totales
- Mohos y levaduras
- Coliformes totales
- *Escherichia coli*
- *Listeria monocytogenes*
- *Staphylococcus aureus*

CAPÍTULO III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia prima

Para el desarrollo de la investigación, se trabajó con naranja (*Citrus x sinensis*) variedad Valencia criolla y zanahoria (*Daucus carota* L.) en estado de madurez comestible, obtenidas a través de la Empresa Pública “Mercado Mayorista Ambato” (Ambato, Ecuador). En la formulación del néctar se empleó agua mineral natural sin gas (Tesalia, Ecuador) y como agente edulcorante, sacarosa de grado alimentario (Valdez, Ecuador). Ambos productos fueron adquiridos en una gran superficie comercial de la ciudad de Ambato (Gran Aki, Ecuador).

3.2. MÉTODOS

3.2.1. ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE NARANJA Y ZANAHORIA

- **Preparación de la materia prima**

Los frutos y vegetales previamente seleccionados fueron lavados en agua corriente con ayuda de un cepillo de cerda plástica fina para retirar las partículas de suciedad adheridas. La desinfección de la fruta se realizó sumergiendo durante 5 minutos la naranja y la zanahoria en recipientes individuales de 30 L de agua corriente a los que se añadieron 60 gotas (≈ 3 mL) de una solución desinfectante de hipoclorito de sodio en agua (4,5 % p/v; Clorox, Ecuador). Al finalizar el tiempo de inmersión se colocó la materia prima en bandejas metálicas previamente esterilizadas para escurrir el exceso de humedad.

- **Extracción de zumo de naranja**

Para la extracción del zumo de naranja, se partió la fruta por la zona ecuatorial con un cuchillo de acero inoxidable y se colocó sobre el exprimidor semiautomático (exprimidor Skymsem; Siemens, Brasil). El líquido resultante se filtró a través de un

cedazo plástico de 1,5 mm de luz y se recogió en un recipiente previamente desinfectado.

- **Extracción de zumo de zanahoria**

La extracción de zumo de zanahoria se realizó con ayuda de un extractor de vegetales (Omega-Juicer; Mega Mouth Juicer BM5330; Corona, EE.UU.). Para esto se colocó la zanahoria en la tolva del extractor y se ejerció presión con un embolo plástico, permitiendo el ingreso de las hortalizas. Los primeros 30 ml (aproximadamente) del zumo fueron desechados. El zumo restante se filtró a través de un cedazo plástico de 1,5 mm de luz y se recogió en un recipiente previamente desinfectado.

- **Desarrollo de la formulación**

Para la formulación de néctar se desarrolló una mezcla de zumo de naranja, zumo de zanahoria y agua en relación 1:1:2 (v/v/v). En las soluciones obtenidas se midió la concentración de sólidos solubles totales (Refractómetro Digital Atago modelo Pocket Pal- α ; 0-85 °Brix; Tokio, Japón) y se ajustó la concentración del edulcorante (sacarosa) hasta alcanzar los 15 °Brix. La cantidad de azúcar necesaria para realizar el ajuste de °Brix se realizó empleando un balance de materia (Figura 6; Ecuación 10). Finalmente, se evaluó el pH de la mezcla. Experimentos preliminares permitieron evitar la necesidad de ajustar la acidez de las formulaciones, ya que presentaron valores de pH entre 4,3 y 4,7, de acuerdo a lo estipulado por la norma INEN 2337.

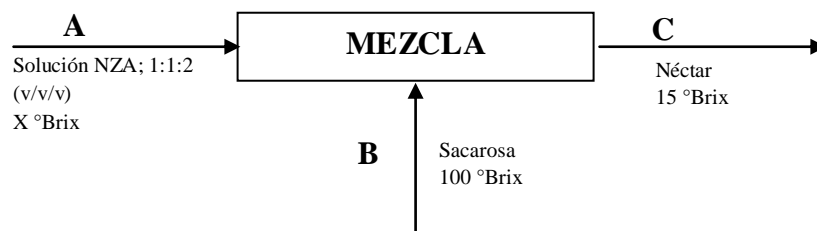


Figura 6. Balance de materia para el ajuste del contenido de SST de néctar de naranja (*Citrus x sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota* L.)

$$XA + YB - ZC = 0 \quad \text{Ec. 10}$$

Donde **A** es la concentración de SST de la mezcla sin edulcorar, **X** es la cantidad de mezcla sin edulcorar en kg, **B** es la concentración de SST, **Y** es la cantidad de azúcar en kg de la sacarosa; **C** es la concentración de SST a la que se desea llegar y **Z** es la cantidad de néctar final en kg.

▪ **Tratamiento térmico**

Para la aplicación de pasteurización al vacío (Figura 7) se empleó un módulo polivalente de productos concentrados (DL-LAB50, DeLorenzo; Roma, Italia). El diseño del tratamiento térmico se realizó en base a dos microorganismos objetivo: *Neosartorya fischeri* y *Zygosaccharomyces bailii* considerando un valor z de 4,0 y 7,19 respectivamente (Tabla 1). La validación del proceso de pasteurización se realizó mediante un conjunto de termorregistradores cableados E-Val Flex (Ellab A/S; Hillerød, Dinamarca) controlado mediante el software Valsuite Pro (Ellab A/S; Hillerød, Dinamarca). Con los valores tiempo/temperatura registrados se calculó la letalidad acumulada durante el proceso.

Tabla 1. Diseño de tratamientos térmicos para pasteurización néctar de naranja (*Citrus x sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota L.*)

| Tratamiento | Microorganismo objetivo | Temp. (°C) | Tiempo (min) | Vacío* (Bar) | D _T (min) | Z (°C) |
|-------------|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------------|--------|
| 1 | <i>Neosartorya fischeri</i> | 92 ^b | 3,30 | -0,19 | 36,75 | 4,00 |
| 2 | | 90 ^b | 10,30 | -0,22 | | |
| 3 | | 88 ^b | 32,68 | -0,25 | | |
| 4 | <i>Zygosaccharomyces bailii</i> | 70 ^a | 2,30 | -0,50 | 16,88 | 7,19 |
| 5 | | 65 ^a | 11,40 | -0,54 | | |
| 6 | | 60 ^a | 56,60 | -0,58 | | |

Fuentes: Palaniappan et al. (1991)^a; Batt y Tortorello (2014)^b. *Valor relativo a la presión normal en Ambato (0,75 Bar a 2750 msnm y 20 °C).

Al finalizar el tratamiento térmico se detuvo la inyección de vapor y se continuó agitando durante el periodo en el que el néctar se envasó en botellas de vidrio de 280 ml a través de la válvula de descarga del módulo polivalente. Una vez cerrados los frascos mediante tapones plásticos roscados con faldón, se enfriaron rápidamente con agua fría

(choque térmico) y se detuvo el proceso de cocción. Finalmente, las muestras fueron almacenadas en una cámara de refrigeración (HACEB RVC-17 EXP, 402 L; Bogotá, Colombia) provista de un controlador de temperatura digital (FULLGAUGE MT-512Ri Plus; Canoas, Brasil) que permitió mantener la temperatura a $6 \pm 0,6$ °C. Los ensayos se realizaron en triplicado para cada tratamiento.

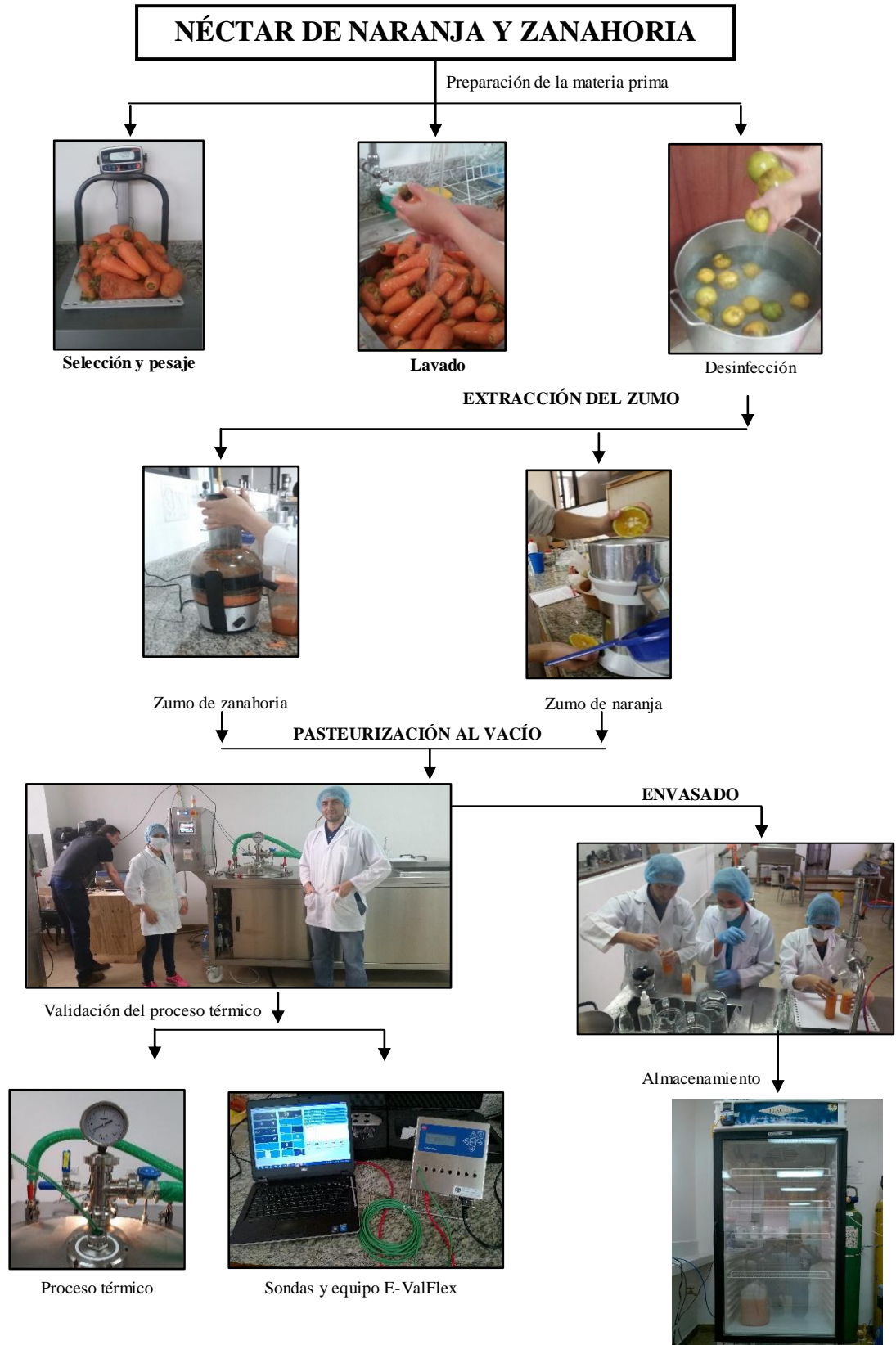


Figura 7. Proceso de pasteurización al vacío de néctar de naranja y zanahoria

3.2.2. CAMBIOS FISICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES

En las formulaciones de néctar obtenido se evaluaron los cambios fisicoquímicos, microbiológicos durante los días 0, 5, 9, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 (Figura 8). A nivel sensorial, se evaluaron los atributos de los néctares antes e inmediatamente después de los tratamientos térmicos.

3.2.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

▪ Concentración de iones hidronio (pH)

Para la determinación de la concentración de iones hidronio se empleó el método potenciométrico reportado en la norma ecuatoriana **INEN-ISO 1842 (2013b)**, empleando un titulador automático (Mettler Toledo Compact Tritator G20; Klang, Malasia). El valor se registró por inmersión directa del bulbo del equipo en la muestra. Las determinaciones se realizaron en triplicado para cada réplica de néctar desarrollado.

▪ Determinación de la acidez titulable

La determinación de la acidez titulable se realizó siguiendo el método reportado en la norma ecuatoriana **INEN-ISO 750 (2013a)**, empleando un titulador automático (Mettler Toledo Compact Tritator G20; Klang, Malasia). El ensayo se realizó a partir de una solución de néctar-agua (20:3; v/v) y se tomó una alícuota de 50 ml en el vaso valorador (100 mL). Para la titulación se empleó una solución de hidróxido de sodio (0,1 N). El equipo finalizó la neutralización cuando alcanzó un valor de pH de 8,1. El valor reportado por el equipo se empleó para el cálculo de la concentración de ácido cítrico (Ecuación 11). Las determinaciones se realizaron en triplicado para cada réplica de néctar desarrollado.

$$AT(\%) = \frac{V_{(NaOH)} \cdot N_{(NaOH)} \cdot EQ_{AC} \cdot FD}{V_N \cdot AL_S} \cdot 100 \quad \text{Ec. 11}$$

Donde **AT** es la acidez titulable en porcentaje de ácido cítrico; **V_(NaOH)** es el volumen de solución de hidróxido de sodio consumido en mL; **N_{NaOH)}** es la normalidad del hidróxido de sodio (mEq/L; **EQ_{AC}** es el factor de equivalencia del ácido orgánico

predominante; **FD** es el factor de dilución de la muestra; **V_N** es el volumen de néctar empleado para la solución en mL y **AL_S** es la cantidad de muestra diluida empleada en la titulación en mL.

- **Determinación de sólidos solubles totales**

La determinación del contenido de sólidos solubles totales se realizó por refractometría siguiendo el método presentado en la norma ecuatoriana **INEN-ISO 2173 (2013c)**, empleando un refractómetro digital (Pocket Atago; Tokio, Japón). La calibración del equipo se realizó con agua destilada. El contenido de SST se determinó por lectura directa y en triplicado para cada réplica de néctar desarrollado. Los resultados se reportaron en g de sacarosa por cada 100 g de muestra.

- **Color**

La determinación de las características cromáticas del néctar se realizó en base al método espectrofotométrico propuesto por la **OIV (2006)**. Para esto se realizó un barrido de transmitancia (%) entre 380 y 760 nm de las muestras previamente filtradas al vacío. En función de estos valores se obtuvieron los valores triestimulares para el cálculo de las coordenadas de color en el espacio CIE L*a*b* (Ecuaciones 12, 13 y 14).

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad \text{Ec. 12}$$

$$a^* = 500 \left[\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n} \right] \quad \text{Ec. 13}$$

$$b^* = 200 - \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad \text{Ec. 14}$$

Donde **X**, **Y** y **Z** son valores triestimulares; **X_n**, **Y_n** y **Z_n** son valores relacionados al iluminante empleado; **L*** es la luminosidad, **a*** es la coordenada de color rojo (+)/verde (-), **b*** es la coordenada de color amarillo (+)/azul (-).

En función de las coordenadas cromáticas L*, a* y b* se calculó el tono (Hue; H°), croma (C*) e índice de oscurecimiento (IO), empleando las ecuaciones 15, 16 y 17.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \text{Ec. 15}$$

$$H^\circ = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad \text{Ec. 16}$$

$$IO = \left(\frac{100 \left(\frac{a^* + 175 \cdot L^*}{5,645 \cdot L^* + b^* - 3,012 \cdot b^*} \right) - 0,31}{0,172} \right) \quad \text{Ec 17}$$

▪ **Determinación de vitamina C**

Para la determinación del contenido de ácido ascórbico se aplicó un método semicuantitativo empleando un reflectómetro RQFlex 2 provisto de un estándar (código de barras 410) y un kit de tirillas impregnadas de ácido molibdofosfórico (Merck KGaA, 2013a). La cuantificación se realizó sumergiendo la tira de ensayo por 1 segundo en las muestras, retirando el exceso de líquido y dejando que ocurriese la reacción (15 s). Aproximadamente 5 segundos antes de que el tiempo específico de medición finalizase (10 s) se introdujo la tira de ensayo impregnada con la muestra en el adaptador para tiras del RQFlex2. Finalizado el tiempo de reacción, el equipo mostró en la pantalla el valor de medición en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Las determinaciones se realizaron en duplicado para cada réplica de néctar desarrollado.

▪ **Determinación de HMF**

Para la determinación del contenido de HMF se aplicó un método semicuantitativo en el que se empleó un reflectómetro RQFlex 2 (Merck KGaA, Darmstadt, Alemania) provisto de un estándar (código de barras 522) y un kit de tirillas impregnadas de un derivado del ácido barbitúrico y un derivado de la aminofenazona (Merck KGaA, 2013b). La cuantificación se realizó sumergiendo la tira de ensayo por 1 segundo en las muestras, retirando el exceso de líquido y dejando que ocurriese la reacción (120 s). Aproximadamente 10 segundos antes de que finalizase el tiempo específico de medición (110 s) se introdujo la tira de ensayo impregnada con la muestra en el adaptador para tiras del RQFlex2. Finalizado el tiempo de reacción, el equipo mostró en la pantalla el valor de medición en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Las determinaciones se realizaron en duplicado para cada réplica de néctar desarrollado.

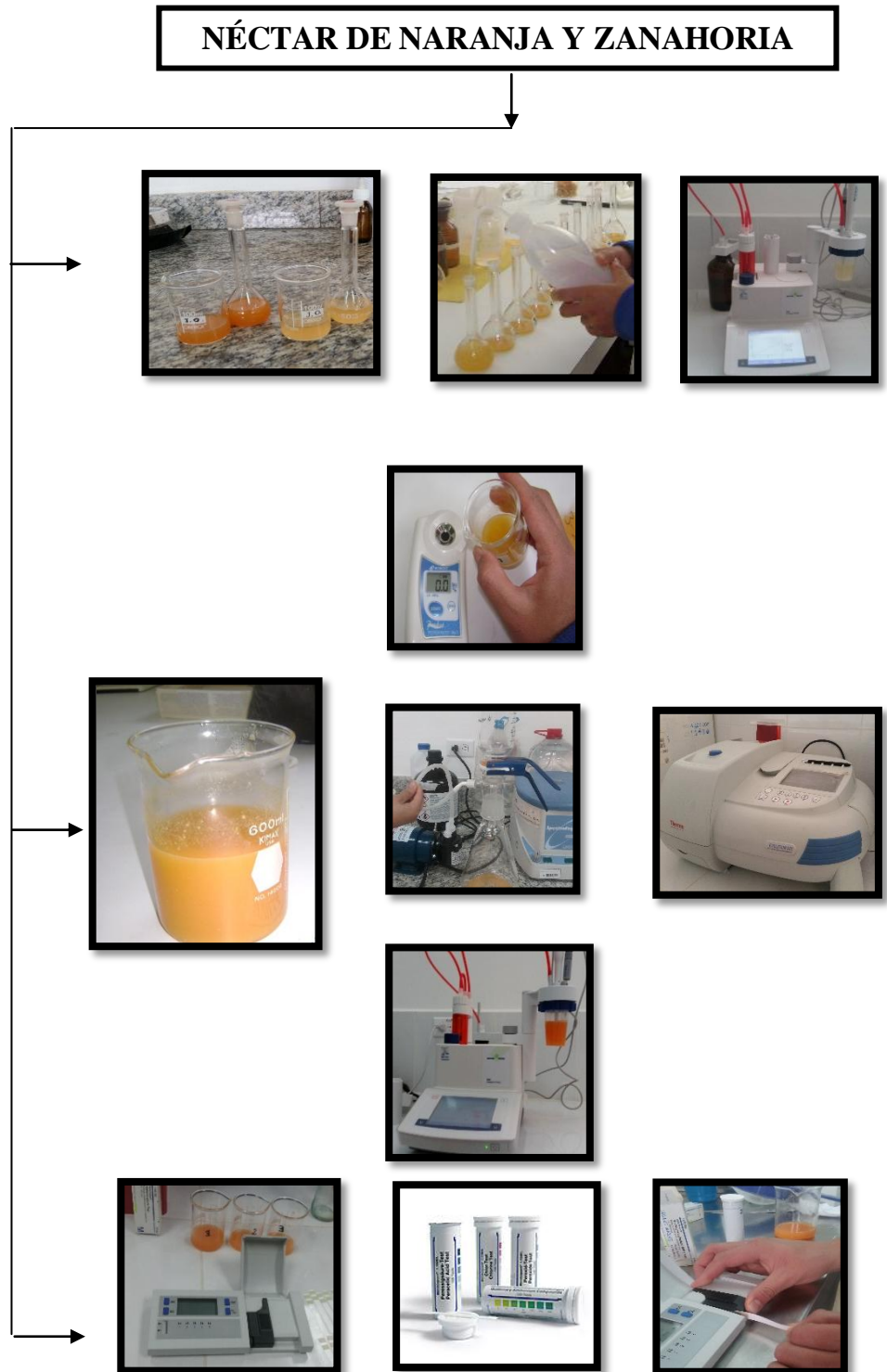


Figura 8. Análisis fisicoquímicos de néctar de zanahoria y naranja

3.2.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

▪ **Aerobios mesófilos totales**

La determinación del contenido de aerobios mesófilos (Figura 9) en néctar de naranja y zanahoria se realizó siguiendo la metodología de recuento en placa por profundidad planteada en la norma **NTE INEN 1529-5 (2006)**. Se prepararon diluciones sucesivas de la muestra (10^0 , 10^{-1}) empleando agua de peptona (Merck KGaA; Darmstadt, Germany) estéril. La inoculación se realizó en agar para recuento en placa (PCA; Difco BD; New Jersey, Estados Unidos) a $45 \pm 2^\circ\text{C}$. La incubación se realizó a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 h. Al finalizar el proceso de incubación se procedió al conteo del número colonias empleando un contador de colonias (Boeco, CC-1; Hamburgo, Alemania); para esto se seleccionaron las placas que presentaron entre 15 y 300 colonias. El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se determinó como la media ponderada de dos diluciones sucesivas utilizando la Ecuación 18.

$$N = \frac{\sum c}{V \cdot (n_1 + n_2) \cdot d} \quad \text{Ec. 18}$$

Donde **N** es el número de unidades formadoras de colonia por mL, $\sum c$ es la suma de todas las colonias contadas en las placas seleccionadas, **V** es el volumen inoculado en cada caja Petri en mL, **n₁** es el número de placas retenidas en la primera dilución seleccionada, **n₂** es el número de placas retenidas de la segunda dilución seleccionada, **d** es el nivel de dilución correspondiente a la primera dilución retenida. Las determinaciones se realizaron en duplicado para cada réplica de néctar desarrollado.

▪ **Mohos y levaduras**

La determinación del contenido de mohos y levaduras se realizó siguiendo la metodología de recuento en placa por profundidad planteada en la norma **INEN 1529-10 (2013d)** (Figura 9). Se prepararon diluciones sucesivas (10^0 , 10^{-1}) de la muestra empleando agua de peptona estéril (Merck KGaA; Darmstadt, Germany). La inoculación se realizó en agar papa dextrosa (PDA; Difco BD; New Jersey, Estados Unidos) a $45 \pm 2^\circ\text{C}$. La incubación se realizó a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 3-5 días. Al finalizar el proceso de incubación (Incubadora; ESCO IFA 110T8; Changi, Singapore) se procedió al conteo

del número colonias empleando un contador de colonias (Boeco, CC-1; Hamburgo, Alemania); para esto se seleccionaron las placas que presentaron entre 10 y 150 colonias. El número de unidades propagadoras (UP) de mohos y levaduras se determinó por separado como la media ponderada de dos diluciones sucesivas utilizando la Ecuación 18.

▪ **Microorganismos patógenos**

La determinación de la presencia de microorganismos patógenos (Figura 9) se realizó en placas de recuento rápido Petrifilm según las fichas técnicas reportadas por 3M (2016). Se prepararon diluciones sucesivas (10^0 , 10^{-1}) de la muestra empleando agua de peptona estéril (Merck KGaA; Darmstadt, Germany). La inoculación se realizó en placas de recuento rápido para *Escherichia coli*-Coliformes totales (3M; Minnesota, Estados Unidos), *Staphylococcus aureus* (3M; Minnesota, Estados Unidos), *Listeria monocytogenes* (3M; Minnesota, Estados Unidos) a 35 ± 2 °C por 24 horas para coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* y 48 horas para *Escherichia coli* en incubadora (ESCO IFA 110T8; Changi, Singapore). El conteo de colonias se realizó empleando un contador de colonias (Boeco, CC-1; Hamburgo, Alemania). El número de unidades formadoras de colonia se determinó por separado como la media ponderada de dos diluciones sucesivas utilizando la Ecuación 18. Al finalizar el proceso de incubación se seleccionaron las placas de dos diluciones consecutivas que presentaron entre 15 y 300 colonias.

3.2.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Para la evaluación sensorial de los tratamientos se realizaron dos fichas de evaluación sensorial considerando diversos parámetros hedónicos y de aceptabilidad del producto. El panel estuvo compuesto de 15 catadores no entrenados los cuales establecieron su preferencia respecto a los tratamientos en base a cinco atributos: color, olor, dulzor, acidez y aceptabilidad, sobre una escala de cinco puntos. La segunda parte de la evaluación consistió en determinar la intensidad de los atributos sensoriales percibidos en los néctares en base a los parámetros: color, olor, sabor y textura, mediante escalas de cuatro puntos (Saltos (2010)).

NÉCTAR DE NARANJA Y ZANAHORIA

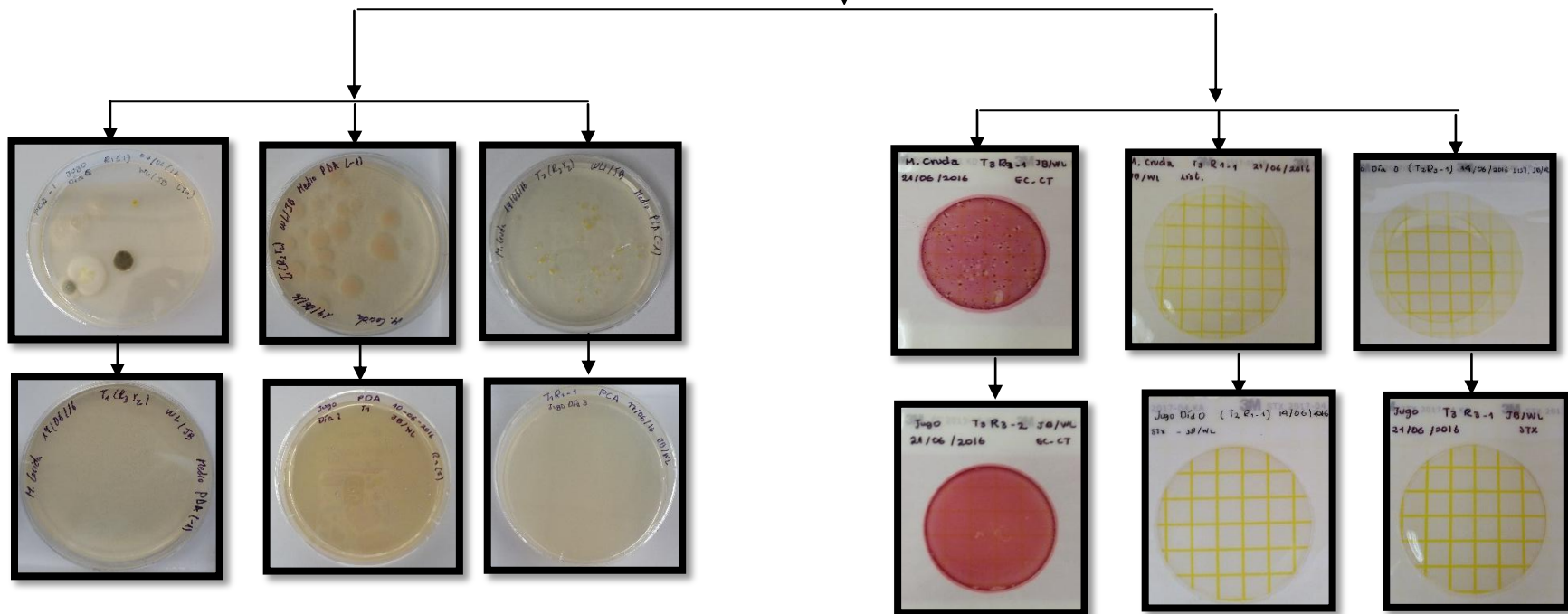


Figura 9. Análisis microbiológico de néctar de zanahoria y naranja

3.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- **Diseño experimental**

El diseño aplicado en el desarrollo de los experimentos empleó un factor de bloqueo con un número de niveles igual al del número de tratamientos. Cada tratamiento (combinación tiempo/temperatura) se ejecutó por triplicado (tres réplicas). Debido a la duración de las labores de procesado de la materia prima, cada bloque experimental se ejecutó a lo largo de un día de trabajo. Al emplearse una materia prima diferente en cada tratamiento, se estableció un control sin tratamiento para cada bloque.

El análisis de los datos obtenidos fue llevado a cabo mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.II (Statpoint Technologies Inc.; Virginia, EE.UU.). El efecto del tratamiento térmico en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales se evaluó mediante un modelo lineal de carácter aditivo descrito mediante la Ecuación 19.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec. 19}$$

La existencia de diferencias significativas entre niveles de los factores estudiados se evaluó mediante un análisis de la varianza (ANOVA). La diferenciación estadística entre las medias de los tratamientos se determinó, en caso de existir diferencias significativas en el test ANOVA, mediante el test HSD de Tukey, por ser idóneo para la comparación de tratamientos múltiples, empleando un nivel de significancia del 95 %. ($\alpha=0,05$). En todos los casos se verificó que los datos cumplieren con los requisitos de normalidad (curtosis, asimetría), homocedasticidad (comparación de varianzas mediante test de Levene) e independencia (ausencia de combinaciones lineales entre variables), exigidos por dicha técnica estadística.

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Concentración de iones hidronio (pH)

Para el desarrollo de las formulaciones de néctar de naranja y zanahoria se trabajó con lotes de diferente procedencia, encontrándose que el valor de pH osciló entre 4,09 y 4,39 en muestras crudas y valores de 4,21 y 4,45 en muestras pasteurizadas al vacío (Figura 10). Estos resultados fueron similares a los reportados por otros autores. Así, en la investigación realizada por **Aguilar-Rosas et al. (2007)** se encontró que existían diferencias significativas en la variación de pH al haber tratado térmicamente jugo de manzana a 90 °C por 30 segundos, siendo así que el pH del jugo crudo al ser tratado se incrementó de 3,8 a 4,01.

Por otro lado, **Zhao et al. (2013)** establecieron que el jugo de pepino tratado térmicamente a 85 °C por 15 segundos aumentó el pH de 6,60 a 6,73 indicando que estos cambios pudieran deberse a la disociación de ácidos en el agua.

El análisis estadístico de los resultados de pH de néctar crudo permitió determinar que no existe un efecto significativo ($p < 0,05$) de la materia prima empleada en los bloques experimentales respecto a este parámetro. Tampoco se observó un cambio significativo ($p > 0,05$) en el pH de cada muestra luego del tratamiento térmico, lo que indicó que la temperatura no llegó a afectar al contenido de ácidos orgánicos presentes en la materia prima. Esto concuerda con lo reportado por **Santhirasegaram et al. (2015)**. Estos autores, al pasteurizar el jugo de mango a 90 °C durante un minuto observaron que las propiedades fisicoquímicas como el pH, los sólidos solubles totales y la acidez no presentaron diferencias significativas en relación del jugo crudo con el cocido.

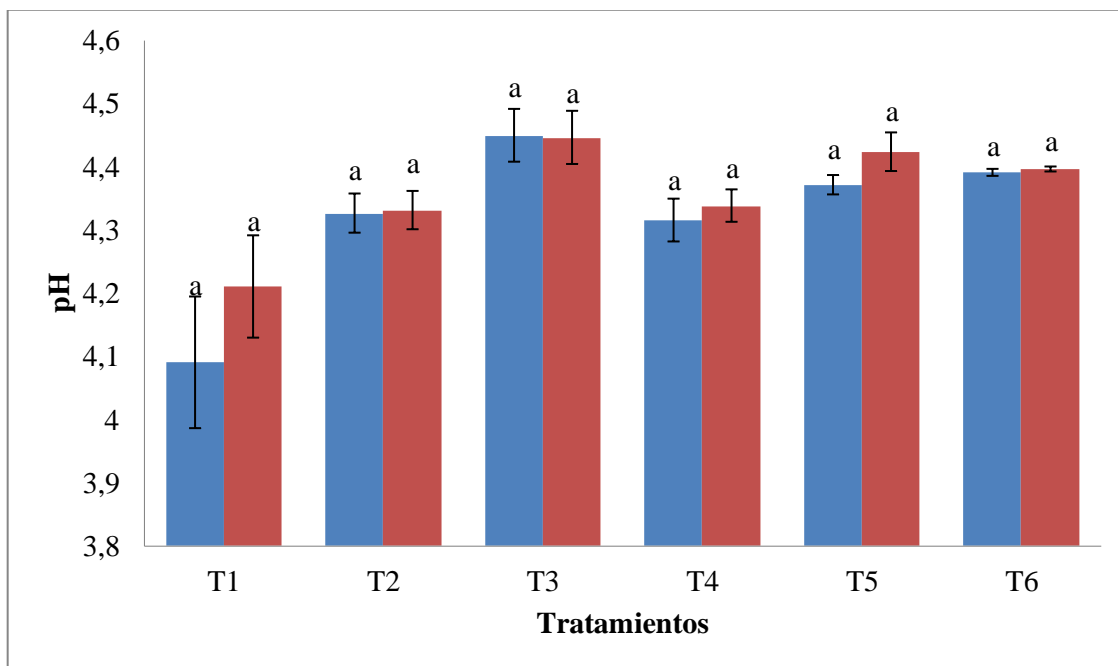


Figura 10. Efecto de la pasteurización al vacío en el pH de néctares de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

De igual manera, se evaluó el efecto del almacenamiento en frío ($6 \pm 0,6$ °C) sobre el pH de las muestras (Figura 11), determinándose que tras el tratamiento térmico, las muestras T2, T4, T5 y T6 presentaron un descenso en el pH mientras que néctares T1 y T3 presentaron un incremento de este valor. Sin embargo, luego de 5 días de almacenamiento, las muestras se mantuvieron estables presentando ligeros cambios hasta el día 30. **Zhao et al. (2013)**, observaron que el jugo de pepino inmediatamente después de haber sido tratado térmicamente a 85 °C por 15 segundos tuvo un incremento en su pH, pero al haber sido almacenado a 4 °C tuvo un decrecimiento a través del tiempo. Teniendo un pH inicial después del tratamiento de 6,73, luego de 50 días alcanzó un pH final de 4,13. Esto podría deberse al desarrollo microbiano, cuyos subproductos metabólicos pudieron generar dicho aumento en la concentración de ácido del medio.

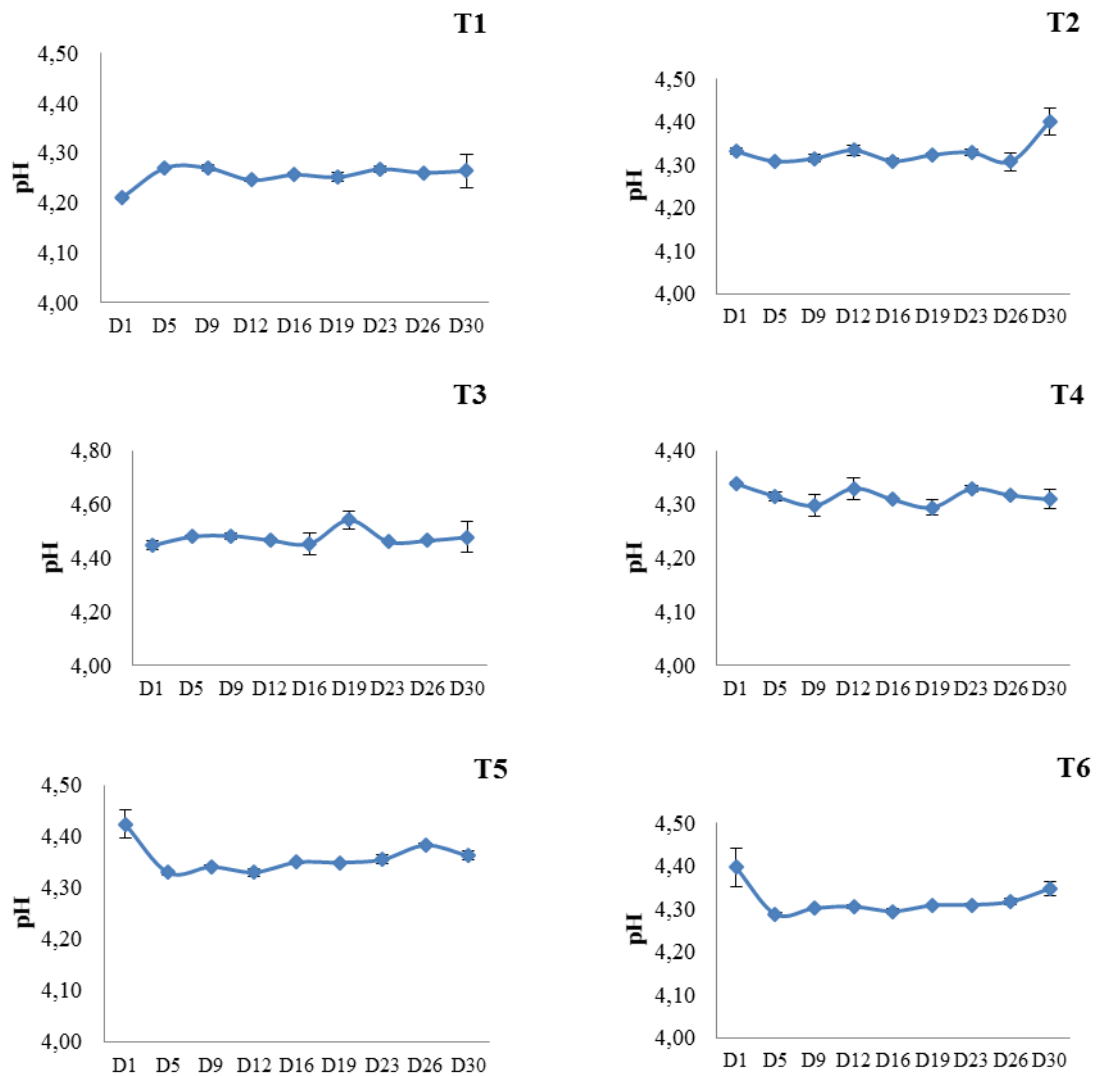


Figura 11. Efecto de tiempo de almacenamiento en el pH de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min

4.1.2. Acidez titulable

La acidez titulable del néctar se encuentra representada por el conjunto de ácidos orgánicos presentes en la mezcla. De acuerdo a lo expuesto por **Rivas et al. (2006)**, el

ácido que se encuentra en mayor cantidad en jugo de naranja-zanahoria es el ácido cítrico, es por ello que los resultados de este parámetro se reportan como porcentaje de dicho ácido.

Se observó la existencia de una variación en este parámetro que va desde 0,14 y 0,23 % en muestras crudas y de 0,14 a 0,24 % en muestras pasteurizadas. La variación encontrada puede atribuirse al tipo de materia prima empleada para la preparación de las mezclas, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). **Igual et al. (2010)**, al tratar jugo de uva a 80°C por 11 segundos determinó que el ácido tartárico de la muestra cruda descendió de 272 a 236 mg/100ml, entre el descenso de otros ácidos orgánicos.

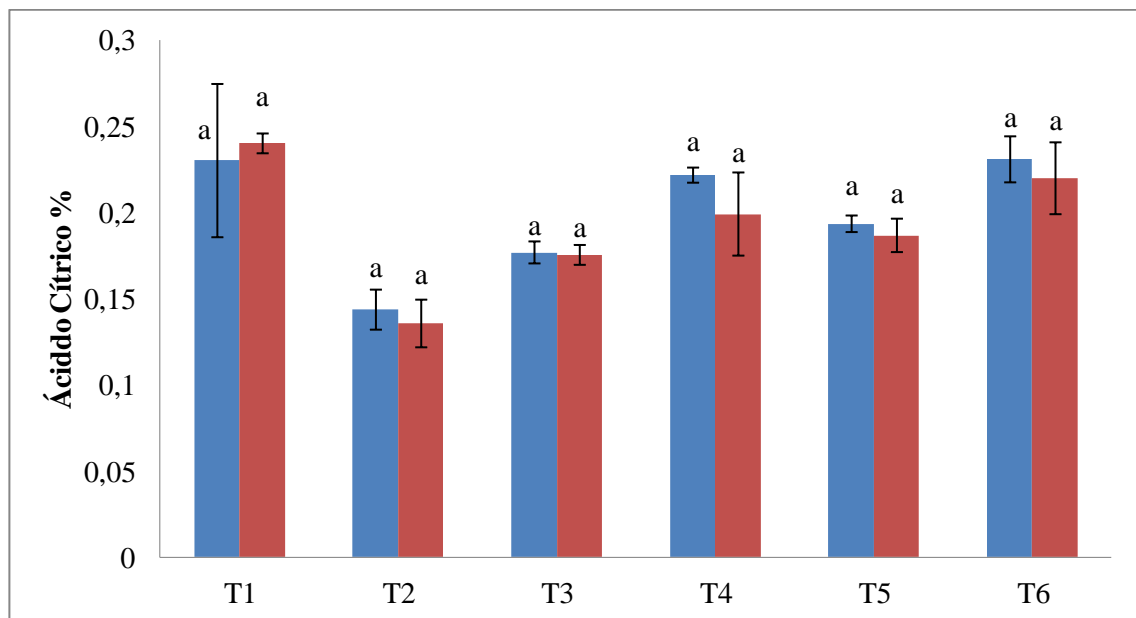


Figura 12. Efecto de la pasteurización al vacío en la concentración de ácido cítrico (%) de néctares de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).

Rivas et al. (2006), reportan en su investigación que al aplicar 98 °C por 21 segundos a un jugo de naranja-zanahoria (80:20 %) la acidez titulable se elevó de 0,568 g de ácido cítrico/100 ml a 0,626 g de ácido cítrico/100 ml.

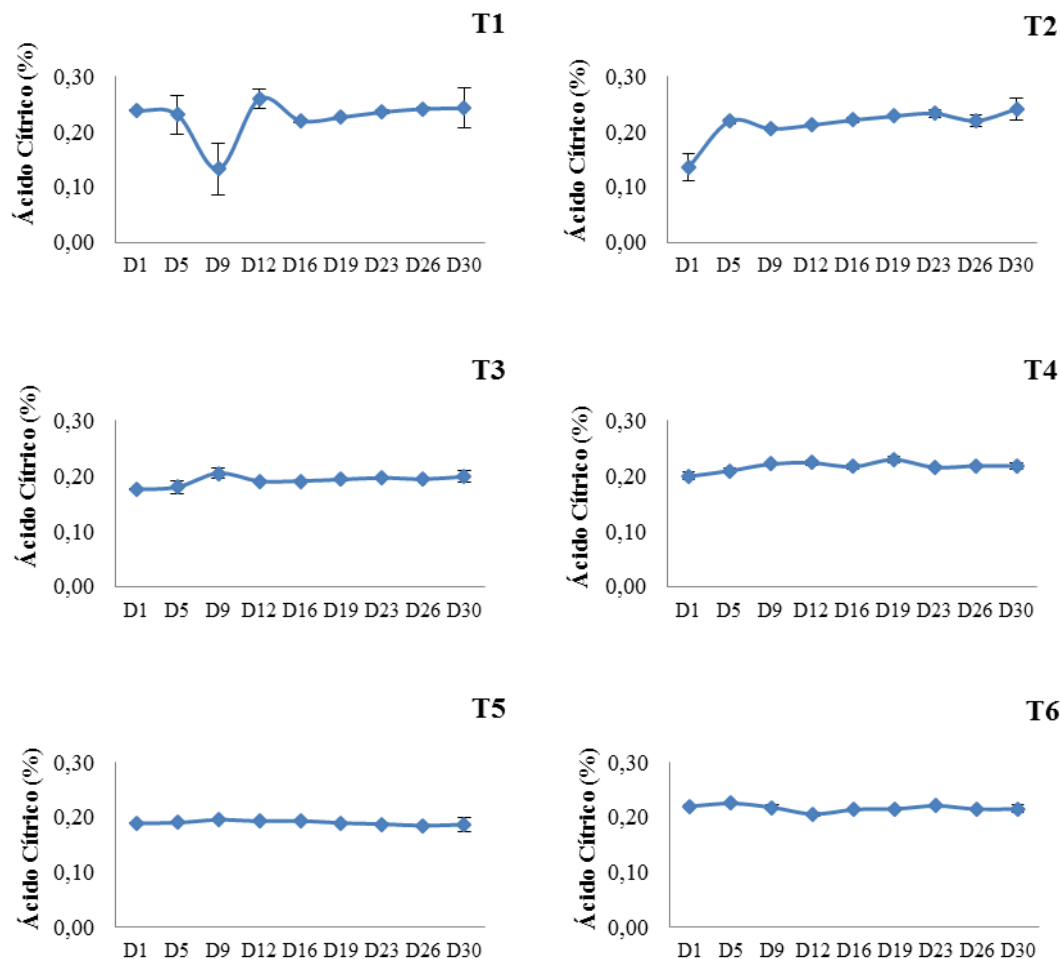


Figura 13. Efecto de tiempo de almacenamiento en la acidez total (% ácido cítrico/ 100 mL) de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min

Según los resultados presentados en la Figura 13 existe una ligera disminución en la concentración de ácido cítrico (T2, T3, T4, T5, T6) por efecto del tratamiento térmico. T1 presentó un incremento en este parámetro puesto que la concentración varió de 0,23 a 0,24 %; sin embargo, disminuyó el rango de variabilidad en los resultados desde 19,19 hasta 2,41 % (CV) lo que indica que existió una disminución de este parámetro. Esto fue diferente al resultado obtenido en las investigaciones de varios autores (Igual et al., 2010; Rivas et al., 2006). Luego de los diferentes tratamientos de pasteurización, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de ácido cítrico ($p > 0,05$) durante el almacenamiento (Figura 13).

4.1.3. Sólidos solubles totales

De igual manera, se evaluó el efecto de la temperatura y el tiempo de pasteurización al vacío en el contenido de sólidos solubles del néctar de naranja y zanahoria, determinando que no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las muestras crudas y cocidas.

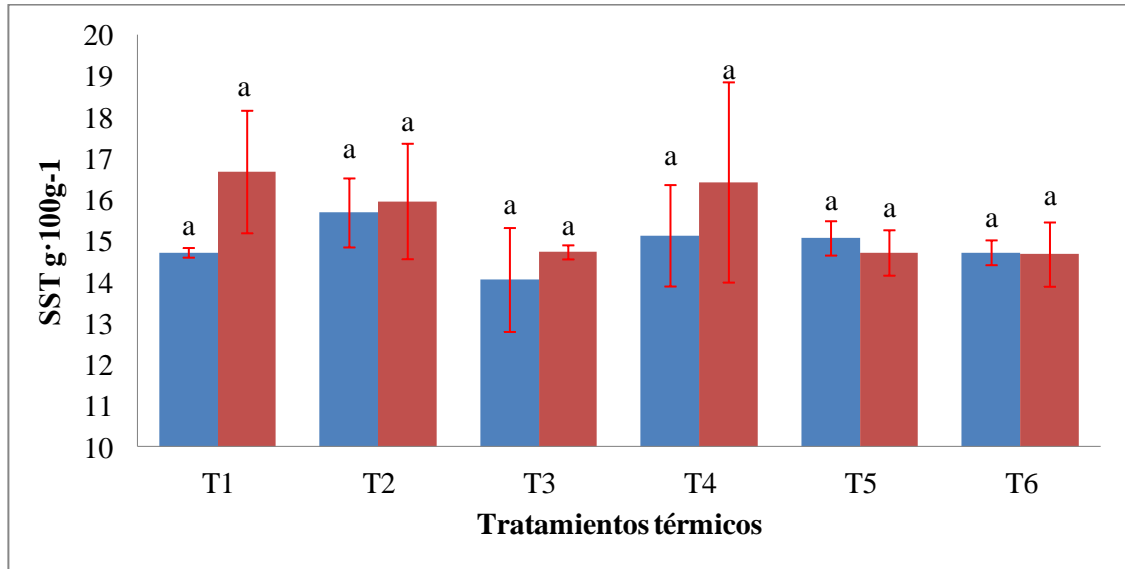


Figura 14. Efecto de la pasteurización al vacío en la concentración sólidos solubles totales (SST) de néctares de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).

Las muestras fueron estandarizadas a una concentración de SST entre 14 y 16 (14,05-15,68), para lograr un sabor dulce que enmascarara el sabor de la zanahoria, pero dentro de los límites establecidos por la norma **INEN 2337**. Diversos autores reportan otras estandarizaciones al elaborar néctares: **Zhao et al. (2013)** estandarizaron jugo de pepino a 3 °Brix; **Gentry y Roberts (2004)** trabajaron en su investigación con una sidra de manzana con 10 °Brix e **Igual et al. (2010)** en su investigación emplearon jugo de uva con una concentración de 10 °Brix; **Custode (2015)** menciona en su trabajo que los néctares, al estar elaborados con frutas y vegetales, tienen que poseer un contenido de sólidos solubles entre 12 a 15 °Brix para su comercialización.

Luego del tratamiento térmico, las muestras presentaron un incremento en los SST siendo mayor en los tratamientos cuya temperatura de pasteurización fue superior (T1: 92 °C/3,3 min y T4: 70 °C/2,3 min) a sus equivalentes como se muestra en la Figura 14, sin embargo, no existen diferencias significativas ($p>0,05$) por efecto de la temperatura de cocción en este parámetro. Según **Burbano (2015)** y **Rivas et al. (2006)** el aumento en la concentración de sólidos solubles totales son propios de la aplicación de tratamientos térmicos a temperaturas elevadas (75 °C/12 min y 98 °C/21 seg), **Igual et al. (2010)** en su investigación anuncia que los sólidos solubles totales no cambian significativamente al tratar térmicamente el jugo de uva a 80 °C por 11 segundos, **Custode (2015)** indica en su trabajo que al pasteurizar los néctares la intensidad del proceso térmico provoca que el producto se concentre al evaporarse agua por un efecto sinérgico de tiempo y temperatura. Los cambios encontrados puede atribuirse al tipo de pasteurización empleado (vacío), puesto que, bajo estas condiciones se alcanza el punto de ebullición de la muestra por debajo de la temperatura de ebullición del agua en la ciudad de Ambato (91 °C/560 mmHg) provocando la concentración del producto dentro de la olla de cocción.

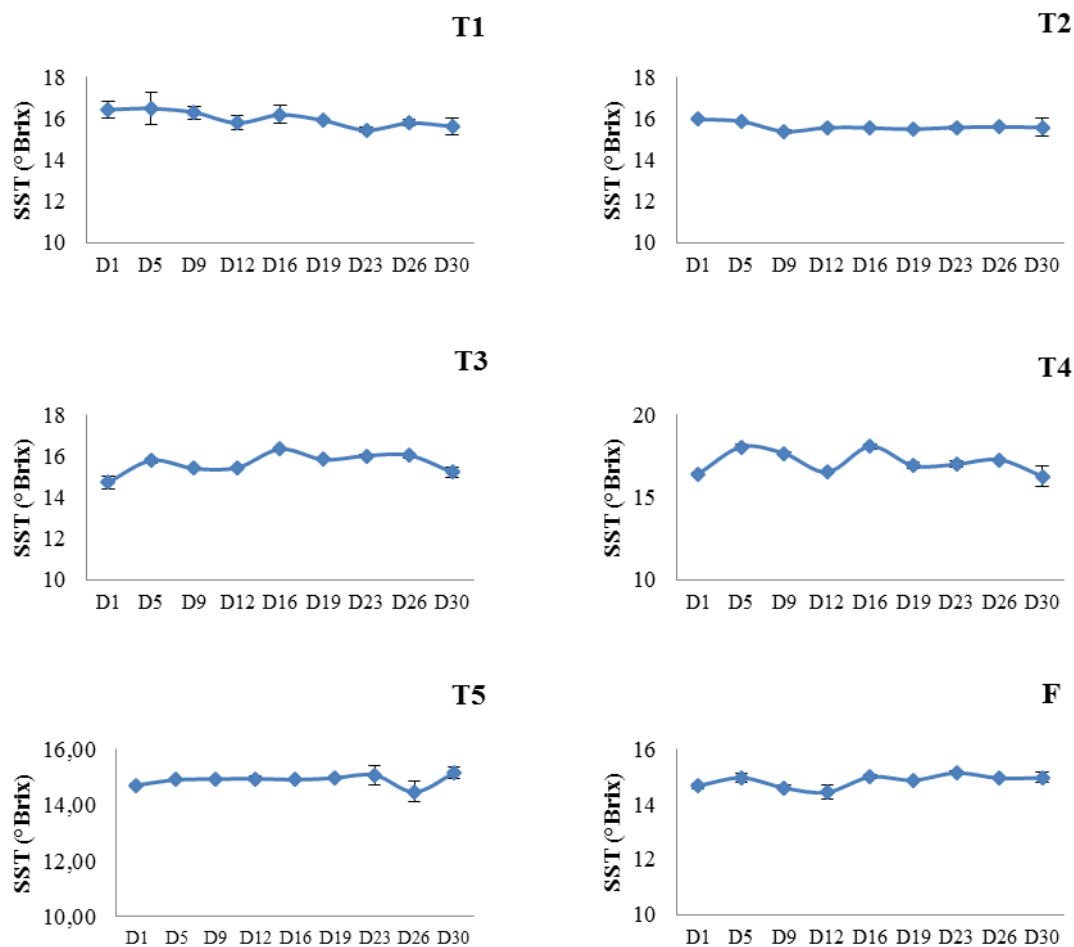


Figura 15. Efecto de tiempo de almacenamiento en el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) de néctar de naranja y zanahoria sometido a diferentes condiciones de pasteurización al vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min

Durante el almacenamiento de las muestras de néctar de naranja y zanahoria (Figura 15) se observó que luego del tratamiento térmico las muestras permanecen estables durante todo el periodo de almacenamiento (30 Días/ $6 \pm 0,6$ °); la ligera variación encontrada en este parámetro puede atribuirse a problemas de homogenización de la muestra durante el envasado. **Wibowo et al. (2015)** indica que los sólidos solubles totales (°Brix) de un jugo de naranja tratado a 92 °C por 30 segundos sufrió un incremento en sus sólidos solubles totales al permanecer almacenado a 20 °C por 32 semanas, además explica que esto podría ser debido a la formación de productos solubles por la degradación de los

azúcares en función del tiempo y temperatura del almacenamiento. Estos resultados discrepan con el estudio reportado por **Rivas et al. (2006)** quienes evidencian un consumo de SST en el jugo de naranja y zanahoria (98°C/ 21 seg). La variación en el resultado puede atribuirse al tipo de tratamiento térmico empleado, puesto que estos autores trabajan aplicando pasteurización a temperatura ultra alta (UHT, en sus siglas en inglés) y una temperatura de almacenamiento de 30 °C (6 meses), contribuyendo en el desarrollo de microorganismos que dentro de sus funciones metabólicas emplean azúcares para provocar la fermentación.

4.1.4. Ácido ascórbico

El néctar de naranja y zanahoria en estado crudo presentó un contenido de ácido ascórbico entre 113,00 y 145,67 mg·L⁻¹. Luego de la pasteurización al vacío, se observó una disminución de la vitamina C en todos los tratamientos (Figura 16), siendo mayor en el T1 (92° C/3,3 min), el T2 (90 °C/ 10,3 min) y el T3 (88 °C/32,7 min) puesto que este tipo de compuesto es sensible al calor y el oxígeno. Por el contrario, los tratamientos tratados a 70 °C/2,3 min), 65 °C/11,4 min) y 60 °C/56,6 min conservaron mejor la vitamina C, a pesar de la exposición prolongada de la muestra al calor. Otros autores como **Custode (2015)** reportaron que el néctar de maracuyá, zanahoria y noni al tratarlo térmicamente a 65 °C por 7 minutos perdió vitamina C en un 73 % con relación al néctar crudo. **Burbano (2015)**, menciona que un néctar de piña, naranjilla y borjojo al ser pasteurizado al vacío a 65 °C por 12 minutos perdió un 87,5 % de la vitamina C original del néctar. De igual manera que en los parámetros antes mencionados, existe un efecto significativo ($p < 0,05$) del tipo de lote de producción sobre la concentración de vitamina C en la muestra. **S. K. Lee y Kader (2000)**, establecieron que los factores que pueden influenciar la variación de vitamina C en las muestras son variados. Entre los que se pueden incluir, están los factores de precosecha, cosecha y postcosecha. Aquellos factores de precosecha podrían ser: la variedad de especie o cultivar, las condiciones climáticas como la intensidad de luz que recibe el fruto, las prácticas agrícolas como el empleo de fertilizantes, la cantidad de agua que la planta ha absorbido. Entre los factores de cosecha se podrían considerar: la madurez del fruto y el método de cosecha. Y los factores de postcosecha son: la temperatura y el manejo de la humedad relativa, las

acciones mecánicas como el cortado, los tratamientos químicos aplicados, las radiaciones, el almacenamiento, los métodos de procesamiento.

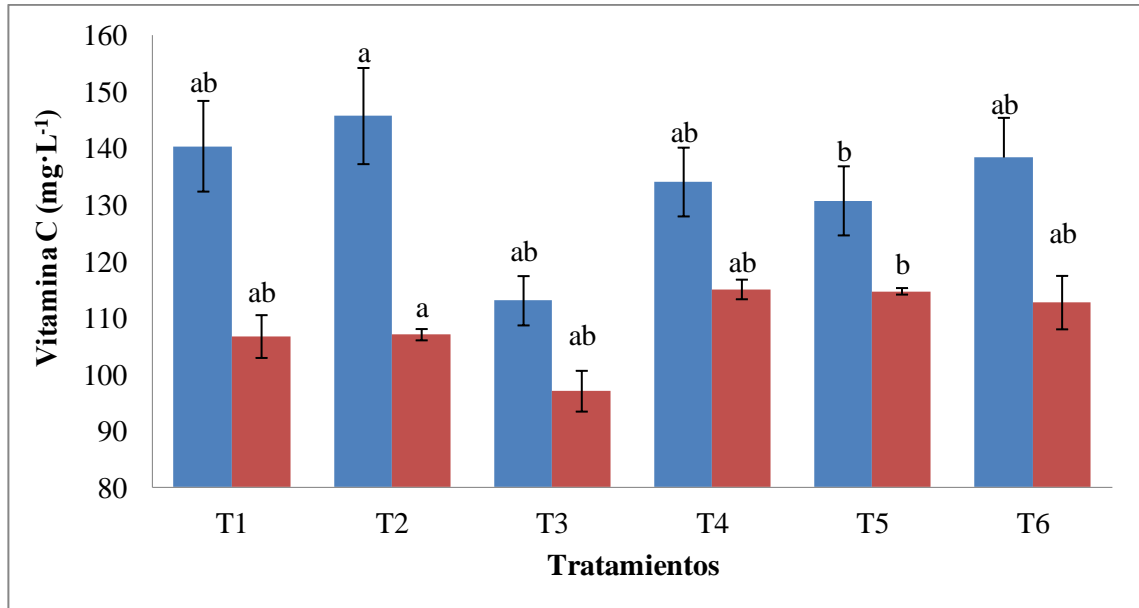


Figura 16. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la concentración de vitamina C de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja).

Burdurlu et al. (2006), mencionan que la vitamina C es degradada por dos medios: uno aerobio que, generalmente ocurre durante el procesamiento de jugos cítricos por oxidación al aire y es agravado por factores como la luz, el tiempo de almacenamiento y la temperatura.

Tabla 2. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el porcentaje de retención vitamina C en néctar naranja y zanahoria

| Tratamientos | Retención de vitamina C (%) | | |
|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| | Néctar crudo | Néctar ¹ | Néctar ² |
| T1 | 100 | 76,27 | 40,51 |
| T2 | 100 | 73,65 | 42,10 |
| T3 | 100 | 85,87 | 45,03 |
| T4 | 100 | 85,92 | 42,88 |
| T5 | 100 | 87,90 | 44,97 |
| T6 | 100 | 81,60 | 53,90 |

¹Néctar pasteurizado D₀. ²Néctar pasteurizado almacenado a 6±0,6 °C durante 30 días (D₃₀).

Según los resultados presentados en la Tabla 2 existe un mejor porcentaje de retención de vitamina C cuando se aplica pasteurización al vacío mediante los tratamientos T3 (85,87 %), T4 (85,92 %), T5 (87,90 %) y T6 (81,60 %) °C que en los tratamientos a T2 (73,65 %) y T1 (76,27 %) presentando diferencias significativas entre tratamientos (p<0,05).

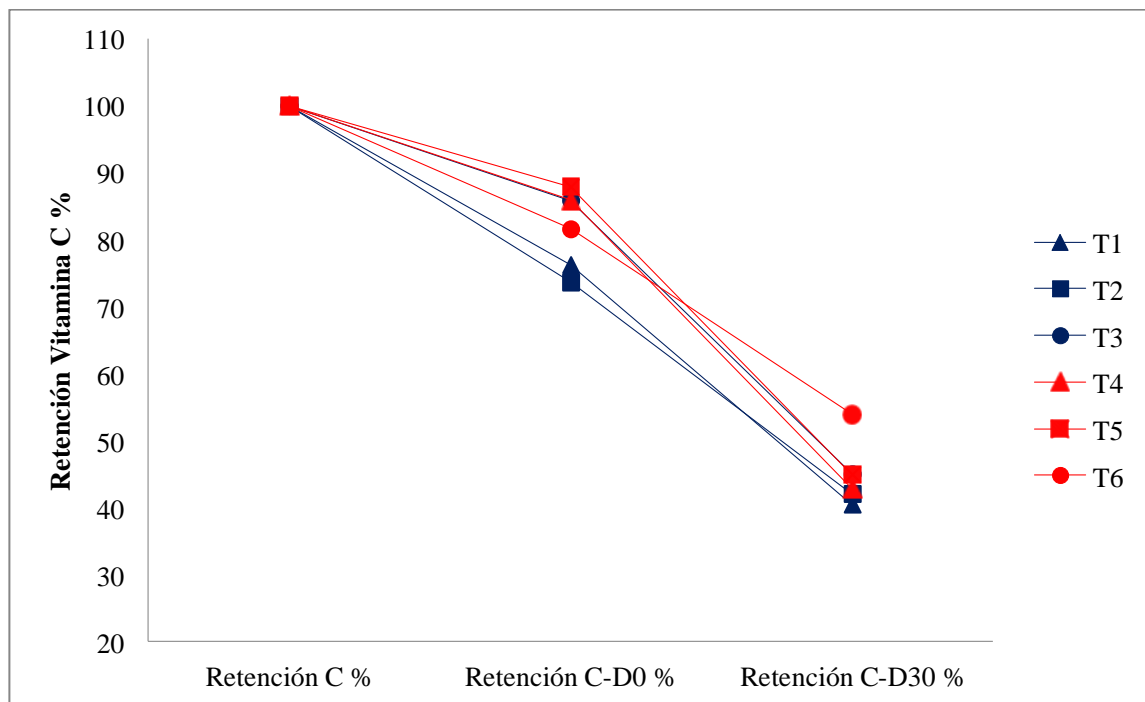


Figura 17. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el porcentaje de retención vitamina C en néctar de naranja y zanahoria

La vitamina C puede degradarse por diversos factores y durante el almacenamiento (30 días a $6 \pm 0,6$ °C) presentó una disminución entre 40,51 y 53,90 % (Figura 17) respecto al néctar pasteurizado, sin embargo no presentó diferencias significativas en el contenido de esta vitamina ($p > 0,05$) al final del periodo de almacenamiento. Esto puede deberse a que el ácido ascórbico en presencia de oxígeno se oxida a ácido deshidroascórbico que, al ser una forma muy inestable, tiende a perderse formando otros compuestos químicos.

4.1.5. Hidroximetilfurfural

Según lo expuesto por **Wibowo et al. (2015)** el 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) es un compuesto indicador del abuso de temperatura en un tratamiento térmico, que ha sido relacionado con varias reacciones de degradación. **Abraham et al. (2011)** mencionan que el 5-HMF es un compuesto formado por la degradación de fructosa, sacarosa y glucosa. Por lo tanto es un compuesto generado por la deshidratación de los azúcares originada por la temperatura.

Tabla 3. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la concentración de 5-Hidroximetilfurfural en néctar de naranja y zanahoria

| TRATAMIENTO | CONDICIONES DE PASTEURIZACIÓN | | | 5-Hidroximetilfurfural ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | |
|-------------|-------------------------------|--------------|-------------|--|---------------------|
| | Temperatura (°C) | Tiempo (min) | Vacío (Bar) | Néctar crudo | Néctar pasteurizado |
| 1 | 92 | 3,30 | 0,19 | < 1,00 | < 1,00 |
| 2 | 90 | 10,30 | 0,22 | < 1,00 | < 1,00 |
| 3 | 88 | 32,68 | 0,25 | < 1,00 | < 1,00 |
| 4 | 70 | 2,30 | 0,50 | < 1,00 | < 1,00 |
| 5 | 65 | 11,40 | 0,54 | < 1,00 | < 1,00 |
| 6 | 60 | 56,60 | 0,58 | < 1,00 | < 1,00 |

El optimizar los procesos de pasteurización al vacío tomando en cuenta temperaturas altas y tiempos cortos y viceversa (Tabla 3), permitió frenar la formación de 5-HMF o su concentración estuvo por debajo de los límites de detección ($1-50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) de la técnica aplicada, lo que mostró que la aplicación de vacío durante la cocción fue capaz de

impedir la formación de compuestos secundarios de la reacción de Maillard. Por su parte **Wibowo et al. (2015)** reportaron que al almacenar a 20 °C por 15 semanas jugo de naranja pasteurizado se observó una lenta formación de 5-hidroximetilfurfural. En contraste con la investigación realizada, la diferencia se encuentra en la temperatura de almacenamiento que se empleó que, al ser de 6 °C no permitió la formación de dicho compuesto.

4.1.6. Color

- **Tono**

Según **Burbano (2015)** el tono se define como una medida de tipo angular variable entre 0-360° correspondiente al ángulo de matiz establecido desde el eje positivo de a*. **Finlayson y Schaefer (2001)**, mencionan que el tono es la sensación visual de similitud que refleja un área hacia un color percibido o la combinación de varios.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Figura 18), las muestras de néctar crudo de naranja y zanahoria presentaron una tendencia positiva en a* y b*, evidenciando un tono anaranjado. La luminosidad (L*) de las muestras fueron de 33,41; 52,42; 57,76; 48,60; 33,87 y 47,70 para los tratamientos T1, T2, T3, T4,T5 y T6, respectivamente. Así también, luego del tratamiento térmico las muestras presentaron la misma tendencia en cuanto al tono pero su L* aumentó hasta 42,05; 61,07; 61,58; 65,60; 34,02 y 43,89, en ese orden. **Choi et al. (2002)**, observaron que en el jugo el valor de L* tendía a aumentar con el tiempo de almacenamiento. **Burbano (2015)**, al emplear néctar de piña, naranjilla y borrojó observó que la luminosidad decrecía dependiendo de la intensidad del tratamiento térmico pasando L* de un valor inicial de 43,55 a un valor menor de L* en cada tratamiento aplicado.

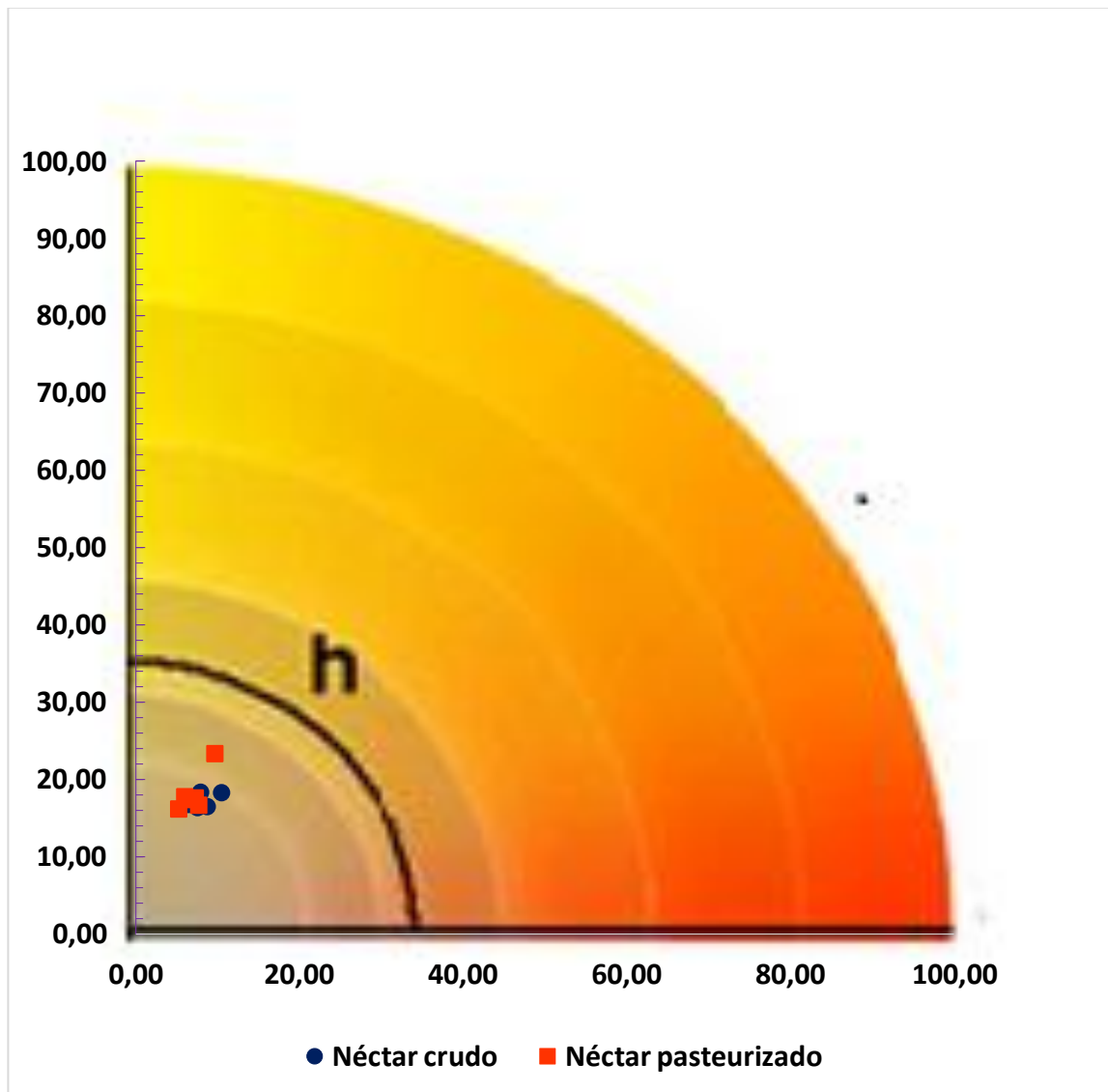


Figura 18. Representación en el espacio CIE L*a*b* del color de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío

Al realizar el análisis estadístico de los valores de tono ($^{\circ}H$), se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) en los diferentes lotes de procesamiento (Figura 19). Sin embargo, luego del tratamiento térmico no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las muestras estudiadas, observándose un incremento de este parámetro luego de la pasteurización al vacío. Estos resultados concuerdan con el estudio presentado por **Rivas et al. (2006)** quienes establecen que luego de la pasteurización

UHT (98 °C/ 21 seg) de jugo de naranja y zanahoria (80: 20; v/v) el tono del jugo crudo aumentó ligeramente de 69,20 a 70,53. **Min et al. (2003)**, en su investigación anuncian que al tratar jugo de naranja a 90 °C por 90 segundos pierde su tono de un valor de 54,5 a 53,4 y luego almacenarlo a 4 °C durante 196 días provoca una pérdida del tono de un valor de 53,4 a 51,7.

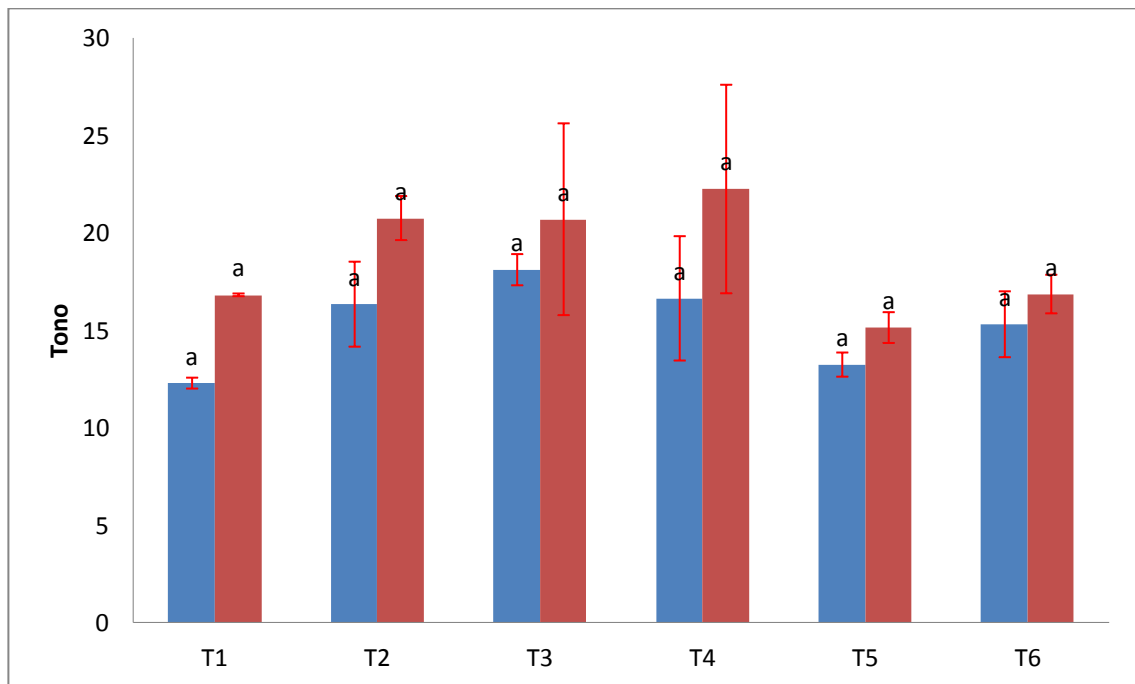


Figura 19. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en la tonalidad del color de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

En la Figura 20 se muestra la variación del °H a través del tiempo, mostrándose una variación en los resultados. Los T5 y T6 presentaron un incremento en este parámetro y se mantuvieron estables durante 16 y 12 días, respectivamente. De igual manera, el T3 y T2 se mantuvieron estables durante 9 días y luego de esto el T3 disminuyó el tono hasta el día 12 y partir de aquí se mantuvo estable hasta el final del almacenamiento (30 días a $6\pm 0,6$ °C), mientras que el T2 presentó una fluctuación hasta el día 23 y luego se

mantuvo estable. Mientras que el T1 incrementó su tono hasta el día 23 y luego de este tiempo disminuyó.

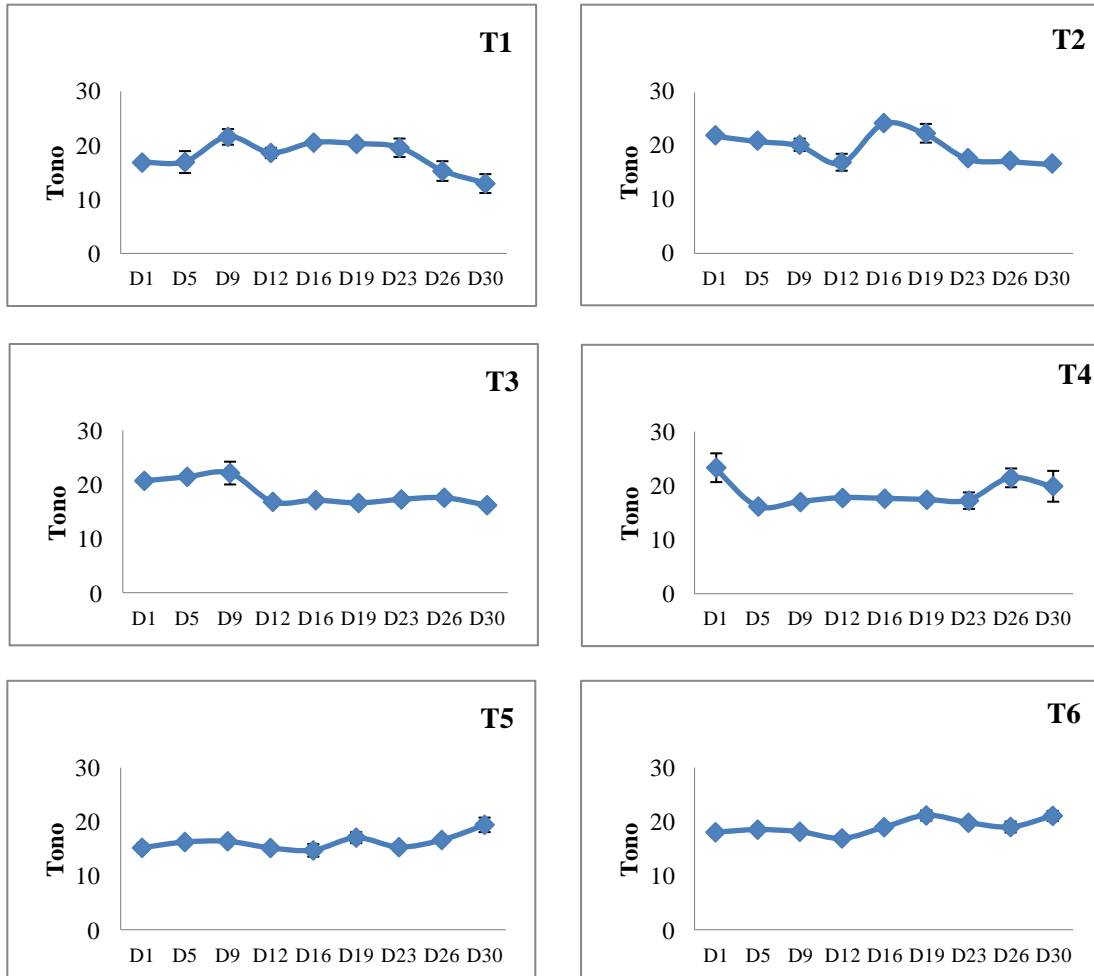


Figura 20. Variación en el tiempo del Cromo de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min.

Min et al. (2003), mencionan que la pérdida de tono se produce por la ocurrencia de reacciones no enzimáticas. La variación en estos resultados puede atribuirse a la composición del néctar, puesto que durante el almacenamiento existen cambios fisicoquímicos que pueden afectar el color de las muestras. **Choi et al. (2002)**, concluyeron que durante el almacenamiento se puede producir pérdida de compuestos químicos como vitamina C, carotenoides y antocianinas. Además, establecieron que la vitamina C se degrada a la misma velocidad que las antocianinas, lo que podría significar una posible interacción entre estos dos compuestos, y explicaron que los carotenoides tienden a estabilizarse en presencia de la vitamina C por lo que tienden a perderse en menor cantidad.

- **Croma**

Dentro de la evaluación del color del néctar crudo de naranja y zanahoria se evaluó el efecto del día de procesamiento en el croma de las muestras, estableciéndose que no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes lotes de producción (bloques experimentales). Sin embargo, cuando se evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre esta propiedad se determinó la existencia de una disminución del croma en el néctar en T2 (90 °C por 10 minutos a un vacío de 0,22 bares), T4 (70 °C por 2,30 minutos a un vacío de 0,50 bares) y T5 (65 °C por 11,40 minutos a un vacío de 0,54 bares) (Figura 21). Por el contrario los néctares sometidos a T1 (92°C/ 3,3 min), T3 (88 °C por 32,68 minutos a un vacío de 0,25 bares) y T6 (60 °C por 56,60 minutos a un vacío de 0,58 bares) presentaron un incremento del tono durante la pasteurización, observándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las muestras evaluadas. El resultado obtenido contrasta con la investigación de **Silva y Silva (1999)** en donde se aprecia que al exponer la fruta copoazú a mayor temperatura por un tiempo mayor se genera la reacción de Maillard y el oscurecimiento enzimático por acción de la polifenoloxidasas lo que produce que el croma del copoazú se incremente ligeramente. Por su lado, **H. S. Lee y Coates (2003)** también afirman al trabajar con jugo de naranja y pasteurizarlo a 90 °C por 30 segundos, que el croma del color se incrementa de 17,70 a 20,19 luego de la pasteurización.

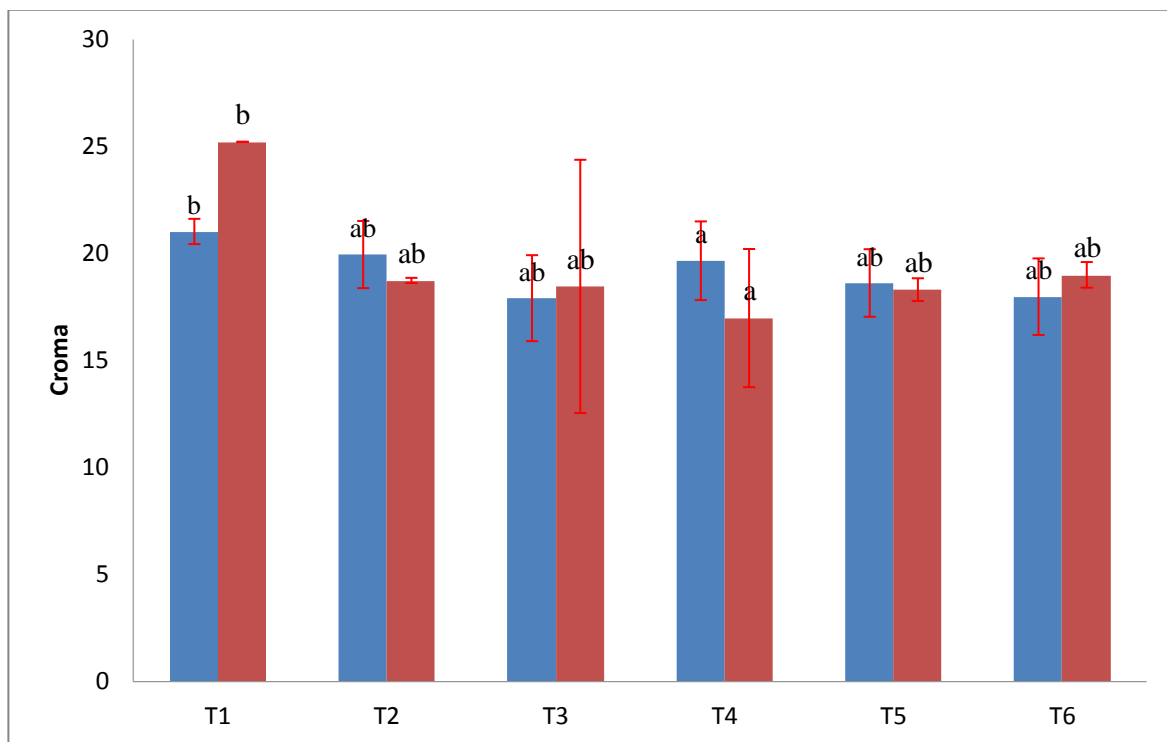


Figura 21. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el croma del néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

La variación en los resultados puede atribuirse al proceso de pasteurización aplicado, la degradación de pigmentos presentes en la muestra y la inactivación de la PME (Figura 22). El néctar sometido a T1 se pasteurizó a mayor temperatura y en los T3 y T6 se aplicó un mayor tiempo de cocción (32,68 minutos y 56,60 minutos respectivamente) por lo que pudo generarse un proceso de concentración de azúcares que dio lugar a compuestos pardos. Sin embargo, el poco tiempo de exposición al calor en el T1 y las bajas temperaturas de cocción de T3 y T6 no generó efectos de oscurecimiento, como reacciones de Maillard. De igual manera, el efecto de la inactivación de la PME puede influir en las propiedades de color de la muestra. Si existe presencia de esta enzima la separación de fases del néctar es mayor, por lo tanto, la cantidad de sólidos solubles suspendidos en la muestra pueden disminuir o aumentar su croma. Estos resultados concuerdan con los resultados reportados por **Rivas et al. (2006)** quienes obtuvieron un

incremento del croma desde 81,01 a 82,30 al aplicar un tratamiento térmico de 98 °C/21 seg en jugo de naranja-zanahoria (80:20; v/v). Esto puede deberse al tratamiento térmico aplicado si, al emplear elevadas temperaturas de pasteurización o tiempos prolongados de calentamiento, se consigue el pardeamiento no enzimático generado por la reacción de Maillard, que podría aumentar el croma.

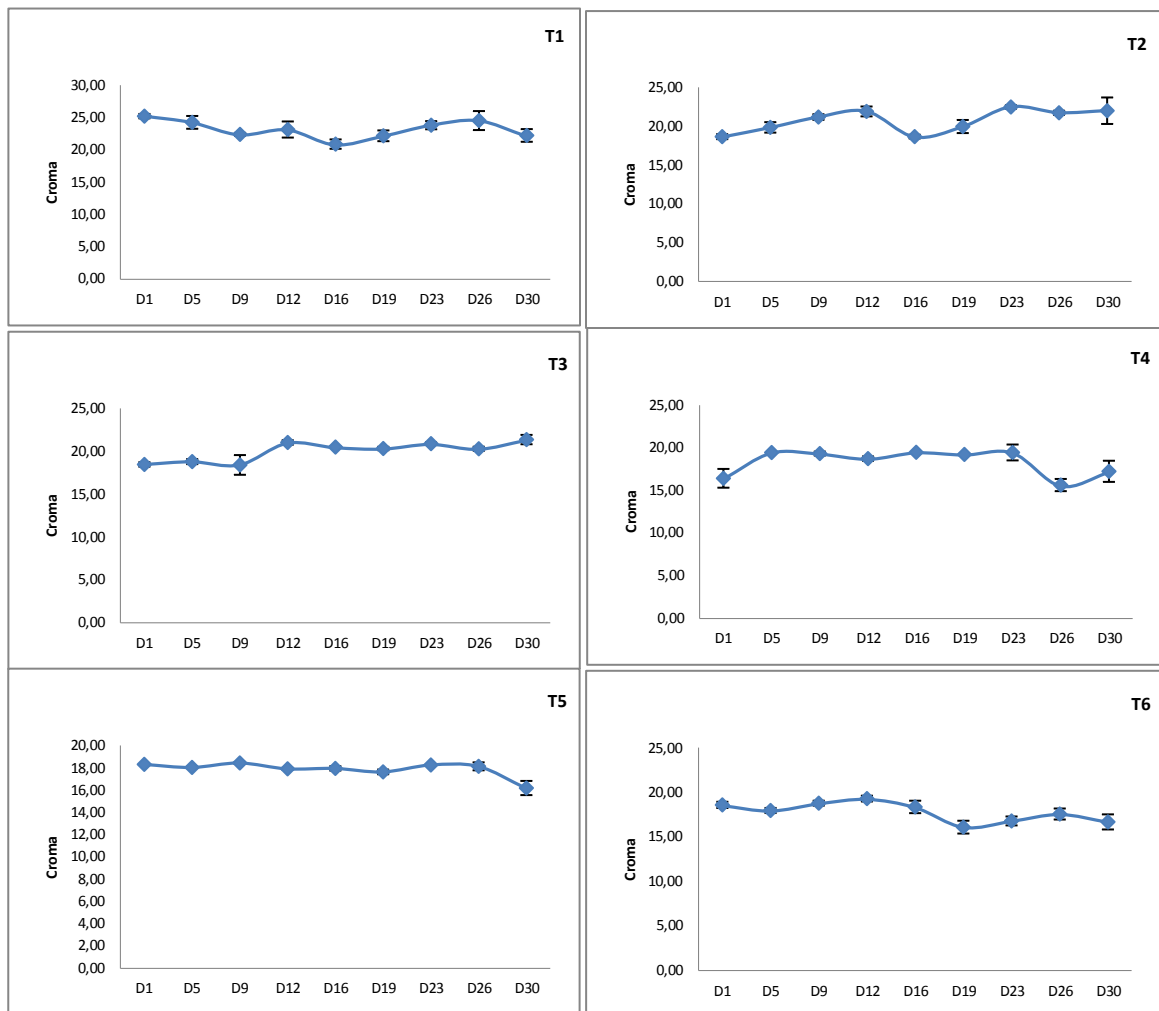


Figura 22. Variación en el tiempo del Croma de néctares de naranja y zanahoria procesados mediante cocción a vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min.

Durante el almacenamiento ($6\pm 0,6$ °C) de néctar de naranja y zanahoria se observó un descenso en el croma, el cual es mayor en las muestras T4 (17,19), T5 (16,16) y T6 (16,63) que fueron tratadas a 70 °C, 65 °C y 60°C, respectivamente. Mientras que los néctares sometidos a T1 (22,21), T2 (22,04) y T3 (21,36) tratados a 92 90 y 88 °C, en ese orden, presentaron un valor mayor de C* al final de los 30 días de almacenamiento. La variación en los resultados puede relacionarse con el efecto de la temperatura de pasteurización sobre la inactivación de PME en el néctar, el cual tiende a separar sus fases por acción enzimática. Resultados similares son reportados por el trabajo de **Choi et al. (2002)** en donde se observó que en jugo de naranjas sanguinas pasteurizado a 90 °C por 90 segundos almacenado a 4,5 °C por 7 semanas, el croma descendía durante el almacenamiento, empezando por 18,73 hasta un valor de 16,96. Otros autores como **Cortés et al. (2008)** mostraron que al trabajar con jugo de naranja, pasteurizado a 90 °C por 20 segundos y posteriormente almacenarlo a 2°C, se presentó un descenso en el croma del producto.

- **Índice de oscurecimiento**

De acuerdo a los resultados presentados en la Figura 23, la variación del índice de oscurecimiento (IO) estuvo influenciado por el tiempo de pasteurización de las muestras, puesto que los tratamientos T1 (3,3 min), T2 (10,3 min) y T4 (2,3 min) presentaron una disminución en el IO y aquellos tratamientos (T3, T5 y T6) cuyos tiempos de pasteurización fueron de 32,68; 11,4 y 56,6 min, mostraron un incremento en este parámetro. Por lo tanto, existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras crudas y sus equivalentes tratados térmicamente. **Cortés et al. (2008)**, al tratar jugo de naranja térmicamente a 90 °C por 20 segundos presenció que en el jugo de naranja existió un aumento del índice de oscurecimiento con respecto al jugo de naranja crudo, pasando de un valor de 0,086 a 0,093. **Bull et al. (2004)**, al estudiar la influencia de la pasteurización a 85 °C por 25 segundos sobre jugo de naranja observó que el índice de oscurecimiento del jugo tuvo un descenso desde 0,097 a 0,096 después del tratamiento térmico. Sin embargo, una vez aplicado el tratamiento térmico, las muestras no

presentaron diferencias significativas en la variación que ejercía cada tratamiento térmico sobre el índice de oscurecimiento del néctar crudo al ser tratado ($p>0,05$).

Durante el almacenamiento se observó que el IO de las muestras evaluadas no presenta una tendencia regular en los resultados puesto que tiende a subir y bajar en el tiempo. **Cortés et al. (2008)** mencionan que al almacenar jugo de naranja pasteurizado tratado a 90°C por 20 segundos por 3 semanas a 10°C se produce un incremento del índice de oscurecimiento ocasionado por contaminación microbiana. **Choi et al. (2002)** en su investigación observaron que al pasteurizar jugo de naranja sanguinas a 90°C por 90 segundos y ser almacenado a $4,5^{\circ}\text{C}$ por 7 semanas mostró valores variables de índice de oscurecimiento que tienden a descender y ascender a través de las semanas hasta alcanzar una tendencia de crecimiento, empezando con un índice de oscurecimiento de 0,41 y teniendo un índice de oscurecimiento de 0,44 a las 7 semanas de almacenamiento. **Bull et al. (2004)** por su parte indican que al almacenar a 4°C por 4 semanas el jugo de naranja tratado térmicamente a 85°C por 25 segundos tuvo un incremento en su índice de oscurecimiento desde 0,096 a 0,165, además mencionan que esto podría deberse a la oxidación del ácido ascórbico durante el almacenamiento.

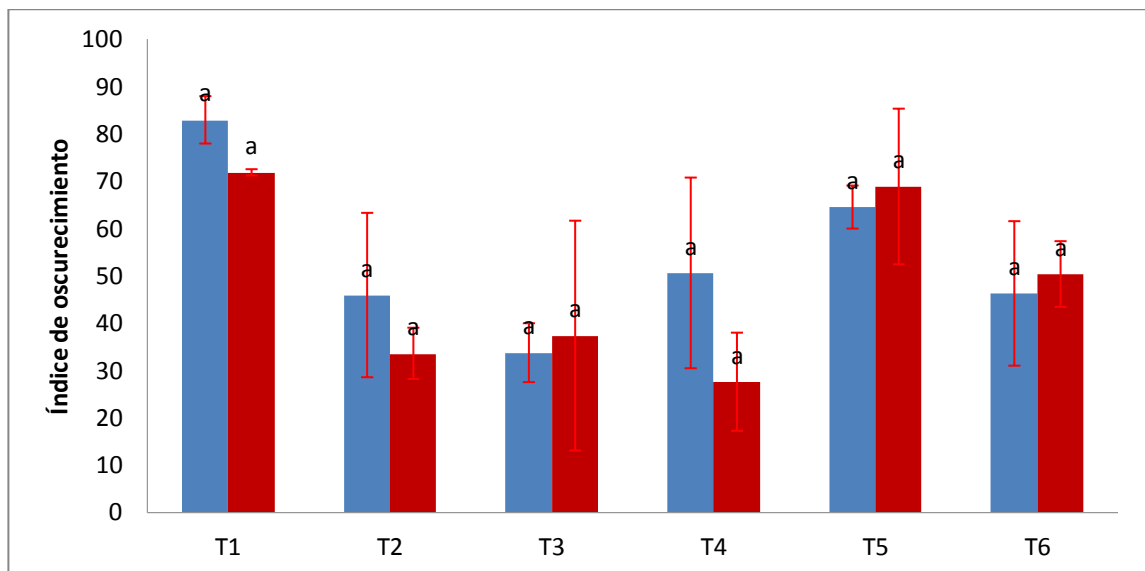


Figura 23. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización al vacío en el índice de oscurecimiento de néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** $92^{\circ}\text{C}/3,3$ min; **T2:** $90^{\circ}\text{C}/10,3$ min; **T3:** $88^{\circ}\text{C}/32,7$ min; **T4:** $70^{\circ}\text{C}/2,3$ min; **T5:** $65^{\circ}\text{C}/11,4$ min; **T6:** $60^{\circ}\text{C}/56,6$ min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

4.1.7. Parámetros microbiológico

- **Microorganismos indicadores**

Según la norma técnica ecuatoriana **NTE 2337 (INEN 2008)**, un néctar “se considera apto para el consumo humano cuando se encuentra libre de microorganismos patógenos, toxinas, o sustancias generadas por los microorganismos que puedan ser un riesgo para la salud”. En relación a esto, los resultados obtenidos (Figura 24) mostraron que los néctares crudos del bloque 2 (1081,67 UFC·mL⁻¹), el bloque 3 (26,67 UFC·mL⁻¹) y el bloque 6 (13,33 UFC·mL⁻¹) presentaron un contenido de aerobios mesófilos (AM) por encima de los límites permisibles en la norma INEN 2337 (<10 UFC·mL⁻¹). Tras el tratamiento térmico el contenido de AM se redujo en 2 unidades logarítmicas hasta dejarlo dentro de los límites permisibles para el consumo humano. Como puede apreciarse en la Figura 24, el contenido de mohos del control 1, al presentar una población de 40 UFC·mL⁻¹, superó el límite establecido en la norma INEN 2337 (<10 UFC·mL⁻¹), pero tras el tratamiento térmico se redujo lo suficiente para cumplir con la normativa vigente.

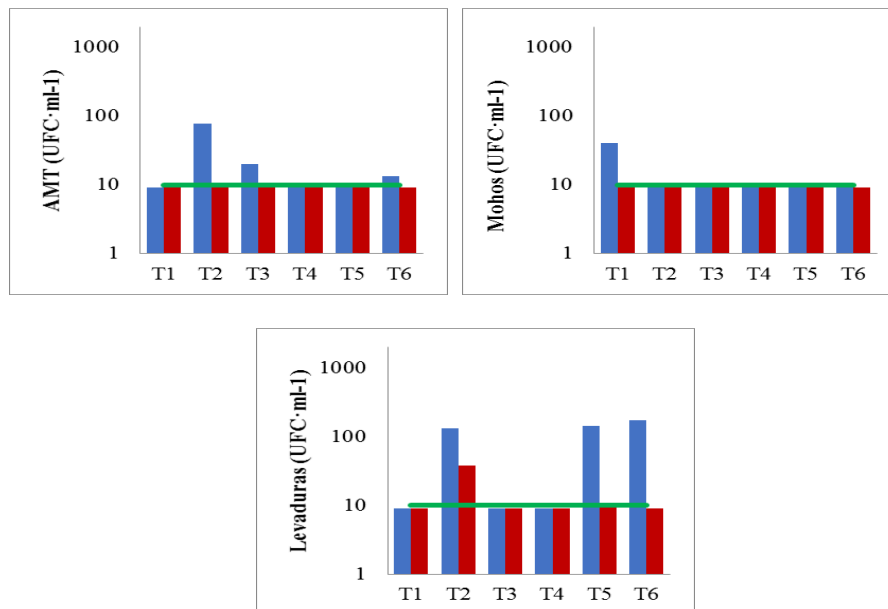


Figura 24. Contenido de microorganismos aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras en néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

Las muestras de néctar crudo del bloque 2 (1140 UFC·mL-1), bloque 5 (1401 UFC·mL-1) y bloque 6 (1510 UFC·mL-1) superaron el límite permisible (<10 UFC·mL-1) para el contenido de levaduras en dos unidades logarítmicas (Figura 24). Luego del tratamiento térmico, se consiguió reducir el número de UFC·mL-1 hasta cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos para este tipo de producto pasteurizado.

La variación en el contenido de microorganismos en las muestras crudas puede ser atribuida a la calidad de la materia prima, puesto que materia prima con presencia de plagas, exceso de suciedad y daños físicos por el transporte y manipulación postcosecha puede albergar un mayor número de UFC antes del procesamiento térmico (**Batt y Tortorello, 2014**).

Rivas et al. (2006), indican que los jugos cítricos, al tener un pH bajo, son sensibles al ataque de levaduras debido al gran contenido de nutrientes que estos jugos pueden aportar y establece que con la pasteurización térmica (98 °C por 21 segundos) es posible alcanzar reducciones microbianas de aerobios mesófilos (15354 UFC·mL-1) y mohos y levaduras (15800 UFC·mL-1) hasta alcanzar valores menores a 1 UFC·mL-1. Además, mencionan que un almacenamiento a 12 °C acelera el crecimiento microbiano. **Jia et al. (1999)**, observaron que al tratar térmicamente jugo de naranja a 90 °C por 1 minuto, se reducía su carga de aerobios mesofilos desde 5400 UFC·mL-1 hasta 4 UFC·mL-1 y desde 2800 UFC·mL-1 hasta 4 UFC·mL-1.

Los resultados obtenidos en la investigación confirman los resultados presentados por **Min et al. (2003)** quienes determinaron que al pasteurizar jugo de naranja a 90 °C/ 90 seg se consigue eliminar hasta 6 log de la carga microbiana de aerobios mesófilos y mohos inicialmente presente.

- **Microorganismos patógenos**

Las muestras de néctar crudo (T1, T3, T4, T5 Y T6) presentaron un número de unidades formadoras de coliformes por mL superior al límite (<3) permitido (INEN 2337). Al

aplicar el tratamiento térmico se consiguió la reducción de coliformes totales en 3 log para T1, T4, T5 y T6, mientras que en el T2 se redujo en 2 log. El número de unidades logarítmicas reducidas estuvo en función de la carga microbiana inicial, sin embargo, una vez pasteurizados los néctares cumplieron con los requisitos establecidos por la norma INEN para este parámetro (Figura 25).

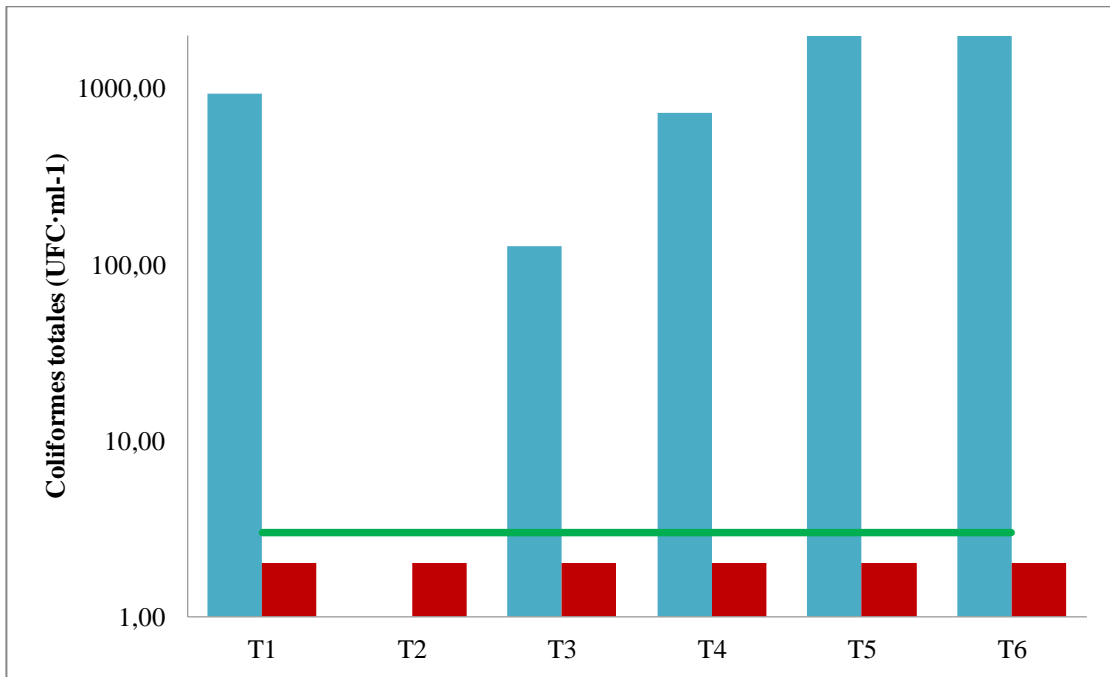


Figura 25. Contenido de coliformes totales en néctar crudo y cocido de naranja y zanahoria. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min. Néctar crudo (barra azul), néctar pasteurizado (barra roja)

En el caso *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* no se detectó presencia de este tipo de patógenos en las muestras crudas, a excepción del T6, que dio positivo en *Staphylococcus aureus*; sin embargo, luego de la pasteurización las muestras reportan ausencia patógenos, cumpliendo con los criterios microbiológicos de la norma INEN 2337.

4.1.8. Análisis sensorial

- **Parámetros hedónicos**

Dentro de los atributos sensoriales del néctar se evaluó la aceptabilidad del color de los diferentes tratamientos. Según los resultados obtenidos los catadores identificaron dos grupos de muestras, el primer grupo compuesto por los tratamientos T1, T2 y T3 y el segundo los tratamientos T4, T5, T6 y Control, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre grupos. De acuerdo a la apreciación de los catadores el color de los néctares del primer grupo no presentó características agradables ni desagradables. Sin embargo el segundo grupo presenta características similares al tratamiento control. La apreciación de los catadores contrasta con los resultados fisicoquímicos presentados en croma y tono, corroborando los resultados del trabajo presentado por **Min et al. (2003)** quienes indicaron que al aplicar tratamiento térmico (90 °C/ 90 seg) en un jugo de naranja recién exprimido se genera un efecto negativo sobre sus propiedades sensoriales, frente a las de un jugo de naranja fresco.

La aceptabilidad del olor presentó un comportamiento diferente respecto al color puesto que los catadores no evidenciaron un efecto significativo ($p > 0,05$) del tipo de tratamiento térmico sobre este parámetro. Sin embargo, el rango de variación es muy amplio en todos los casos y según los resultados obtenidos, todos los tratamientos tuvieron un olor similar al control (néctar crudo). Este comportamiento se repitió en el resto de parámetros hedónicos como: sabor ($p > 0,05$), textura ($p > 0,05$) y aceptabilidad ($p > 0,05$), lo que puede atribuirse a la relación que existe entre la degradación del olor y el sabor del jugo de naranja y zanahoria (80:20 %; v/v) al ser tratado térmicamente (**Rivas et al., 2006**).

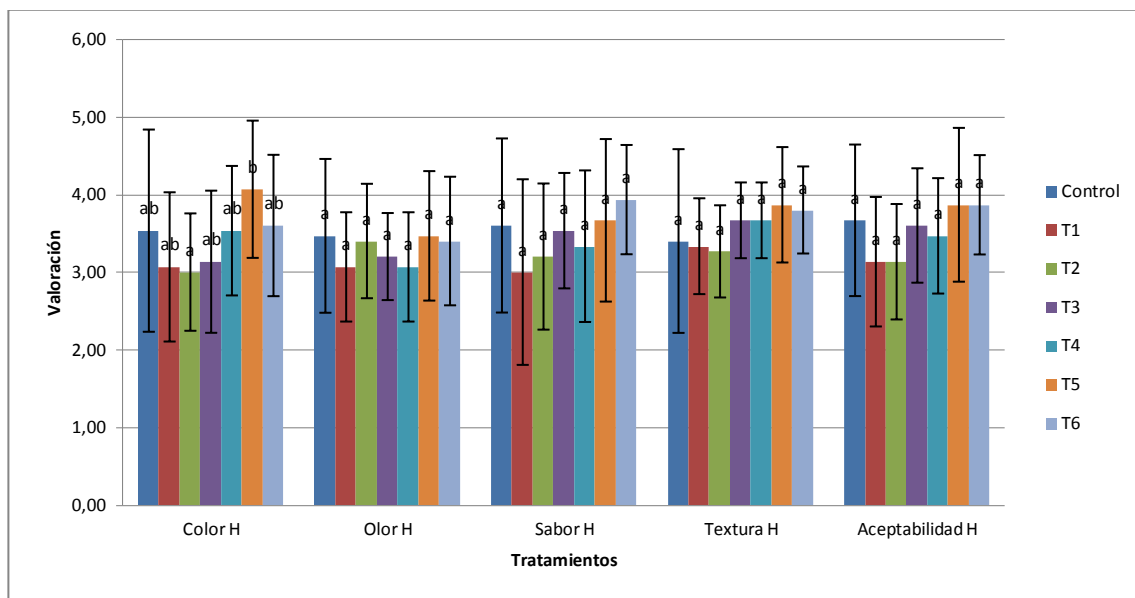


Figura 26. Evaluación hedónica de seis tratamientos de néctar de naranja y zanahoria pasteurizados al vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min

- **Parámetros descriptivos**

Dentro de los parámetros descriptivos se evaluó la intensidad de los diferentes atributos (color, olor, dulzor, acidez y textura) que puede ser percibida por un catador Figura 27. Según los resultados de la evaluación sensorial descriptiva existe una relación entre el tipo de tratamiento térmico y la intensidad de este atributo puesto que los néctares sometidos a T1 (92 °C/3,3 min) y T2 (90 °C/ 10,3 min) fueron considerados más oscuros que las muestras tratadas a 65 °C/11,4 min (T5) y 60 °C/56,6 min (T6), mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en este parámetro. Adicionalmente, las muestras sometidas a pasteurización a temperaturas bajas presentaron características similares al tratamiento control.

La intensidad del olor percibido estuvo relacionada con el tiempo de tratamiento térmico, aspecto que se aprecia en los néctares T1 (3,3, min) y T4 (2,3 min) que presentaron un aroma más intenso, que fue disminuyendo gradualmente en los tratamientos T2 (10,3 min) y T5 (11,4 min) hasta hacerse poco perceptible en los T3 (32,7 min) y T6 (56,6 min). Las muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$)

en este parámetro, sin embargo los catadores establecieron que el aroma de la muestra control resultó poco perceptible.

La intensidad del dulzor de los diferentes tratamientos no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) y según la evaluación sensorial, todas las muestras fueron poco dulces presentando similitud con el tratamiento s control. En la acidez se observó el mismo comportamiento que en el parámetro dulzor ($p>0,05$), sin embargo, los catadores manifestaron que las muestras presentaban una intensidad media (ni muy dulce, ni poco dulce), al igual que el tratamiento control.

En la textura se observó la existencia de un efecto estadísticamente significativo ($p<0,05$) de la pasteurización al vacío con respecto al tratamiento control. Las muestras de néctar pasteurizado presentaron mayor viscosidad (dificultad en el momento de la deglución) que la muestra cruda.

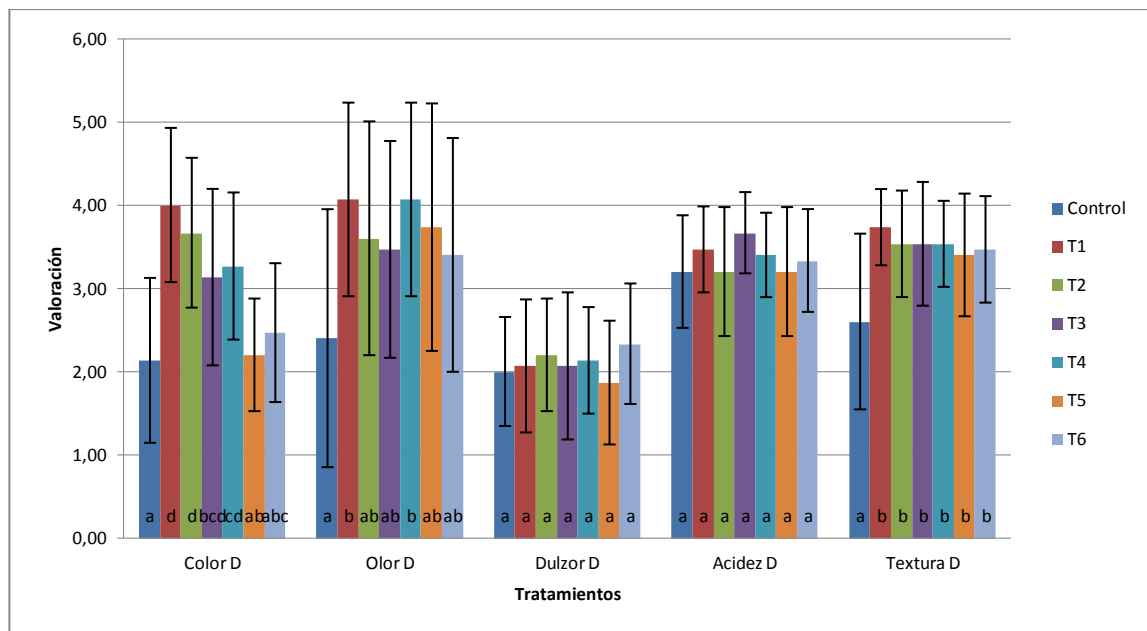


Figura 27. Evaluación sensorial descriptiva de los néctares procesados mediante cocción a vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min

4.1.9. Vida útil

El control microbiológico de los diferentes tratamientos se realizó durante 30 días de almacenamiento ($6 \pm 0,6$ °C) en función de tres microorganismos indicadores: aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Según los resultados del contenido de mesófilos aerobios totales presentados en la Figura 28.

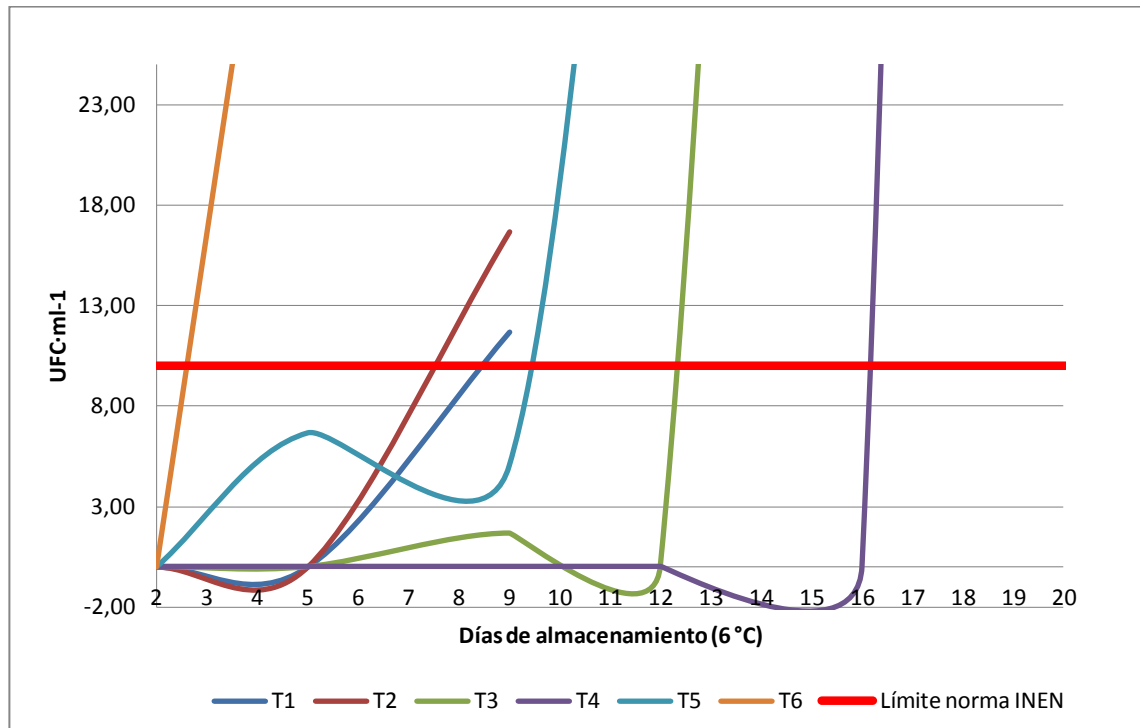


Figura 28. Evolución del contenido de microorganismos aerobios mesófilos totales en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min

Los T3 y T4 presentaron una vida útil de 16 y 19 días, respectivamente. Fueron seguidos por los néctares T5, T1, T2 y T6 con 12, 9, 9 y 5 días, en ese orden. **Aarnisalo et al. (2006)** mencionan que este tipo de microorganismos son empleados como indicadores de malas prácticas de higiene en las industrias agroalimentarias, lo mismo es señalado por **Juvonen et al. (2011)** quienes indican que la presencia de bacterias revelan una pobre higiene. **Min et al. (2003)**, al almacenar jugo de naranja a 4 °C por 196 días, observaron que el tratamiento térmico aplicado al jugo (90 °C por 90 segundos) permitió

fijar la carga microbiana del producto en un nivel menor a $1 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ durante todo el almacenamiento.

Los resultados obtenidos en la investigación difieren del trabajo presentado por **Min et al. (2003)** quienes determinaron que luego de la pasteurización de jugo de naranja ($90 \text{ }^\circ\text{C}/ 90 \text{ seg}$) y almacenado a $4 \text{ }^\circ\text{C}$, la muestra alcanzó 196 días de vida útil alcanzando menos de $1 \text{ log UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ de AM. **Jia et al. (1999)**, presentaron un trabajo similar ($90 \text{ }^\circ\text{C}/ 1 \text{ min}$) para jugo de naranja, logrando reducir la carga microbiana desde $4 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ hasta $< 1 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ con una vida útil de 42 días de almacenamiento a $4 \text{ }^\circ\text{C}$. La variación en los resultados puede atribuirse al tipo de tecnología para la aplicación del tratamiento térmico (pasteurizador de placas) y las condiciones de almacenamiento de la muestra, por lo que se prolonga el tiempo de vida útil del producto. Por otro lado, el tipo de materia prima empleada para la elaboración del jugo (un jugo de naranja de mayor acidez que la mezcla de naranja, zanahoria y agua) lo que permite que el crecimiento microbiano sea mayor. Sin embargo, **Jain et al. (2003)** establecieron que el jugo pasteurizado a $82 \text{ }^\circ\text{C}$ por 3 segundos y almacenado a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ apenas alcanzó 12 horas de vida útil.

En base al número de unidades propagadoras de mohos, los néctares desarrollados superaron los 30 días de almacenamiento a $6 \pm 0,6^\circ\text{C}$ los límites (INEN 2337) a excepción del T6 que alcanzó una vida útil de 26 días (Figura 29). De igual manera, **Jia et al. (1999)** consiguieron reducir la carga microbiana de mohos y levaduras hasta $4 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ al aplicar pasteurización a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ durante un min, alcanzando una vida útil de 42 días ($<1 \text{ UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$).

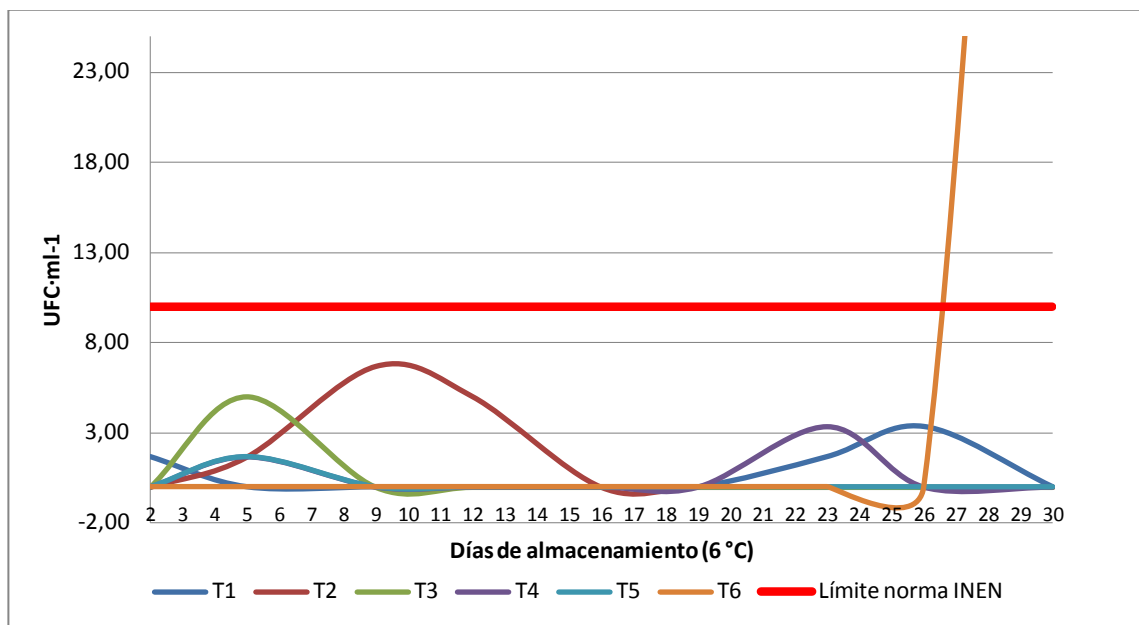


Figura 29. Evolución del contenido de mohos en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. **T1:** 92 °C/3,3 min; **T2:** 90 °C/10,3 min; **T3:** 88 °C/32,7 min; **T4:** 70 °C/2,3 min; **T5:** 65 °C/11,4 min; **T6:** 60 °C/56,6 min

Por el contrario, el tratamiento (82 °C/ 3 seg) aplicado por **Jain et al. (2003)** no fue efectivo en la reducción de la población de mohos y levaduras empezando su desarrollo 6 horas después del procesamiento. En relación a la termorresistencia microbiana las levaduras presentan una alta tolerancia a temperaturas elevadas más que los mohos por lo que al aplicar temperaturas por encima de los 65 °C en los tratamientos térmicos se consiguió eliminar la carga microbiana de mohos por un tiempo mayor que el tratamiento T6, que aplicaba una temperatura de 60 °C. Además, al no presentarse consumo en los sólidos solubles totales y al no presentarse variaciones significativas en la acidez titulable del néctar, se puede decir que no existió un desarrollo de este tipo de microorganismos que, por lo general, consumen una gran cantidad de nutrientes en relación a otros.

Los tratamientos T1 y T3 permitieron ralentizar de mejor manera el crecimiento de levaduras alcanzando 23 días de almacenamiento según el criterio microbiológico de la norma INEN 2337 (Figura 30). Sin embargo, los tratamientos T2, T4, T5 y T6 no superaron los nueve días de almacenamiento. Según **Min et al. (2003)** al pasteurizar el jugo de naranja a 90 °C por 90 segundos y almacenarlo a 4 °C se consiguió que el jugo

tuviera una vida útil de 196 días con una carga microbiana de mohos y levaduras menor a $1 \log \text{UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$.

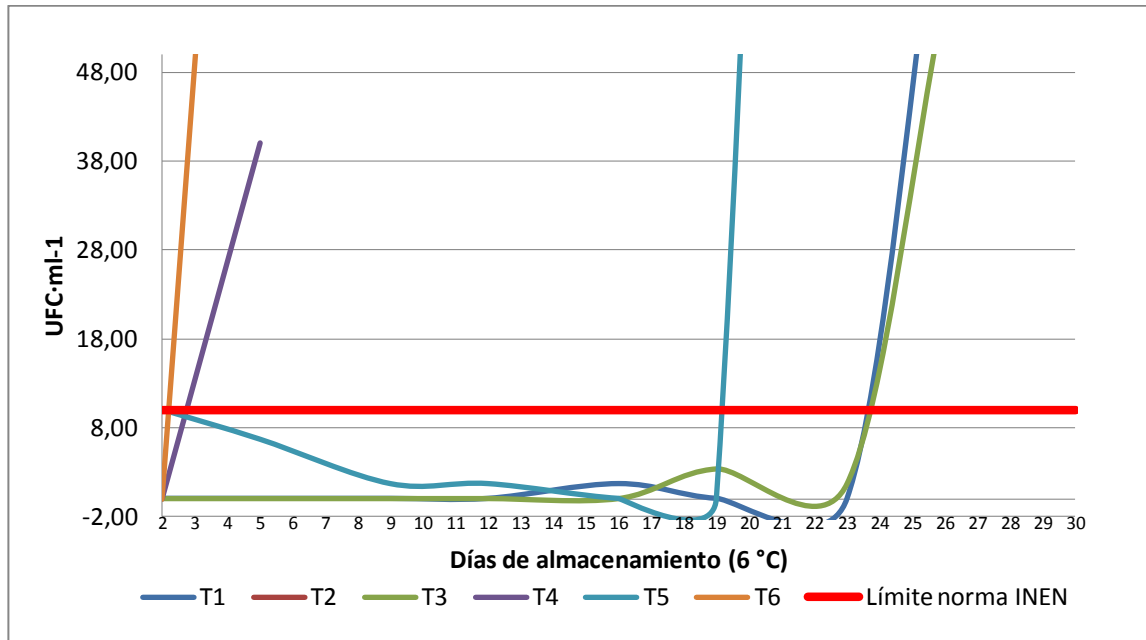


Figura 30. Evolución del contenido de levaduras en néctares de naranja y zanahoria, tratados por cocción a vacío. T1: 92 °C/3,3 min; T2: 90 °C/10,3 min; T3: 88 °C/32,7 min; T4: 70 °C/2,3 min; T5: 65 °C/11,4 min; T6: 60 °C/56,6 min

La variación entre los resultados presentados por este autor y los obtenidos en la investigación puede atribuirse a la termorresistencia de este tipo de microorganismos. **McAlister y Finkelstein (1980)**, explican que la termorresistencia que presentan las levaduras se debe a que, por su estructura molecular, este tipo de microorganismos están conformados por proteínas resistentes al calor, a diferencia de otros tipos de microorganismos con otra conformación proteica. Por otro lado la refrigeración a 4 °C influye en la estructura celular de los microorganismos de manera que ralentiza más su metabolismo. En efecto, al tener estos un tamaño muy pequeño, su citoplasma tiende a congelarse incluyendo las proteínas que conforman la estructura celular de los mismos. Esto, si bien no los mata, puede frenar todas sus actividades biológicas. Las letalidades térmicas aplicadas en los tratamientos térmicos fuertes y los tratamientos térmicos

suaves estaban diseñadas para reducir 5 unidades logarítmicas de un microorganismo objetivo en cuestión, consiguiéndose su eliminación. Sin embargo en los productos elaborados a base de frutas y vegetales no solamente existen un tipo de microorganismo sino varios y dentro de esos tipos de microorganismos (mohos, levaduras, bacterias) existen diferentes géneros y especies de características termorresistentes particulares, por lo que es importante estimar qué microorganismo preeminente podría existir en el producto a elaborar de la manera más precisa para conseguir resultados más efectivos, con el criterio de elegir el microorganismo más termorresistente presente.

4.1.10. Cálculo de costos de producción

Tabla 4. Cálculo de materias primas para formular 400 L de néctar de naranja y zanahoria

| | | Volumen | Mezcla (°Brix) | Rendimientos (%) |
|--------------------------------|-----------|----------------|-----------------------|-------------------------|
| Formulación néctar | L | 400 | 4 | |
| | | % | total | |
| Zumo de naranja | kg | 25 | 100 | 50,82 |
| Zumo zanahoria | kg | 25 | 100 | 48,32 |
| Agua mineral purificada | kg | 50 | 200 | |
| Azúcar | kg | 15 °Brix | 59,2 | |
| | | Total | 459,2 | |

Tabla 5. Costo de materiales directos

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total |
|-------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------|
| Zumo de naranja | kg | 196,77 | 0,75 | 147,58 |
| Zumo zanahoria | kg | 206,95 | 1,25 | 258,69 |
| Agua mineral purificada | L | 200 | 0,20 | 40,00 |
| Azúcar | kg | 59,2 | 0,80 | 47,36 |
| | | | Total | 493,63 |

Tabla 6. Costo de materiales indirectos

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total |
|-------------------|---------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Envases de vidrio | 1 | 1509 | 0,33 | 498,11 |

Tabla 7. Costo de insumos

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total |
|-----------------|---------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Agua potable | m3 | 0,15 | 0,75 | 0,11 |
| Luz eléctrica | kW·hora | 257,6 | 0,09 | 23,4 |
| | | | Total | 23,6 |

Tabla 8. Costo de reparación y mantenimiento

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total |
|-----------------|---------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Equipamiento | unidad | 2% | | 13,09 |

Tabla 9. Costo de equipos empleados

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total (IVA incl) |
|------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| Equipo polivalente de concentrados | Unidad | 1 | 137000,00 | 156180,00 |
| Exprimidor de zumo de naranja | Unidad | 1 | 300,00 | 342,00 |
| Extractor de vegetales | Unidad | 1 | 500,00 | 570,00 |
| | | | Total | 157092,00 |

Tabla 10. Costo de amortización de equipos y alquileres

| Concepto | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Total |
|------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Equipo polivalente de concentrados | unidad | 1 | 65,08 | 65,08 |
| Exprimidor de zumo de naranja | Unidad | 1 | 0,71 | 0,71 |
| Extractor de vegetales | Unidad | 1 | 1,19 | 1,19 |
| Alquiler Nevera | Unidad | 1 | 1,00 | 1,00 |
| | | | Total/Año | 67,98 |

Tabla 11. Tiempo de depreciación de equipos

| Depreciación | Años |
|------------------------------------|-------------|
| Equipo polivalente de concentrados | 10 |
| Exprimidor de zumo de naranja | 2 |
| Extractor de vegetales | 2 |






Tabla 12. Costo de mano de obra empleada

| Operario | Salario (USD) |
|----------|---------------|
| 1 | 12,2 |

Tabla 13. Costo de elaboración del néctar de naranja y zanahoria

| | Costos | |
|---|-------------|-----------|
| | Fijos | Variables |
| Materiales directos | | 493,63 |
| Materiales indirectos | | 498,11 |
| Mano de Obra | | 12,20 |
| Insumos | 23,55 | |
| Reparación y Mantenimiento | 13,09 | |
| Equipos (Amortización + Alquileres) | 67,98 | |
| Costos fijos + Costos variables | 104,62 | 1003,94 |
| Subtotal (Costos fijos+ costos variables) | 1108,57 | |
| 15% participación trabajadores | 166,28 | |
| 25% Impuesto a la renta | 277,14 | |
| Total de costo de Funcionamiento/ día | 1551,99 | |
| Total de unidades producidas/ día | 1837 | |
| Costo unitario/Botella de 260 mL | 0,84 | |

Tabla 14. Jugos y néctares comercializados expendidos en el Supermercado Tía

| Marca | Jugo Real | Jugo Refresh | Néctar Natura | Néctar Deli | Néctar Sunny |
|---------------------|---|---|--|---|---|
| Imagen |  |  |  |  |  |
| Volumen (ml) | 1000 | 300 | 1000 | 200 | 250 |
| Costo | 1,68 | 0,89 | 2,28 | 0,45 | 0,75 |
| Costo para 260 (ml) | 0,44 | 0,77 | 0,59 | 0,59 | 0,78 |

Fuente: <https://www.corporativo.tia.com.ec/proveedor/producto/lista?page=29>

Se investigaron los precios de jugos y néctares comerciales con la finalidad de conocer que tan competitivo podía ser el néctar elaborado a base naranja y zanahoria. Se tiene conocimiento de que el costo del néctar de naranja y zanahoria es de 0,84 dólares, este precio es mayor en relación a los jugos y néctares comerciales que se encuentran en el mercado, sin embargo hay que tomar en cuenta varios detalles que estos jugos comerciales no poseen. El primero es que la tecnología de fabricación de estos jugos consiste en la pasteurización térmica sin vacío lo que produce que varias propiedades fisicoquímicas y sensoriales se vean alteradas, además del hecho de que pasteurizar el jugo a altas temperaturas repercute en el contenido inicial de vitamina C presente en las frutas, mientras que la pasteurización al vacío ejerce una disminución menor en el contenido de vitamina C del néctar. Por otro lado para abaratar costos estos jugos comerciales son elaborados con frutas y azúcares de menor costo que, si bien el consumidor no puede confirmar, este hecho hace que los nutrientes que posee el néctar se vean reducidos en relación a una fruta de calidad. Otro punto importante es el que el néctar elaborado en la investigación contiene zanahoria por lo que el néctar podría contener muchos más nutrientes que la vitamina C.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

- Las propiedades fisicoquímicas croma ($p=0,0184$) y porcentaje de retención de vitamina C posterior al procesamiento ($p=0,0196$) presentaron diferencias estadísticamente significativas al aplicar cada tratamiento térmico, aceptándose la hipótesis alternativa;
- El pH ($p=0,0535$), contenido de sólidos solubles totales ($p=0,1176$), acidez titulable ($p=0,7969$), tono ($p=0,1461$), índice de oscurecimiento ($p=0,2286$) y porcentaje de retención de vitamina C posterior al almacenamiento ($p=0,9413$) no presentaron un efecto estadísticamente significativo de los néctares sometidos a los tratamientos estudiados, aceptándose la hipótesis nula.

- Las propiedades descriptivas como: color ($p=0,0000$), olor ($p=0,0224$) y la textura ($p=0,0012$) se vieron influenciadas por el tipo tratamiento térmico cambiando la intensidad de estos atributos, aceptándose, por lo tanto, la hipótesis nula.
- El parámetro hedónicos color ($p=0,0348$) presentó cambios estadísticamente significativos entre muestras por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, mientras que para el olor ($p=0,5664$), sabor ($p=0,1731$), textura ($p=0,1304$), aceptabilidad ($p=0,0571$) y dulzor ($p=0,7220$) no hubo diferencias entre las preferencias de los catadores por algún tratamiento en particular, aceptándose la hipótesis nula.
- Se acepta la hipótesis alternativa según la cual, existen diferencias significativas entre la vida útil de los néctares sometidos a los diversos tratamientos térmicos, demostrándose que, para una letalidad equivalente, hay ciertas combinaciones tiempo/temperatura más beneficiosas que otras.

CAPÍTULO V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se observó que las propiedades claramente influenciadas en su comportamiento por los tratamientos térmicos en presencia de vacío fueron: croma, la retención de vitamina C del néctar crudo, el color hedónico (la preferencia que tiene el catador hacia el color del néctar tratado), el color descriptivo, el olor descriptivo, la textura descriptiva y la calidad microbiológica.
- Todos los microorganismos patógenos fueron controlados de manera que el alimento se pudo considerar inocuo tras ser procesado térmicamente.
- Los microorganismos de control tuvieron un desarrollo distinto dependiendo del tratamiento que aplicado.
- Indistintamente de los tratamientos térmicos aplicados, se consiguió reducir al principio la carga microbiana de todos los microorganismos en todos los tratamientos pero, con el pasar del tiempo se observó un desarrollo de aerobios mesófilos, mohos y levaduras.
- El tiempo y temperatura óptimo de tratamiento fue el tratamiento térmico T3 que consistió en la aplicación de 88 °C por un tiempo de 32,67 minutos y un vacío de -0,34 bares, obteniéndose con el mismo una vida útil del néctar de 12 días libre de aerobios mesófilos, 30 días libre de mohos y 23 días libre de levaduras.
- Se encontró que el néctar de naranja y zanahoria crudo presentó un pH entre 4,1 a 4,4, un contenido de sólidos solubles totales entre 14.1 y 15.7, una acidez titulable entre 0,14 a 0,23, un contenido de vitamina C entre 11,3 a 14,5 g·100 ml⁻¹.

- Se apreció que el néctar crudo poseía una carga microbiana alta de coliformes, aerobios mesófilos y levaduras presentando una carga microbiana nula o mínima de *S. aureus*, *E. Coli*, *L. monocytogenes* y mohos.
- El néctar cocido poseyó propiedades fisicoquímicas similares al néctar crudo en cuanto a sólidos solubles totales (14,7-16,6), acidez titulable (0,14-0,24), pH (4,2-4,4), no presento formación apreciable de 5-hidroximetilfurfural, pero si existió una pérdida de vitamina C dependiente del tratamiento.
- Se observó que los néctares tratados a temperaturas con T5 y T6 presentaron una mejoría en el color con respecto al néctar crudo
- En lo que respecta a sabor los tratamientos T5 y T6 brindaron excelentes resultados mejorando el sabor respecto al producto crudo.
- La textura mejoró al aplicar T3, T4, T5 y T6 con respecto al néctar crudo, aunque se observó que todos los tratamientos térmicos hicieron que la fluidez aumentara en los néctares en relación al néctar crudo.
- La aceptabilidad general de los néctares cocidos fue mejor para los tratamientos T3, T5 y T6.
- En lo que se refiere a los atributos descriptivos se observó que el color impartido por el T5 fue similar al color del néctar original.
- En relación al olor, los tratamientos de tiempos cortos T1 y T4 presentaron una mejora en la percepción del olor preservando los compuestos volátiles del néctar al ser cocido;
- En cuanto al dulzor, los tratamientos más parecidos al control fueron T1 y T3, mientras que la sensación de acidez del néctar crudo fue mejor preservada por los tratamientos T2 y T5 en cuanto a la textura
- El costo unitario de producción del néctar bajo la mejor combinación tiempo/temperatura resultó ser de 0,84 dólares por botella de 260 ml de néctar que resultaría aceptable para un néctar de calidad sin preservantes con un alto contenido de vitamina C de características similares a un néctar recién exprimido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un sistema de identificación de las especies predominantes en los néctares crudos y cocidos, para mejorar la eficiencia de los procesos térmicos y poder validar su efectividad;
- Se recomienda incorporar al módulo polivalente LAB50 (Marca DeLorenzo) una pequeña jaula dentro de su olla de cocción a vacío para poder efectuar procesados con un volumen de producto mínimo y de carácter más aséptico.
- Se recomienda la sustitución de las técnicas analíticas semicuantitativas (vitamina C y HMF) por otras más precisas, cuando se pretendan detectar diferencias reducidas de dichos componentes;
- Se recomienda incorporar al conjunto de técnicas analíticas la determinación del grado de inactivación de la enzima pectinmetilesterasa (PME) y polifenoloxidasas (PPO), debido a su contribución a los cambios de color estudiados;
- Se sugiere la implementación de un sistema de filtración de agua que permita asegurar el uso del equipo polivalente sin riesgo de avería prematura, debido a la excesivo contenido de sólidos disueltos que contiene.
- Debido al elevado pH del agua disponible, en la planta piloto, se recomienda la acidificación del agua destinada a la desinfección de la materia prima mediante cloración, con el objetivo de hacerla plenamente eficiente;
- Se recomienda investigar el efecto de los tratamientos térmicos estudiados en el contenido de carotenoides totales, debido a su contribución al color del néctar.
- Para evitar el efecto distorsionador que provoca el empleo de diferentes lotes de materia prima, se recomienda reducir la cantidad de jugo a elaborar, de forma que se pueda llevar a cabo el máximo número de tratamientos en el mismo bloque experimental

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. BIBLIOGRAFÍA

3M. (2016). Guías de interpretación 3M Petrifilm. http://solutions.3m.co.uk/wps/portal/3M/en_GB/FoodSafetyEU/FoodSafety/EducationTraining/BrochuresDownloads/PetrifilmInterpretationGuides/.

Aarnisalo, K., Tallavaara, K., Wirtanen, G., Maijala, R., y Raaska, L. (2006). The hygienic working practices of maintenance personnel and equipment hygiene in the Finnish food industry. *Food Control*, 17(12), 1001-1011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.07.006>

Abraham, K., Gurtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A., y Appel, K. (2011). Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. *Molecular Nutrition and Food Research*, 55, 667-678.

Aguilar-Rosas, S. F., Ballinas-Casarrubias, M. L., Nevarez-Moorillon, G. V., Martin-Belloso, O., y Ortega-Rivas, E. (2007). Thermal and pulsed electric fields pasteurization of apple juice: Effects on physicochemical properties and flavour compounds. *Journal of Food Engineering*, 83(1), 41-46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.12.011>

Alonzo, A., Marauly, P., y Kathrina, C. (2015). Thermal death times of acid-habituated *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* in selected fruit beverages. *Food Control*, 55, 236-241.

- Anthon, G. E., Sekine, Y., Watanabe, N., y Barrett, D. M. (2002). Thermal Inactivation of Pectin Methyltransferase, Polygalacturonase, and Peroxidase in Tomato Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6153-6159. doi: 10.1021/jf020462r
- Ashurst, P. (2005). Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. En B. publishing (Ed.), *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices* (Vol. 2, pp. 286): Blackwell publishing.
- Batt, C. A., y Tortorello, M. L. (2014). Encyclopedia of Food Microbiology. En C. A. Batt (Ed.), (Second ed., Vol. 1, pp. 994).
- Bull, M. K., Zerdin, K., Howe, E., Goicoechea, D., Paramanandhan, P., Stockman, R., Sellahewa, J., Szabo, E. A., Johnson, R. L., y Stewart, C. M. (2004). The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(2), 135-149. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2003.11.005>
- Burbano, J. (2015). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (Ananas comosus L.), naranjilla (Solanum quitoense Lam.) y borojó (Borojoa patinoi Cuatrec.)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Burdurlu, H. S., Koca, N., y Karadeniz, F. (2006). Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of Food Engineering*, 74(2), 211-216. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.026>
- Cortés, C., Esteve, M. J., y Frígola, A. (2008). Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food Control*, 19(2), 151-158. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.001>

- Custode, C. (2015). *Estudio comparativo entre la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un néctar a base de maracuyá (Passiflora edulis Sims.), zanahoria (Daucus carota L.) y noni (Morinda citrifolia L.)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11973> (AL 566)
- Choi, M. H., Kim, G. H., y Lee, H. S. (2002). Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International*, 35(8), 753-759. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00071-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00071-6)
- FAOSTAT. (2015a). Carrot production around South America since 2010 to 2013. Retrieved 08/08/2016, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- FAOSTAT. (2015b). Carrot production in Ecuador since 2010 to 2013. Retrieved 08/08/2016
- FAOSTAT. (2015c). Food and agriculture organization of the United Nations Statistics Division. Crops of carrots produced in Ecuador since 2009 to 2013. Retrieved 2015/10/11, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- FAOSTAT. (2015d). Food and agriculture organization of the United Nations Statistics Division. Crops of oranges produced in Ecuador since 2009 to 2013. Retrieved 2015/10/09, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- FAOSTAT. (2015e). Food and agriculture organization of the United Nations Statistics Division. Detailed trade matrix of carrots in Ecuador since 2009 to 2013. Retrieved 2015/10/11, from <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/S>

- FAOSTAT. (2015f). Food and agriculture organization of the United Nations Statistics Division. Detailed trade matrix of oranges in Ecuador since 2009 to 2013. Retrieved 2015/10/09, from <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/S>
- FAOSTAT. (2015g). Food and agriculture organization of the United Nations Statistics Division. Food supply quantity and food supply of oranges in Ecuador since 2009 to 2013. Retrieved 2015/10/12, from <http://faostat3.fao.org/browse/FB/CC/E>
- FAOSTAT. (2015h). Orange production around South America since 2010 to 2013. Retrieved 08/08/2016, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- FAOSTAT. (2015i). Orange production in Ecuador since 2010 to 2013. Retrieved 08/08/2016, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- FDA. (2001). Guidance for Industry: The Juice HACCP Regulation - Questions & Answers. Retrieved 2015/10/15, from <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/Juice/ucm072981.htm>
- Finlayson, y Schaefer. (2001). Hue that is invariant to brightness and gamma. *12th British Machine Vision Conference*.
- Gentry, T. S., y Roberts, J. S. (2004). Formation kinetics and application of 5-hydroxymethylfurfural as a time–temperature indicator of lethality for continuous pasteurization of apple cider. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(3), 327-333. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2004.03.005>
- Holdsworth, S. D., y Simpson, R. (2007). *Thermal Processing of Packaged Foods* (2 ed.).

- Hounhouigan, M. H., Linnemann, A. R., Soumanou, M. M., y Van Boekel, M. A. J. S. (2014). Effect of Processing on the Quality of Pineapple Juice. *Food Reviews International*, 30(2), 112-133. doi: 10.1080/87559129.2014.883632
- IFT/FDA. (2001). *Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods*. (4). United States: Food Science and Food Safety Retrieved from <http://foodsci.rutgers.edu/schaffner/pdf%20files/Busta%20CRFSFS%202003.pdf>
- Igual, M., García-Martínez, E., Camacho, M. M., y Martínez-Navarrete, N. (2010). Effect of thermal treatment and storage on the stability of organic acids and the functional value of grapefruit juice. *Food Chemistry*, 118(2), 291-299. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.118>
- INEC. (2015). *Índices de producción industrial y volumen industrial*.
- INEN (2006). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP (pp. 6).
- INEN (2008). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2337. Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos (pp. 15). Quito-Ecuador.
- INEN (2013a). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 750. Productos vegetales y de frutas-Determinación de la acidez titulable (IDT). (pp. 9). Quito-Ecuador.
- INEN (2013b). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 1842. Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH (IDT) (pp. 4). Quito-Ecuador.

- INEN (2013c). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2173. Productos vegetales y de frutas. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico (IDT) (pp. 9). Quito-Ecuador.
- INEN (2013d). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10. Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. (pp. 6).
- Jain, S., Sankhla, A., Dashora, P. K., y Sankhla, A. K. (2003). Effect of pasteurization, sterilization and storage conditions on quality of sweet orange (mosambi) juice. *Journal of Food Science and Technology*, 40(6), 656-659.
- Jia, M., Howard Zhang, Q., y Min, D. B. (1999). Pulsed electric field processing effects on flavor compounds and microorganisms of orange juice. *Food Chemistry*, 65(4), 445-451. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00186-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00186-1)
- Juvonen R, Virkajärvi V, Priha O, y Laitila A. (2011). *Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages*: VTT.
- Juvonen, R., Virkajärvi V, Priha, O., y Laitila, A. (2011). *Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages*: VTT.
- Khandpur, P., y Gogate, P. (2015). Effect of novel ultrasound based processing on the nutrition quality of different fruit and vegetable juices. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 125-136.
- Kohli, P., Kalia, M., y Gupta, R. (2015). Pectin Methylsterases: A Review. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 5(5), 5. doi: 10.4172/2155-9821.1000227
- Lee, H. S., y Coates, G. A. (2003). Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *LWT - Food Science and Technology*, 36(1), 153-156. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00087-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00087-7)

- Lee, S. K., y Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Mason J. (2008). Vitamins, trace minerals, and other micronutrients *Goldman's Cecil medicine* (24th ed., pp. 734-752). United States of America.
- McAlister, L., y Finkelstein, D. B. (1980). Heat shock proteins and thermal resistance in yeast. *Biochem Biophys Res Commun*, 93(3), 819-824.
- McLellan M, y Padilla O. (2005). *Processing Fruits Science and Technology Second Edition* (Second ed.): CRC Press.
- Merck KGaA. (2013a). Reflectoquant. Ascorbic Acid Test Method (Vol. 1.16981.0001). Darmstadt (Alemania).
- Merck KGaA. (2013b). Reflectoquant. Hydroxymethylfurfural (HMF) Test Method (Vol. 1.17952.0001). Darmstadt (Alemania).
- Min, S., Jin, Z. T., Min, S. K., Yeom, H., y Zhang, Q. H. (2003). Commercial-Scale Pulsed Electric Field Processing of Orange Juice. *Journal of Food Science*, 68(4), 1265-1271. doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb09637.x
- Nadulski, R., Grochowicz, J., Sobczak, P., Kobus, Z., Panasiewicz, M., Zawislak, K., Mazur, J., Starek, A., y Żukiewicz-Sobczak, W. (2014). Application of Freezing and Thawing to Carrot (*Daucus carota* L.) Juice Extraction. *Food and Bioprocess Technology*, 8(1), 218-227. doi: 10.1007/s11947-014-1395-6
- Nielsen, P. V., Beuchat, L. R., y Frisvad, J. C. (1988). Growth of and fumitremorgin production by *Neosartorya fischeri* as affected by temperature, light, and water activity. *Appl Environ Microbiol*, 54(6), 1504-1510.

- OIV. (2006). Determinación de las características cromáticas según CIELab (Vol. OENO 1/2006, pp. 16): Organización Internacional de la Viña y el Vino,.
- Palaniappan, S., Sastry, S., y Richter, E. (1991). Effects of Electroconductive Heat Treatment and Electrical Pretreatment on Thermal Death Kinetics of Selected Microorganisms. *Biotechnology And Bioengineering*, 39(2), 225-232.
- Perez, P., y Roussef, R. (2008). Processing and Storage Effects on Orange Juice Aroma: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9785-9796.
- Ponce J. (2011). *Estudio De Factibilidad Para La Creación De Una Empresa Dedicada A La Producción Y Comercialización De Jugos Naturales En El Distrito Metropolitano De Quito*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito.
- Ramaswamy, H. (2005). *Thermal processing of fruits* (Second ed.): CRC Press.
- Ramaswamy H. (2005). *Thermal processing of fruits* (Second ed.): CRC Press.
- Remini, H., Mertz, C., Belbahi, A., Achir, N., Dornier, M., y Madani, K. (2015). Degradation kinetic modelling of ascorbic acid and colour intensity in pasteurised blood orange juice during storage. *Food Chemistry*, 173, 665-673.
- Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G. V., y Rodrigo, M. (2006). Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *LWT - Food Science and Technology*, 39(10), 1163-1170. doi: 10.1016/j.lwt.2005.07.002
- Sádecká, J., Polovka, M., Kolek, E., Belajová, E., Tobolková, B., Daško, Ľ., y Durec, J. (2014). Orange juice with pulp: Impact of pasteurization and storage on flavour, polyphenols, ascorbic acid and antioxidant activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4), 371-388.

- Salomão, B. C. M., Slongo, A. P., y Aragão, G. M. F. (2007). Heat resistance of *Neosartorya fischeri* in various juices. *LWT - Food Science and Technology*, 40(4), 676-680. doi: 10.1016/j.lwt.2006.03.008
- Saltos, H. (2010). Mediciones Hedónicas. En E. p. Freire (Ed.), *Sensometría: Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados* (1 ed., Vol. 1, pp. 39-46). Riobamba: Saltos, Hector.
- Santhirasegaram, V., Razali, Z., George, D. S., y Somasundram, C. (2015). Comparison of UV-C treatment and thermal pasteurization on quality of Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice. *Food and Bioprocess Processing*, 94, 313-321. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2014.03.011>
- Seifter. (2008). Potassium disorders *Goldman's Cecil medicine* (24th ed., pp. 734-752). United States of America.
- Sheen, S., Tong, C.-H., Fu, Y., y Lund, D. B. (1993). Lethality of thermal processes for food in anomalous-shaped plastic containers. *Journal of Food Engineering*, 20(3), 199-213. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0260-8774\(93\)90064-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0260-8774(93)90064-Q)
- Silva, F. M., y Silva, C. L. M. (1999). Colour changes in thermally processed cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) puree: critical times and kinetics modelling. *International Journal of Food Science & Technology*, 34(1), 87-94. doi: 10.1046/j.1365-2621.1999.00246.x
- Smith, T., y Tung, M. A. (1982). Comparison of Formula Methods for Calculating Thermal Process Lethality. *Journal of Food Science*, 47(2), 626-630. doi: 10.1111/j.1365-2621.1982.tb10137.x
- Soubra, L., Sarkis, D., Hilan, C., y Verger, P. (2007). Dietary exposure of children and teenagers to benzoates, sulphites, butylhydroxyanisol (BHA) and

butylhydroxytoluen (BHT) in Beirut (Lebanon). *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 47(1), 68-77. doi: 10.1016/j.yrtph.2006.07.005

Tchango Tchango, J., Tailliez, R., Eb, P., Njine, T., y Hornez, J. P. (1997). Heat resistance of the spoilage yeasts *Candida pelliculosa* and *Kloeckera apis* and pasteurization values for some tropical fruit juices and nectars. *Food Microbiology*, 14(1), 93-99. doi: 10.1006/fmic.1996.0065

Toledo, R. (1999). Thermal Process Calculations. En D. Heldman (Ed.), *Fundamentals of Food Process Engineering* (3 ed., Vol. 1, pp. 310-336). California.

WHO/FAO. (2003). DIET, NUTRITION AND THE PREVENTION OF CHRONIC DISEASES. In 916 (Ed.), *Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases* (Vol. 1, pp. 148). Geneva, Switzerland.: WHO.

Wibowo, S., Grauwet, T., Santiago, J. S., Tomic, J., Vervoort, L., Hendrickx, M., y Van Loey, A. (2015). Quality changes of pasteurised orange juice during storage: A kinetic study of specific parameters and their relation to colour instability. *Food Chemistry*, 187, 140-151. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.131

Yadav, T. V., Choudhary, M. R., Garhwal, O. P., Mahala, P., y Ujjainiya, P. (2014). Influence of heat processing on nutritional, physico-chemical and microbial quality of carrot-fruit juice blends. *Annals of Biology*, 30(4), 711-720.

Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L., y Liao, X. (2013). Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 27-36. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2012.10.004>

Zulueta, A., Barba, F. J., Esteve, M. J., y Frígola, A. (2013). Changes in Quality and Nutritional Parameters During Refrigerated Storage of an Orange Juice-Milk Beverage Treated by Equivalent Thermal and Non-thermal Processes for Mild Pasteurization. *Food and Bioprocess Technology*, 6(8), 2018-2030. doi: 10.1007/s11947-012-0858-x

ANEXOS

Tabla 15 ANOVA para variación de pH por Ci-Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|-------------|---------------|
| Entre grupos | 0,0301611 | 5 | 0,00603222 | 3,03 | 0,0535 |
| Intra grupos | 0,0238667 | 12 | 0,00198889 | | |
| Total (Corr.) | 0,0540278 | 17 | | | |

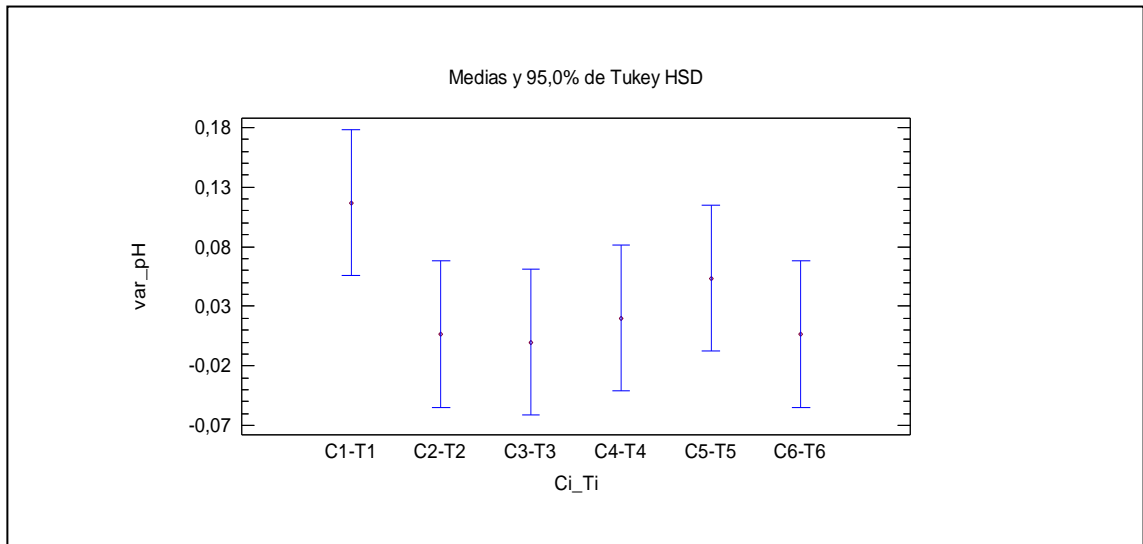


Figura 31 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de pH por Ci-Ti

Tabla 16 ANOVA para variación de sólidos solubles totales (°Brix) por Ci_Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|-------------|---------------|
| Entre grupos | 9,08044 | 5 | 1,81609 | 2,24 | 0,1176 |
| Intra grupos | 9,74513 | 12 | 0,812094 | | |
| Total (Corr.) | 18,8256 | 17 | | | |

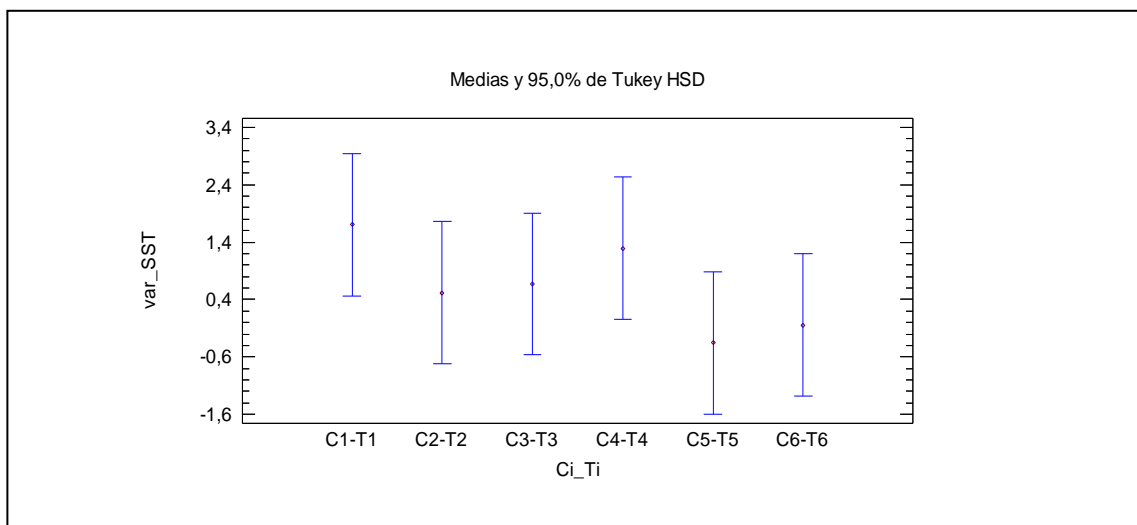


Figura 32 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de sólidos solubles totales por Ci-Ti

Tabla 17 ANOVA para variación de Ácido Cítrico (%) por Ci_Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0,00131111 | 5 | 0,000262222 | 0,46 | 0,7967 |
| Intra grupos | 0,0068 | 12 | 0,000566667 | | |
| Total (Corr.) | 0,00811111 | 17 | | | |

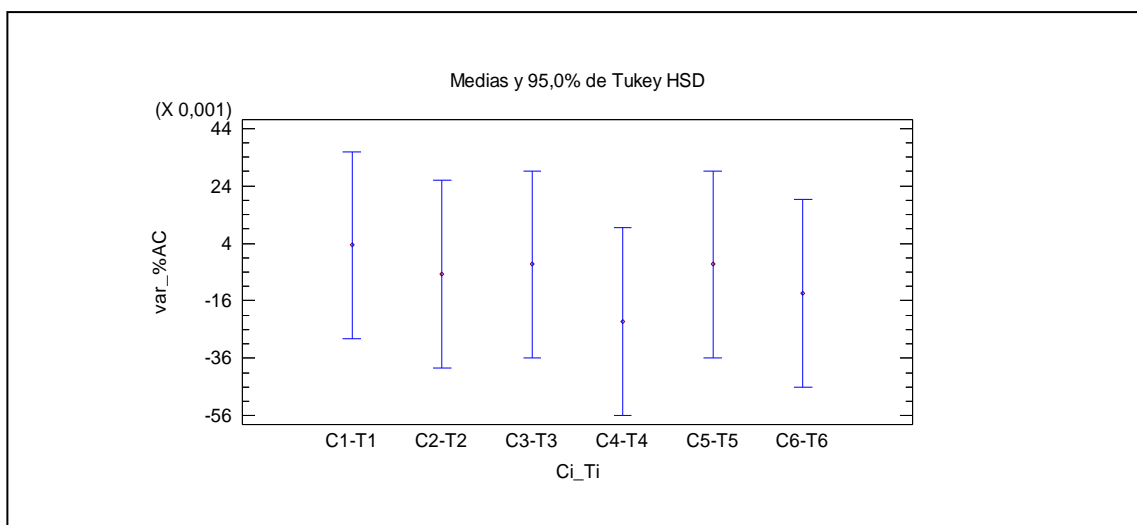


Figura 33 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de Ácido Cítrico (%) por Ci-Ti

Tabla 18 ANOVA para Retención de vitamina C después del tratamiento térmico

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 503,085 | 5 | 100,617 | 4,18 | 0,0196 |
| Intra grupos | 288,524 | 12 | 24,0437 | | |
| Total (Corr.) | 791,609 | 17 | | | |

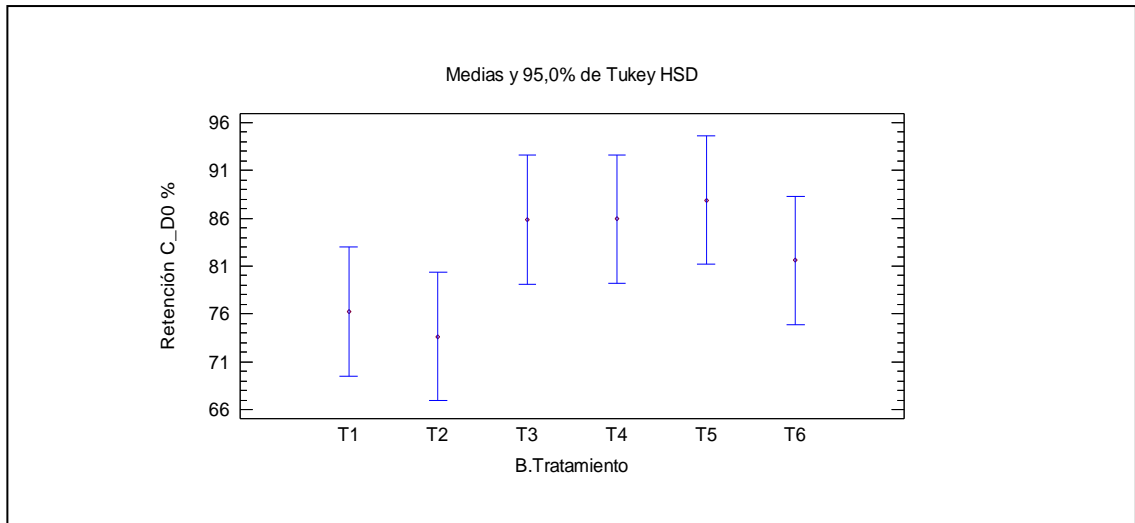


Figura 34 Medias y 95% de Tukey HSD para retención de vitamina C después del tratamiento térmico

Tabla 19 ANOVA para Retención de vitamina C después del almacenamiento (6 °C por 30 días)

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 336,433 | 5 | 67,2865 | 0,23 | 0,9413 |
| Intra grupos | 3486,82 | 12 | 290,568 | | |
| Total (Corr.) | 3823,25 | 17 | | | |

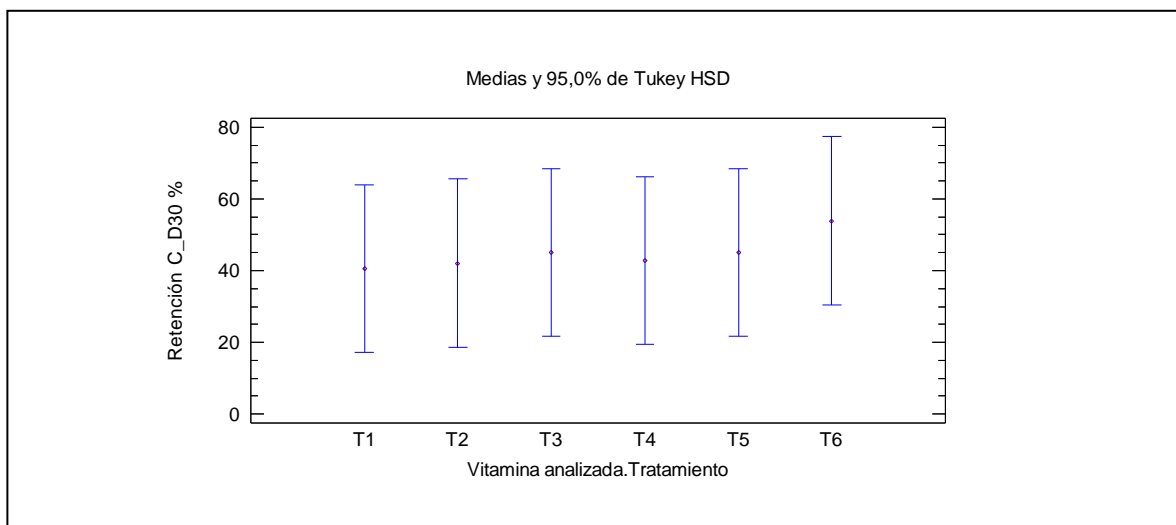


Figura 35 Medias y 95% de Tukey HSD para retención de vitamina C después del almacenamiento (6 °C por 30 días)

Tabla 20 ANOVA para variación de tono por Ci_Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 52,5739 | 5 | 10,5148 | 2,03 | 0,1461 |
| Intra grupos | 62,1406 | 12 | 5,17838 | | |
| Total (Corr.) | 114,715 | 17 | | | |

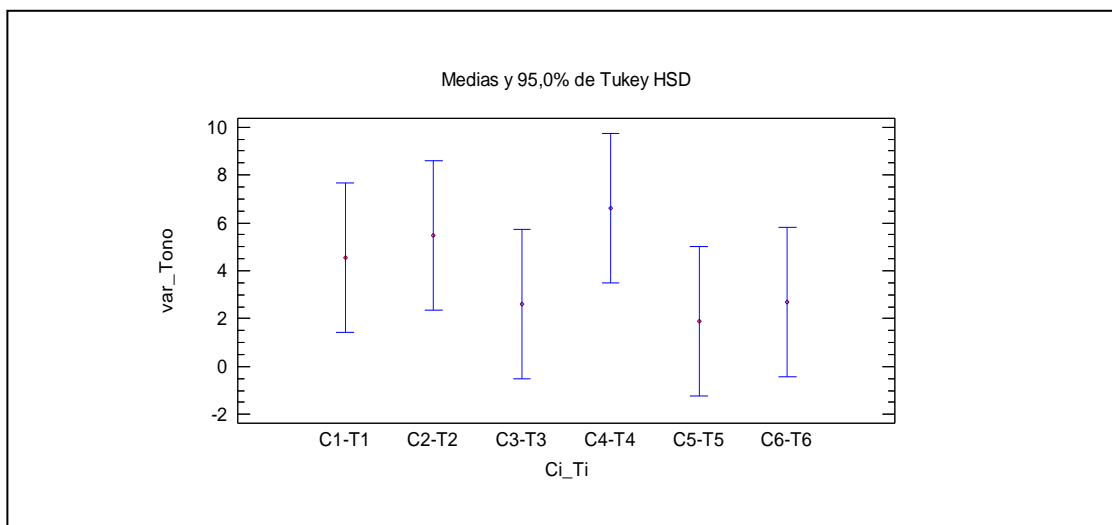


Figura 36 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de tono por Ci-Ti

Tabla 21 ANOVA para variación de cromas por Ci_Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 91,9362 | 5 | 18,3872 | 4,26 | 0,0184 |
| Intra grupos | 51,7665 | 12 | 4,31387 | | |
| Total (Corr.) | 143,703 | 17 | | | |

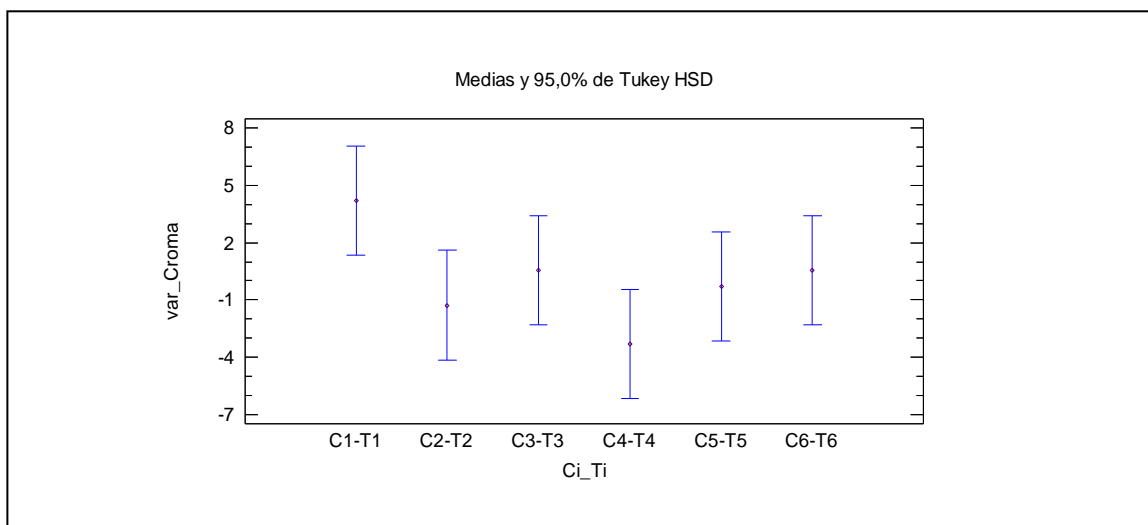


Figura 37 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de cromas por Ci-Ti

Tabla 22 ANOVA para variación de índice de oscurecimiento por Ci_Ti

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 2111,05 | 5 | 422,21 | 1,62 | 0,2286 |
| Intra grupos | 3128,96 | 12 | 260,747 | | |
| Total (Corr.) | 5240,01 | 17 | | | |

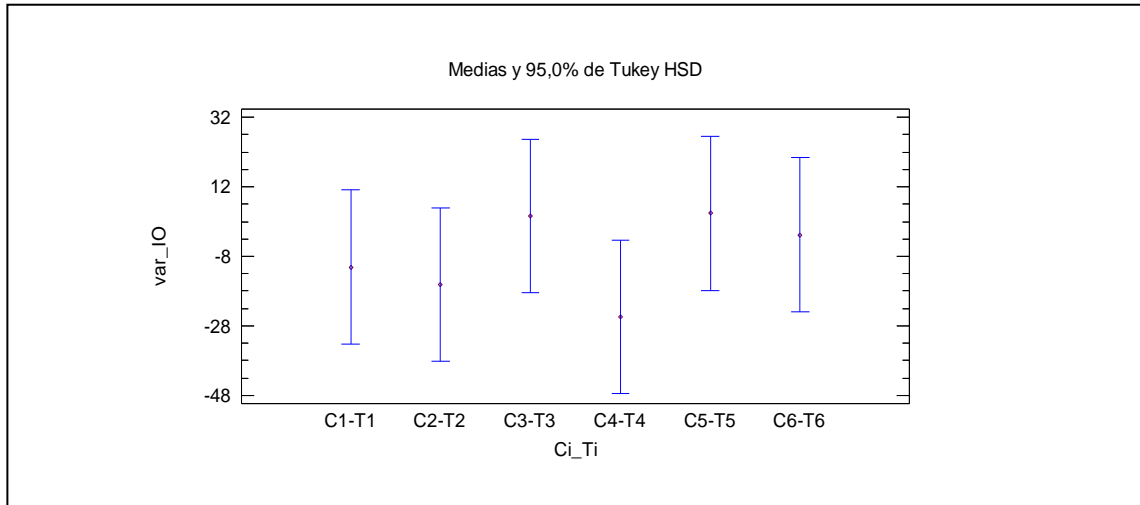


Figura 38 Medias y 95% de Tukey HSD para variación de índice de oscurecimiento por Ci-Ti

Tabla 23 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: color

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 12,8952 | 6 | 2,14921 | 2,38 | 0,0348 |
| Intra grupos | 88,6667 | 98 | 0,904762 | | |
| Total (Corr.) | 101,562 | 104 | | | |

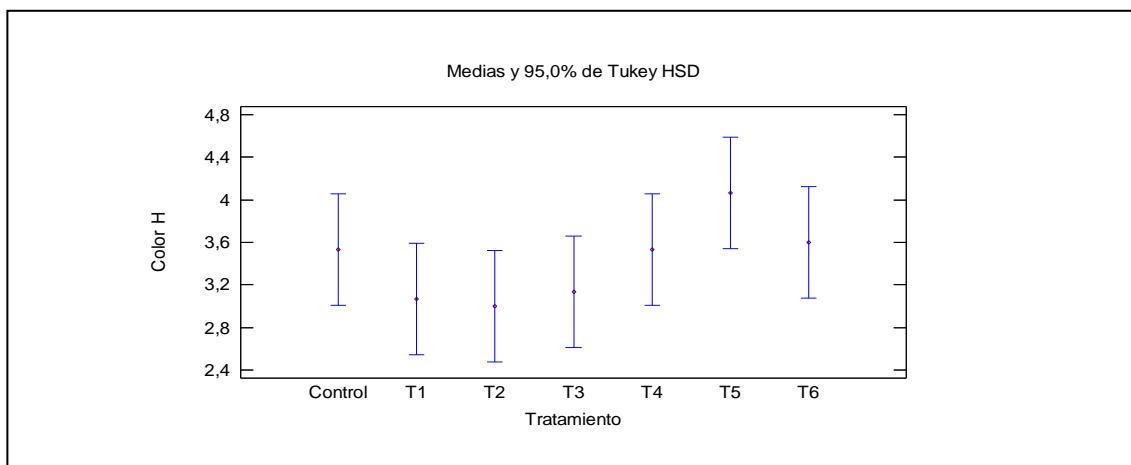


Figura 39 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: color

Tabla 24 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: olor

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 2,91429 | 6 | 0,485714 | 0,81 | 0,5664 |
| Intra grupos | 58,9333 | 98 | 0,601361 | | |
| Total (Corr.) | 61,8476 | 104 | | | |

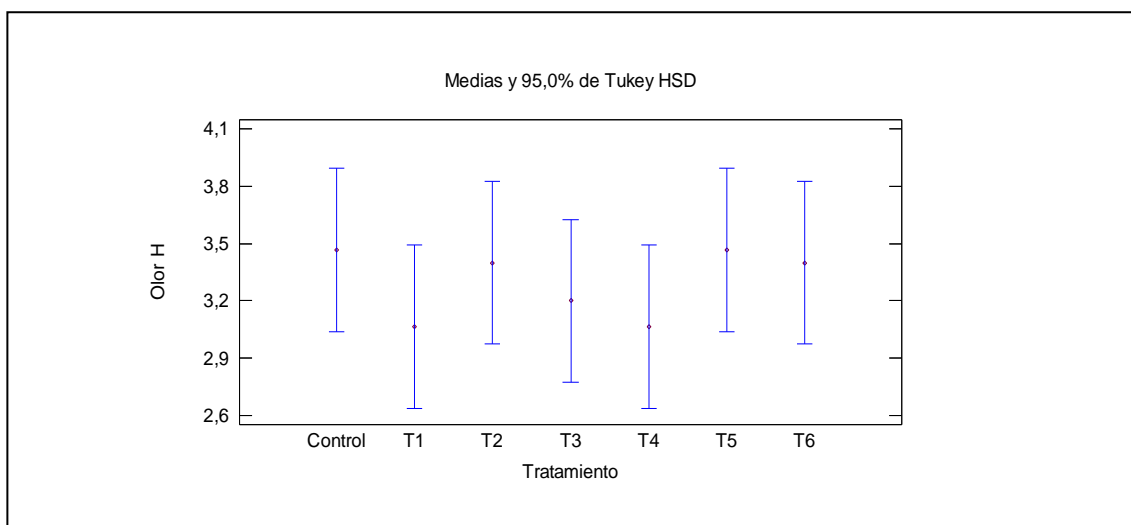


Figura 40 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: olor

Tabla 25 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: sabor

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 8,8 | 6 | 1,46667 | 1,54 | 0,1731 |
| Intra grupos | 93,3333 | 98 | 0,952381 | | |
| Total (Corr.) | 102,133 | 104 | | | |

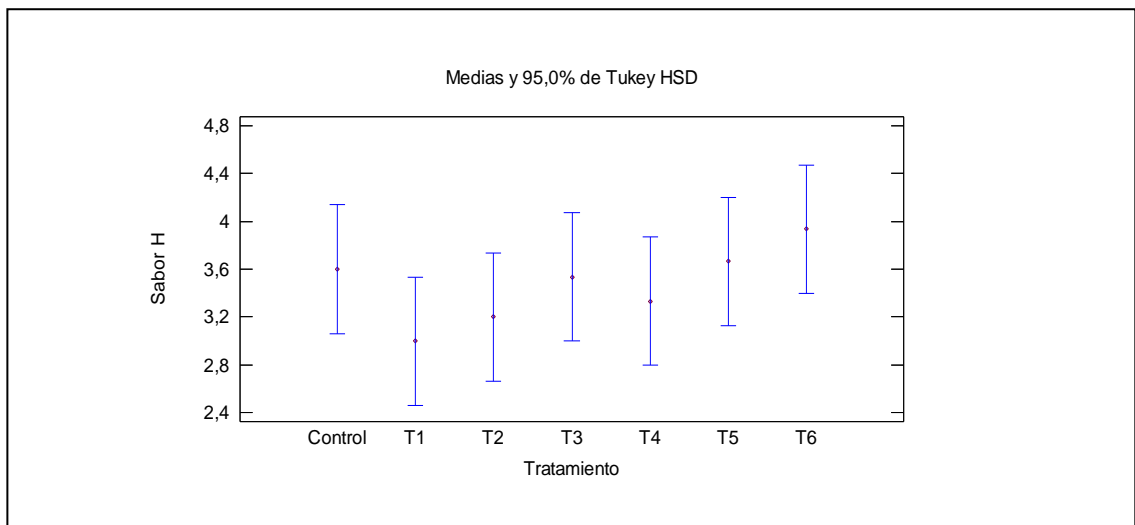


Figura 41 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: sabor

Tabla 26 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: textura

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 5,04762 | 6 | 0,84127 | 1,69 | 0,1304 |
| Intra grupos | 48,6667 | 98 | 0,496599 | | |
| Total (Corr.) | 53,7143 | 104 | | | |

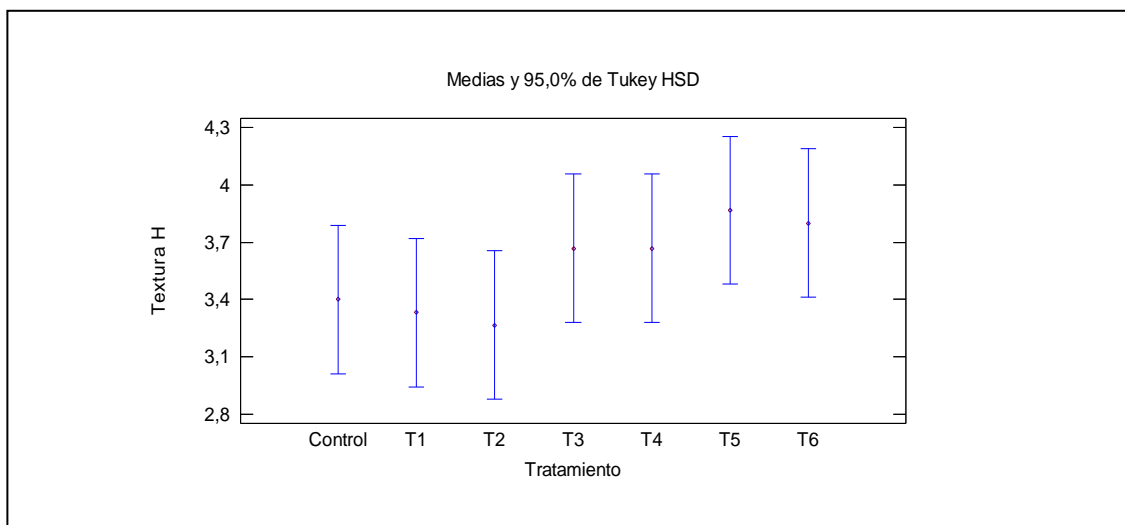


Figura 42 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: textura

Tabla 27 ANOVA para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: aceptabilidad

| Fuente | Suma Cuadrados | de | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|----------------|----|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 8,53333 | | 6 | 1,42222 | 2,12 | 0,0571 |
| Intra grupos | 65,6 | | 98 | 0,669388 | | |
| Total (Corr.) | 74,1333 | | 104 | | | |

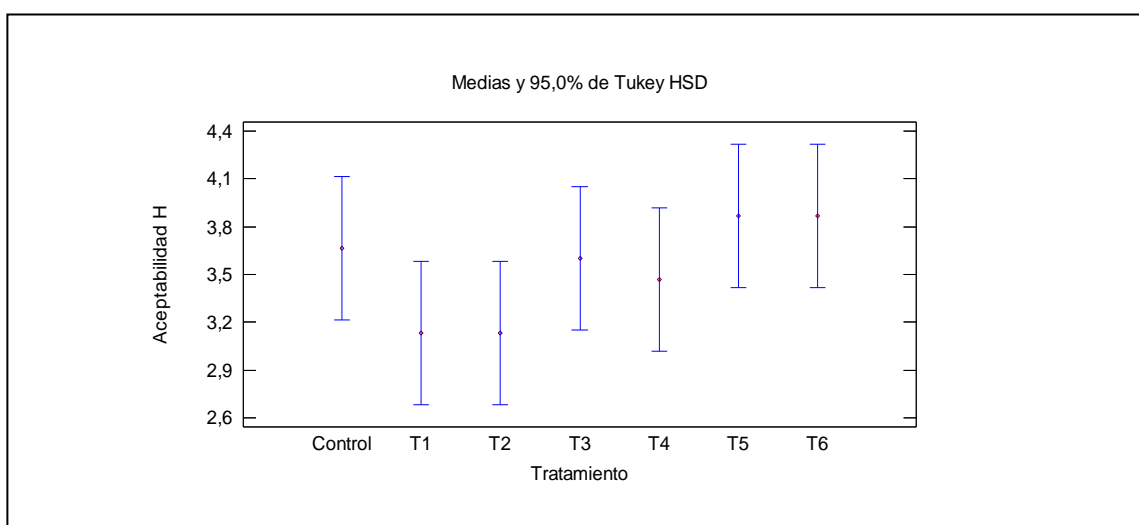


Figura 43 Medias y Tukey HSD para la evaluación de parámetros hedónicos de jugo de naranja y zanahoria: aceptabilidad

Tabla 28 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: color

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 48,0952 | 6 | 8,01587 | 9,84 | 0,0000 |
| Intra grupos | 79,8667 | 98 | 0,814966 | | |
| Total (Corr.) | 127,962 | 104 | | | |

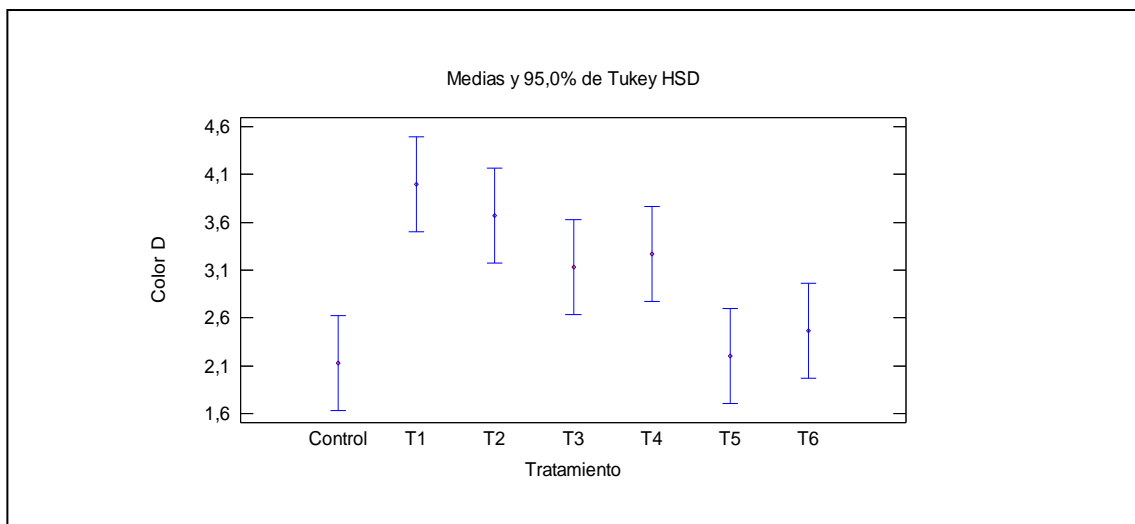


Figura 44 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: color

Tabla 29 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: olor

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 28,8 | 6 | 4,8 | 2,59 | 0,0224 |
| Intra grupos | 181,333 | 98 | 1,85034 | | |
| Total (Corr.) | 210,133 | 104 | | | |

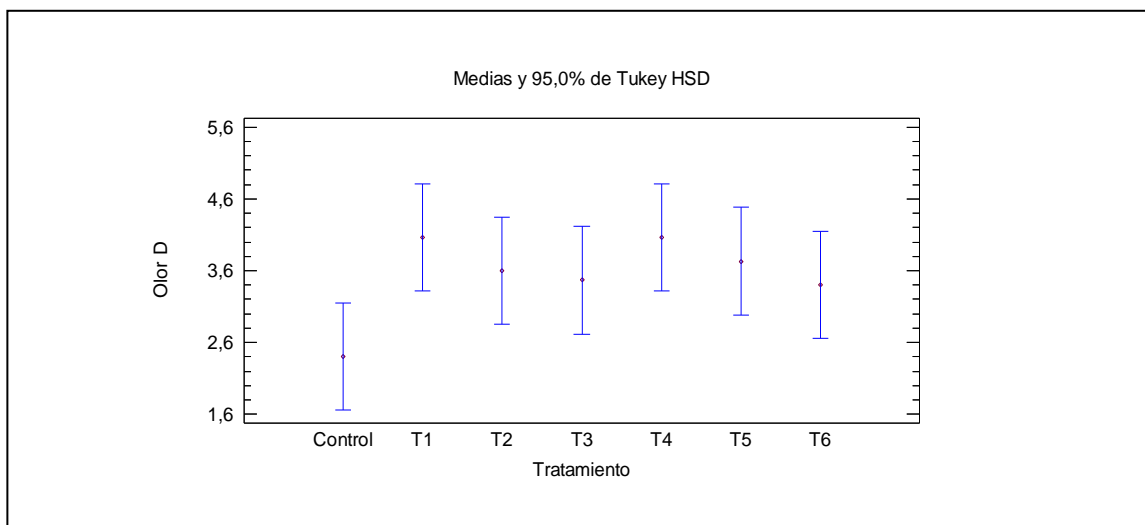


Figura 45 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: olor

Tabla 30 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: dulzor

| Fuente | Suma Cuadrados | de | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|----------------|----|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 1,98095 | | 6 | 0,330159 | 0,61 | 0,7220 |
| Intra grupos | 53,0667 | | 98 | 0,541497 | | |
| Total (Corr.) | 55,0476 | | 104 | | | |

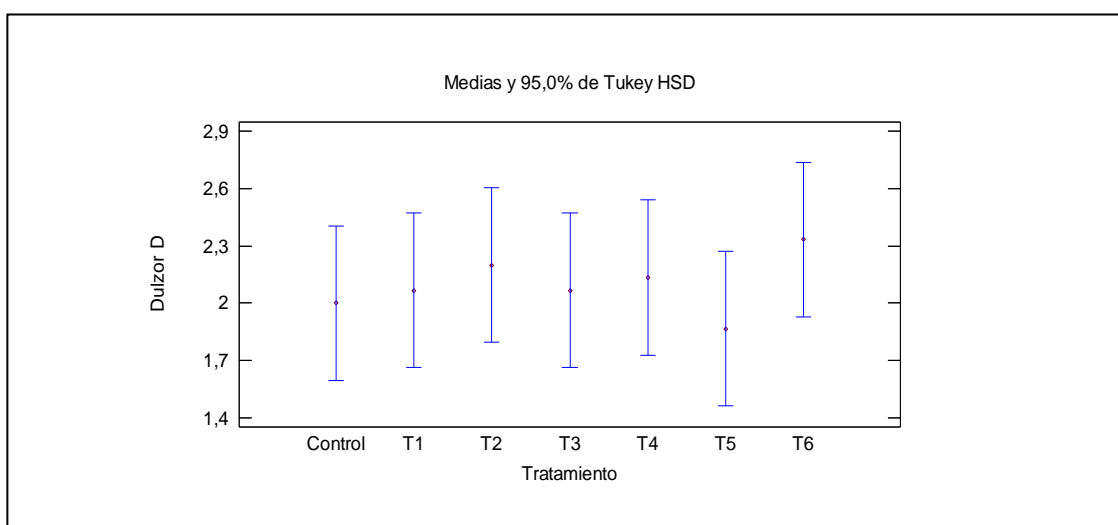


Figura 46 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: dulzor

Tabla 31 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: acidez

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 2,7619 | 6 | 0,460317 | 1,15 | 0,3391 |
| Intra grupos | 39,2 | 98 | 0,4 | | |
| Total (Corr.) | 41,9619 | 104 | | | |

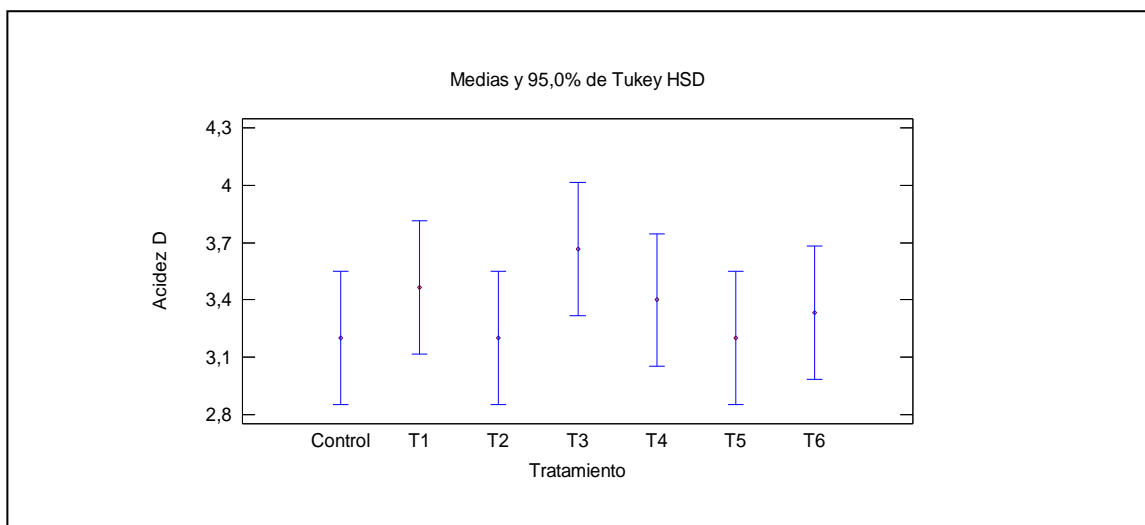


Figura 47 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: acidez

Tabla 32 ANOVA para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: textura

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 12,1333 | 6 | 2,02222 | 4,04 | 0,0012 |
| Intra grupos | 49,0667 | 98 | 0,50068 | | |
| Total (Corr.) | 61,2 | 104 | | | |

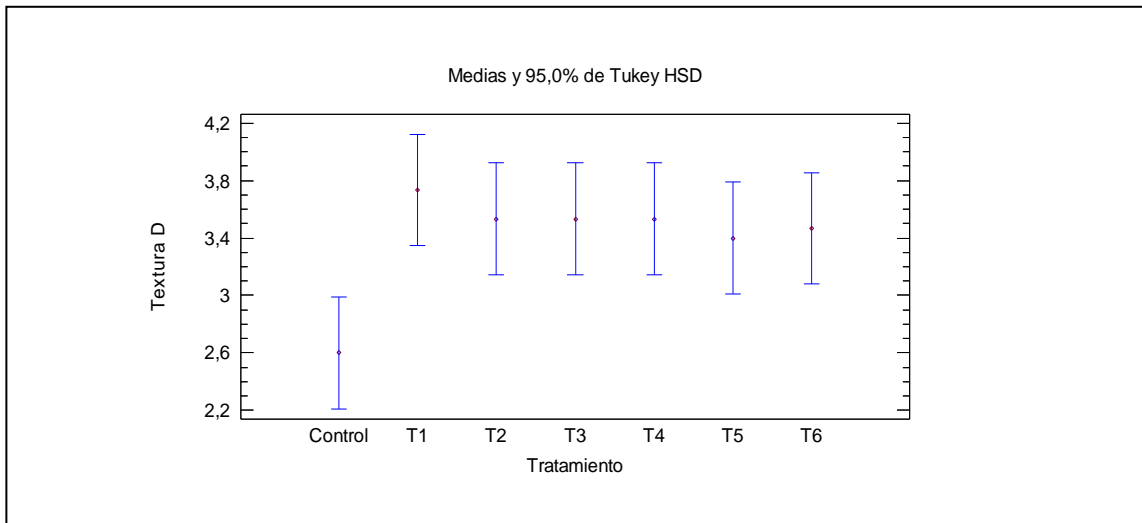


Figura 48 Medias y 95% de Tukey HSD para la evaluación de parámetros descriptivos de jugo de naranja y zanahoria: textura

HOJA DE CATACIÓN HEDÓNICA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
 INGENIERIA EN ALIMENTOS
 PROYECTO DE GRADUACIÓN



TABLAS DE CATACIÓN

PRODUCTO: NÉCTAR DE NARANJA Y ZANAHORIA

Nombre del catador:.....

Fecha:.....

| ATRIBUTOS | ALTERNATIVAS | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO |
|---------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | |
| COLOR | 1. Me disgusta mucho | | | | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | | | | |
| OLOR | 1. Me disgusta mucho | | | | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | | | | |
| SABOR | 1. Me disgusta mucho | | | | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | | | | |
| TEXTURA | 1. Me disgusta mucho | | | | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | | | | |
| ACEPTABILIDAD | 1. Me disgusta mucho | | | | | | | |
| | 2. Me disgusta | | | | | | | |
| | 3. Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | |
| | 4. Me gusta | | | | | | | |
| | 5. Me gusta mucho | | | | | | | |

Comentarios:.....

HOJA DE CATACIÓN DESCRIPTIVA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS



INGENIERIA EN ALIMENTOS
PROYECTO DE GRADUACIÓN
TABLAS DE CATACIÓN

PRODUCTO: NÉCTAR DE NARANJA Y ZANAHORIA

Nombre del catador:.....

Fecha:.....

| ATRIBUTOS | ALTERNATIVAS | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO | CODIGO |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | |
| COLOR | 1. Muy oscuro | | | | | | | |
| | 2. Algo oscuro | | | | | | | |
| | 3. Ni oscuro ni claro | | | | | | | |
| | 4. Bastante claro | | | | | | | |
| | 5. Completamente claro | | | | | | | |
| OLOR | 1. Muy perceptible | | | | | | | |
| | 2. Perceptible | | | | | | | |
| | 3. Poco Perceptible | | | | | | | |
| | 4. Nada perceptible | | | | | | | |
| DULZOR | 1. Muy dulce | | | | | | | |
| | 2. Dulce | | | | | | | |
| | 3. Poco dulce | | | | | | | |
| | 4. Nada dulce | | | | | | | |
| ACIDEZ | 1. Muy ácido | | | | | | | |
| | 2. Ácido | | | | | | | |
| | 3. Poco ácido | | | | | | | |
| | 4. Nada ácido | | | | | | | |
| TEXTURA | 1. Muy viscoso | | | | | | | |
| | 2. Viscoso | | | | | | | |
| | 3. Poco viscoso | | | | | | | |
| | 4. Nada viscoso | | | | | | | |

Comentarios:.....
.....