

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y FUNCIONALES DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum*
Cav. EN ALMÍBAR”

Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agroindustrial

Autora: Cherrez Falcón Evelyn Patricia

Director: Ing. Nicolás Pinto, MSc.

Ibarra-Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1726117227		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cherrez Falcón Evelyn Patricia		
DIRECCIÓN:	Tabacundo, Chile y Galápagos		
EMAIL:	epcherrezf@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	022119212	TELÉFONO MÓVIL:	0939016804
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Evaluación del Proceso de Enlatado sobre las Características Físicoquímicas y Funcionales de Tomate de Árbol <i>Solanum betaceum Cav.</i> en Almíbar		
AUTORA:	Cherrez Falcón Evelyn Patricia		
FECHA:	6 de octubre 2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> X PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agroindustrial		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Nicolás Pinto MSc.		

CONSTANCIA

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 06 de octubre del 2022

AUTORA



Evelyn Patricia Cherez Falcón

1726117227

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Evelyn Patricia Cherez Falcón, con cédula de ciudadanía 1726117227, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'N. Pinto', written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Nicolás Pinto, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico con gran satisfacción mi tesis de grado a mi querido padre Patricio Cherrez y a mi adorada madre Fanny Falcón, quienes son el motor de mi vida y mi ejemplo a seguir que, con sus esfuerzos, amor, palabras de aliento y motivación han logrado darme una carrera y poder formarme como persona y como profesional. Todos mis triunfos se los debo a ustedes papitos.

A mi hermana Geomayra que es mi amiga, compañera de vida y la razón de superación diaria, quien me ha demostrado que con esfuerzo y perseverancia se alcanza lo deseado.

A mis abuelitos, en especial a la memoria de mi segundo padre Nelson Falcón (+) quién, aunque hoy no está a mi lado físicamente, inculcó en mí grandes valores y ejemplos. Gracias por permitirme ser parte de su orgullo.

A mi jefe, Ing. José Miño por confiar en mí, su paciencia y apoyo constante ha sido la clave para ayudarme a ser mejor cada día y poder lograr que mi sueño se haga realidad.

Y finalmente, a cada uno de mis compañeros y compañeras que durante este tiempo estuvieron a mi lado sin esperar nada a cambio, compartiendo experiencias y momentos irrepetibles.

Evelyn Cherrez

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios quien supo derramar bendiciones, salud e inteligencia a lo largo de mi formación universitaria para dar por culminada mi carrera.

A la Universidad Técnica del Norte por la acogida durante todos los años de estudio, los laboratorios e instalaciones que me accedieron para poder desarrollar mi trabajo de titulación.

A mi director de tesis Ing. Nicolás Pinto, mis asesores Bioq. Valeria Olmedo, Ing. Marco Lara y a los docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial los cuales impartieron conocimiento, orientación y fueron mentores de este proceso integral de formación.

A mis padres y hermana por todo el apoyo incondicional.

A mis compañeros de investigación por su colaboración constante durante este trayecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	4
1.4 Hipótesis	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Tomate de Árbol	5
2.1.1 Generalidades.....	5
2.1.2 Origen	5
2.1.3 Taxonomía	7
2.1.4 Requerimientos Ambientales del Cultivo	7
2.1.5 Zonas Productoras.....	7

2.1.6 Variedades Comerciales.....	8
2.1.6.1 Anaranjado Puntón.....	9
2.1.6.2 Amarillo o Anaranjado Gigante.....	10
2.1.7 Frutos no Climatéricos.....	11
2.1.8 El Proceso de Maduración y Cambios Fisicoquímicos Durante Postcosecha	11
2.1.9 Índices de Madurez del Tomate de Árbol.....	12
2.1.10 Composición Nutricional del Tomate de Árbol.....	14
2.1.11 Composición Proximal del Tomate de Árbol (g/100 g Fruta)	16
2.2 Frutas en Conserva.....	17
2.2.1 Concentraciones de Almíbar.....	18
2.2.2 Formulación de Conservas en Almíbar.....	18
2.2.3 Enlatado de Tomate de Árbol en Almíbar	20
2.2.3.1 Tratamientos Térmicos de Enlatado	21
2.3 Características Fisicoquímicas.....	22
2.3.1 Sólidos Solubles (° Brix).....	22
2.3.2 Acidez Titulable.....	23
2.3.3 pH.....	23
2.4 Características Funcionales.....	23
2.4.1 Polifenoles.....	23

2.4.2 Capacidad Antioxidante.....	23
2.4.3 Ácido Ascórbico	24
2.4.4 Vitaminas	25
CAPÍTULO III.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Caracterización del Área De Estudio	26
3.2 Materiales y Equipos.....	27
3.3 Metodología	30
3.3.1 Caracterización de la Materia Prima.....	30
3.3.2 Analizar las Características Fisicoquímicas y las Propiedades Funcionales del Producto Final	31
3.3.3 Evaluar las Características Sensoriales del Producto Final	36
3.4 Manejo Específico del Experimento.....	37
3.4.1 Diagrama de Flujo.....	37
3.4.2 Descripción del Proceso.....	39
CAPITULO IV.....	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1 Caracterización de la Materia Prima para la Obtención de Tomate de Árbol en Almíbar.	56

4.2 Análisis de las Características Fisicoquímicas y Funcionales del Producto Final..	59
4.3 Evaluación de las Características Sensoriales del Producto Final de los Mejores Tratamientos.	71
4.4 Análisis Microbiológico del Tomate de Árbol en Almíbar	75
CAPÍTULO V	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1 Conclusiones	76
5.2 Recomendaciones	76
6. BIBLIOGRAFÍA	78
7. ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Taxonomía del Tomate de Árbol.....	7
Tabla 2 Variedades de Tomate de Árbol Cultivados en Ecuador.....	8
Tabla 3 Características Fisicoquímicas y Funcionales del Tomate de Árbol Variedad Anaranjado Puntón.....	10
Tabla 4 Características Fisicoquímicas y Funcionales del Tomate de Árbol Variedad Amarillo Gigante	11
Tabla 5 Requisitos Fisicoquímicos del Tomate de Árbol.....	14
Tabla 6 Valor Nutritivo del Tomate de Árbol por cada 100 g de porción Comestible.....	15
Tabla 7 Composición Proximal y Capacidad Antioxidante de Tomate de Árbol.....	16
Tabla 8 Niveles de pH en los Alimentos	22
Tabla 9 Ubicación y Datos Meteorológicos de la Estación Experimental Santa Catalina	26
Tabla 10 Ubicación y Datos meteorológicos de las unidades Edu-productivas de la UT	27
Tabla 11 Instrumentos, Reactivos y Equipos.....	28
Tabla 12 Métodos Utilizados para la Determinación de Capacidad Antioxidante y Análisis Fisicoquímicos	30
Tabla 13 Concentración de Almíbar	31
Tabla 14 Método de Escaldado.....	32
Tabla 15 Factor Constante	32
Tabla 16 Descripción de Tratamientos en Estudio	33
Tabla 17 ANOVA para el Diseño Completamente al Azar	34
Tabla 18 Variables para Investigar	35

Tabla 19 Parámetros para Evaluar	36
Tabla 20 Preparación de Soluciones Patrón de Trolox.....	52
Tabla 21 Concentración en Relación con la Absorbancia Neta.....	53
Tabla 22 Caracterización Fisicoquímica de Tomate de Árbol Base Fresca	56
Tabla 23 Compuestos Antioxidantes de la Fruta Fresca	57
Tabla 24 Prueba de Kruskal Wallis para los Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado	60
Tabla 25 Prueba de Kruskal Wallis para la Acidez del Tomate de Árbol Enlatado.....	62
Tabla 26 Prueba de Kruskal Wallis para el pH del Tomate de Árbol Enlatado	64
Tabla 27 Análisis de varianza Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado	66
Tabla 28 DMS de Fenoles Totales en el Tomate de árbol Enlatado. Factor A.....	67
Tabla 29 DMS de Fenoles Totales en el Tomate de Árbol Enlatado. Factor B.....	67
Tabla 30 Análisis de Varianza. Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado	69
Tabla 31 DMS de Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado. Factor A.....	70
Tabla 32 DMS de Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado. Factor B	71
Tabla 33 Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado	86
Tabla 34 Prueba de Ranking para Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado.....	86
Tabla 35 Acidez Titulable del Tomate de Árbol Enlatado	87
Tabla 36 Prueba de Ranking para Acidez Titulable del Tomate de Árbol Enlatado.....	87
Tabla 37 pH del Tomate de Árbol Enlatado	87
Tabla 38 Prueba de Ranking para pH del Tomate de Árbol Enlatado.....	88
Tabla 39 Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado.....	88

Tabla 40 Prueba de Ranking para Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado	89
Tabla 41 Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado	90
Tabla 42 Prueba de Ranking para Capacidad Antioxidante de la Fruta Enlatada	90
Tabla 43 Prueba de Ranking para Color del Tomate de Árbol Enlatado.....	92
Tabla 44 Prueba de Ranking para Sabor del Tomate de Árbol Enlatado	92
Tabla 45 Prueba de Ranking para Textura del Tomate de Árbol Enlatado	93
Tabla 46 Prueba de Ranking para Presentación del Tomate de Árbol Enlatado	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tomate de Árbol (<i>Solanum Betaceum</i> Cav.)	5
Figura 2 Tomate de Árbol Variedad Anaranjado Puntón	9
Figura 3 Tomate, Amarillo Gigante.....	10
Figura 4 Escala de Color del Tomate de Árbol para Determinar su Madurez.....	13
Figura 5 Diagrama de Flujo del Tomate de Árbol en Almíbar	37
Figura 6 Recepción de Tomate de Árbol	39
Figura 7 Selección de la Materia Prima.....	40
Figura 8 Lavado de la Fruta	41
Figura 9 Pesado 1 del Tomate de Árbol	42
Figura 10 Escaldado a Vapor e Inmersión de la Materia Prima	43
Figura 11 Pelado Manual del Tomate de Árbol.....	44
Figura 12 Corte de la Fruta	44
Figura 13 Pesado 2 de la Materia Prima	45
Figura 14 Jarabe en Dos Diferentes Concentraciones	46
Figura 15 Envasado de la Fruta en las Latas.....	46
Figura 16 Sellado	47
Figura 17 Almacenamiento.....	48
Figura 18 Sólidos solubles del Enlatado de Tomate de Árbol	59
Figura 19 Acidez Titulable del Enlatado de Tomate de Árbol	61
Figura 20 pH del Enlatado de Tomate de Árbol	63
Figura 21 Polifenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado.....	65

Figura 22 Contenido de Capacidad Antioxidante.....	68
Figura 23 Porcentajes de Aceptación de Color en el Producto	71
Figura 24 Porcentajes de Aceptación de Sabor en el Producto	72
Figura 25 Porcentajes de Aceptación de Textura en el Producto	73
Figura 26 Porcentajes de Aceptación de Presentación en el Producto Enlatado	74

RESUMEN

En el actual estudio de investigación se evaluó las características fisicoquímicas y funcionales del tomate de árbol en almíbar, mismo que se llevó a cabo como parte del proyecto de “Evaluación de los procesos de enlatado sobre la actividad antioxidante de frutas exóticas de la zona 1” realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte y en la Estación Santa Catalina del INIAP.

Las muestras fueron tomadas con un estado de madurez pintón que fue medido por la relación de sólidos solubles y la acidez titulable. Se obtuvieron 12 unidades experimentales con dos concentraciones de almíbar sometidas a dos tipos de escaldado. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas pH, acidez titulable y sólidos solubles totales, así como las funciones polifenoles y capacidad antioxidante.

Se determinó que el tratamiento 3 se destaca por su mayor contenido de compuestos funcionales y capacidad antioxidante obteniéndose para el T3: 352.58 mg ácido gálico/g para polifenoles y 67.17 μm trolox/g para capacidad antioxidante.

ABSTRACT

In the current research study, the physicochemical and functional characteristics of tree tomato in syrup were evaluated, which was carried out as part of the project "Evaluation of canning processes on the antioxidant activity of exotic fruits from zone 1" carried out in the laboratories of Técnica del Norte University and in the Santa Catalina Station of the INIAP.

The samples were taken with a state of pintón maturity that was measured by the ratio of soluble solids and titratable acidity. 12 experimental units were obtained with two concentrations of syrup subjected to two types of blanching. Physicochemical properties pH, titratable acidity and total soluble solids were evaluated, as well as polyphenol functions and antioxidant capacity.

It was determined that treatment 3 stands out for its higher content of functional compounds and antioxidant capacity, obtaining for T3: 352.58 mg gallic acid/g for polyphenols and 67.17 μm trolox/g for antioxidant capacity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

El tomate de árbol *Solanum betaceum Cav* es una fruta de interés comercial nacional e internacional por sus características sensoriales y valor nutricional. De acuerdo con la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2018) el tomate de árbol (fruta fresca) en la Región Sierra tiene una producción total de 22 335 Tm al año, de la cual las provincias con mayor producción anual de tomate de árbol se encuentran Tungurahua con 11022 Tm e Imbabura con 6 917 Tm. Sin embargo, según López (2000) , estima que entre el 30 y 40% de frutas frescas producidas se desperdician después de la recolección, debido a la inadecuada práctica postcosecha, siendo un factor importante con respecto a la economía de los productores.

El problema radica en que los productos frutícolas con procesamiento mínimo se consumen en forma natural sin mayor grado de procesamiento por lo cual es esencial mantener la calidad de estos, lo que obliga a extremar buenas condiciones de manipulación y aplicar otras técnicas que permitan cierta inactivación microbiana. (Vásquez & Guerrero, 2013).

El tomate de árbol, como sistema biológico respira, transpira y libera etileno, y una vez cosechado manifiesta una serie de cambios a todo nivel; se destacan los fisicoquímicos, sensoriales, bioquímicos, entre otros. (Márquez, Otero, & Cortéz, 2007).

Existen estudios muy limitados acerca de los cambios producidos en cuanto a las propiedades funcionales, fisicoquímicas y sensoriales del tomate de árbol en almíbar después del procesamiento de enlatado. Por lo expuesto, se llevará a cabo la presente investigación.

1.2 Justificación

El alto consumo de tomate de árbol en el Ecuador por sus excelentes cualidades sensoriales y por su alta actividad antioxidante natural con relación a otras frutas, hace importante la realización de estudios acerca de esta fruta para una posible aplicación en la industria alimenticia. (Carrera, 2013). Según Gil (2010) menciona que es una fruta rica en carotenoides y polifenoles, por lo que presenta una alta capacidad antioxidante, asociada con posibles beneficios para la salud como reducción del riesgo de cáncer y enfermedades cardiovasculares.

Tener conocimiento sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales es de gran importancia tanto en frutas en estado fresco como después de a ver pasado por un tratamiento, ya que permite un conocimiento de su estructura, un mejor control durante su transformación, diseñar procesos de transformación y, además, porque están directamente relacionadas con la aceptación por parte de los consumidores. (Márquez, Otero, & Cortéz, 2007).

Peralta (2010), Menciona que dentro de los procesos de conservación térmica de los alimentos, el enlatado es el más utilizado debido a que ofrece ventajas como: hermeticidad del recipiente, impidiendo el paso de microorganismos, resistente a altas temperaturas necesarias para la esterilización y resistente al maltrato del transporte; además protege las vitaminas, minerales y el sabor de los alimentos, gracias a los últimos avances tecnológicos en conservación térmica.

La tecnología y la innovación son necesarias en todas las etapas de la cadena de suministros de frutas y verduras, desde la producción hasta el consumo, para mejorar tanto la calidad como la producción. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura manifiesta que las mejoras pueden abarcar desde las tecnologías y prácticas sencillas a nivel de granja hasta las innovaciones digitales que ayuden a garantizar la seguridad y calidad de productos frescos a medida que avanzan en la cadena de suministros. (FAO, 2020).

Por este motivo el proyecto de investigación se enfocará en investigar el mejor tratamiento tanto en concentración de almíbar como método de escaldado, con el fin de mantener las características fisicoquímicas y funcionales de tomate de árbol, esperando que los resultados de este estudio sean de gran importancia para los productores, industriales e investigadores interesados en potenciar el tomate de árbol innovando y ampliando el acceso a medianos y grandes mercados.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Evaluar el proceso de enlatado sobre las características fisicoquímicas y funcionales de tomate de árbol en almíbar.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima para la obtención de tomate de árbol en almíbar.
- Analizar las características fisicoquímicas y funcionales del producto final.
- Evaluar las características sensoriales del producto final de los mejores tratamientos.

1.4 Hipótesis

- Ha: El proceso de enlatado influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y funcionales de tomate de árbol en almíbar.
- Ho: El proceso de enlatado no influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y funcionales de tomate de árbol en almíbar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Tomate de Árbol

2.1.1 Generalidades

Solanum betaceum Cav o tomate de árbol es un arbusto endémico de la región oriental de los Andes. Se caracteriza por su fruto ovoide o redondeado, dependiendo de la variedad. Su mesocarpio es de color amarillo, morado o tomate, con cáscara lisa y gruesa variando su color de rojo a amarillo. (Ordoñez, Torres, & Venancio, 2009).

Figura 1

Tomate de Árbol (Solanum Betaceum Cav.)



2.1.2 Origen

El origen de esta especie está en los bosques andinos, de climas templados de altura, en altitudes de entre 1500 y 2600 m, donde se han encontrado especies silvestres tanto en Ecuador,

como en Colombia, Perú y Bolivia. El tomate de árbol es originario de la región andina, apuntando que su centro de origen es en Bolivia y se han registrado variedades como el anaranjado puntón, rojo mora, redondo rojo, amarillo y rojo gigante, adaptados a altitudes de 1000 a 3000 m.

Morales (2001) manifiesta que en el Ecuador no se ha realizado mejoramiento de variedades y se usan variedades locales (criollos), sobresaliendo el ‘Anaranjado Puntón’ cuyo registro de siembra alcanza 60.7% a nivel nacional. Así también, las variedades Rojo Mora, Amarillo y el Redondo, de los cuales destaca el primero por buen rendimiento, frutos de buena calidad para el consumo en fresco, conservas, jaleas y jugos.

El tomate de árbol es un cultivo originario de la Región Andina de América, que en estos últimos años se ha convertido en un cultivo de importancia económica que ha demostrado una evolución favorable en lo que se refiere al área sembrada, producción y rendimientos en cuanto a su comercialización.

Debido a la alta aceptación que posee en países como España, Holanda, Suecia, Alemania y Francia entre otros; además, ha sido clasificado como fruto promisorio exportable por sus altos niveles de comercialización y excelsas características sensoriales, por lo que las proyecciones de siembra, producción y comercialización cada vez son mayores.

2.1.3 Taxonomía

Tabla 1

Clasificación Taxonomía del Tomate de Árbol

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Simpétalas
Orden	Tubifloras
Familia	Solanácea
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum betaceum Cav.</i>
Nombre común	Tomate de árbol

2.1.4 Requerimientos Ambientales del Cultivo

El tomate de árbol se cultiva en el Ecuador, manifiesta León (2004), en altitudes que van desde los 1000 hasta los 3000 m.s.n.m., bajo un rango de temperatura que oscila entre los 8° C hasta los 26° C y precipitaciones de 500 a 2500 mm.

2.1.5 Zonas Productoras

INIAP (2004), menciona que las principales áreas de cultivo están en Pelileo, Patate, los Andes Montalvo, Totoras, Baños (Tungurahua); Caranqui, San Antonio, Natabuela, Chaltura,

Imantag, Pimampiro, Cahuasqui, Intag (Imbabura); Ascázubi, El Quinche, Checa, Pifo, Puenbo, Yaruquí, Tumbaco (Pichincha); Sigsig, Bulán, Sevilla de Oro, Palmas (Azuay), en menor escala se cultiva en el resto de las provincias de la Sierra y en algunos lugares del Oriente.

2.1.6 Variedades Comerciales

Con el propósito de tener una definición comercial INIAP (2004), manifiesta que existen variedades de pulpa amarilla y variedades de pulpa morada o púrpura. A su vez, en estos grupos se definen a las variedades tomando en cuenta el color de cáscara, la forma del fruto y el color de la pulpa, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Variedades de Tomate de Árbol Cultivados en Ecuador

Nombre	Forma	Color cáscara	Color pulpa
Amarillo	Ovoide	Amarillo	Anaranjado claro
Negro	Ovoide	Púrpura	Anaranjado-púrpura
Redondo	Elíptico	Anaranjado claro	Anaranjado claro
Anaranjado Puntón (Común)	Ovoide	Anaranjado oscuro	Anaranjado claro
Amarillo o Anaranjado Gigante	Ovoide	Anaranjado claro	Anaranjado claro
Mora (neozelandés)	Ovoide	Morado	Anaranjado-púrpura
Mora Ecuatoriano	Ovoide	Morado	Anaranjado-púrpura

Fuente: (INIAP, 2004)

2.1.6.1 Anaranjado Puntón

El diagnóstico realizado por Morales (2001), señala que la variedad Anaranjado puntón era cultivado por el 60.7% de productores a nivel nacional, pero actualmente está siendo reemplazado por cultivares de mayor tamaño de fruta, que tienen de preferencia en el mercado nacional. Coincidiendo con INIAP (2004) que el más cultivado es el Anaranjado Puntón (Común), seguido por el Amarillo Gigante y el híbrido Mora Ecuatoriano que es apreciado en la Costa. En Tungurahua e Imbabura se cultiva el Amarillo Gigante especialmente en Imbabura se encuentran lotes de hasta 10 hectáreas.

Figura 2

Tomate de Árbol Variedad Anaranjado Puntón



Fuente: (Feican, 2016)

Tabla 3*Características Fisicoquímicas y Funcionales del Tomate de Árbol Variedad Anaranjado Puntón*

Color de la pulpa	Amarillo con la mezcla de anaranjado y magenta
Peso	75 g
Longitud	6.8 cm
Ancho	4.6 cm
Resistencia de la pulpa	2.5 kg/cm ²
Número de semillas	196
Contenido de azúcares	14.8 °Brix
Contenido de vitamina C	260 ml/L

Fuente: (León, 2002)

*2.1.6.2 Amarillo o Anaranjado Gigante***Figura 3***Tomate, Amarillo Gigante*

(Ordoñez, Torres, & Venancio, 2009)

Tabla 4*Características Fisicoquímicas y Funcionales del Tomate de Árbol Variedad Amarillo Gigante*

Color de la pulpa	Anaranjado con combinaciones de amarillo y magenta.
Peso	118 g
Longitud	7 cm
Ancho	6 cm
Resistencia de la pulpa	2.3 kg/cm ²
Número de semillas	308
Contenido de azúcares	13.2 °Brix
Contenido de vitamina C	320 ml/L

Fuente: (León, 2002)

2.1.7 Frutos no Climatéricos

INIAP (2014) asegura que el tomate de árbol es un fruto no climatérico, es decir, no muestra cambios importantes en sus tasas bajas respiratorias y de producción de etileno durante el proceso de madurez por lo que estos frutos por lo general se cosechan cerca de la madurez de consumo para obtener las mejores características organolépticas.

2.1.8 El Proceso de Maduración y Cambios Fisicoquímicos Durante Postcosecha

El tomate de árbol como sistema biológico respira, transpira y libera etileno, y una vez cosechado manifiesta una serie de cambios a todo nivel; se destacan los fisicoquímicos, sensoriales, bioquímicos, entre otro. Las condiciones más favorables para su almacenamiento se

dan a temperaturas entre 3,0 y 4,5° C y humedades relativas entre 90-95%. En Colombia, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ha establecido algunos criterios de maduración para esta fruta, de acuerdo con características físicas de color, forma y tamaño. (Márquez, Otero, & Cortéz, 2007).

Marquéz (2007) manifiesta que saber las propiedades reológicas resulta de gran importancia en las frutas, ya que permite un conocimiento de su estructura, un mejor control durante su transformación, diseñar procesos de transformación y, además, porque están directamente relacionadas con la aceptación por parte de los consumidores.

De acuerdo con estudios realizados sobre los cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del tomate de árbol en postcosecha determinó que el rendimiento presentó diferencias estadísticas altamente significativas, con una tendencia de aumento desde valores iniciales del 52% en la madurez de cosecha hasta valores alrededor del 67% en la madurez de consumo. Marquéz (2007) menciona que esto permite establecer que, para el procesamiento, el fruto debe estar en el grado de madurez ideal o de consumo.

2.1.9 Índices de Madurez del Tomate de Árbol

La calidad de la fruta depende en su mayor parte de la correcta cosecha de las frutas, deben estar en el estado de madurez adecuado, debido a que de él depende la duración en el almacenamiento del producto. Cuando la fruta se cosecha inmadura, la calidad sensorial y comestible será inferior, aunque reciba los más adecuados manejos post cosecha (Angón, Santos, & Hernandez, 2006).

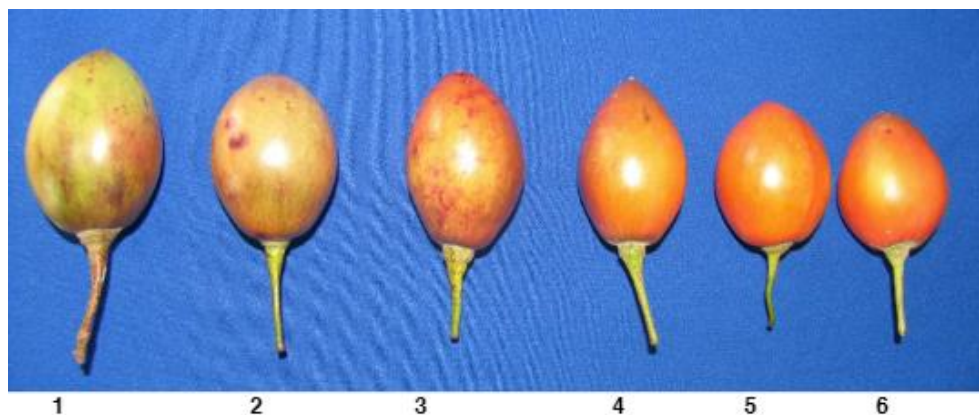
La madurez de los tomates de árbol puede evaluarse visualmente según su coloración externa. Su condición puede confirmarse determinando el índice de madurez.

Determinación del índice de madurez. Se obtiene de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales (°Brix) y el valor máximo de la acidez titulable, se expresa como °Brix/ % ácido cítrico.

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{SST}(\text{°Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

Figura 4

Escala de Color del Tomate de Árbol para Determinar su Madurez.



(NTE INEN, 2009)

Color 1 a 2 Verde

Color 3 a 4 Pintón

Color 5 a 6 Maduro

Los tomates de árbol deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 5.

Tabla 5*Requisitos Fisicoquímicos del Tomate De Árbol*

	MADUREZ DE CONSUMO	MÉTODO DE ENSAYO
	Min.	
	Máx.	
Acidez titulable % (ácido cítrico)	2.0	NTE INEN 381
Solidos solubles totales, °Brix	8.5	NTE INEN 380
Contenido de pulpa, %	70	
	-	
Índice de madurez (°Brix/ácido cítrico)	4.5	
	-	

Fuente: (NTE INEN, 2009)

2.1.10 Composición Nutricional del Tomate de Árbol

De acuerdo con estudios realizados en Ecuador y Guatemala la composición nutricional del tomate de árbol por cada 100 g de porción comestible es como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6*Valor Nutritivo del Tomate de Árbol por Cada 100 g de Porción Comestible*

Parámetro	Valor
Humedad	82.7 - 87.8 g
Proteína	1.5 g
Carbohidratos	10.3 g
Grasa (Extracto de éter)	0.06 - 1.28 g
Fibra	1.4 - 4.2 g
Nitrógeno	0.223 - 0.445 g
Ceniza	0.61 - 0.84 g
Calcio	3.9 - 11.3 mg
Fósforo (con semilla)	52.5 - 65.5 mg
Fósforo (sin semilla)	13.1 mg
Hierro	0.66-0.94 mg
Caroteno	0.038-0.137 mg
Tiamina	0.371-0.653 mg
Riboflavina	0.035-0.048 mg
Ácido ascórbico	23.3-33.9 mg

Fuente: (Gil, 2010)

2.1.11 Composición Proximal del Tomate de Árbol (g/100 g Fruta)

En la Tabla 6. Se puede apreciar la caracterización promedio del tomate de árbol en cuanto a su pH y sólidos solubles. Se menciona que la cantidad de sólidos solubles que contiene el jugo de una fruta cítrica es también un índice del grado de madurez de ésta. (Repo & Encina, 2008).

Según Repo & Encina (2008) en los estudios realizados sobre la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas se encontró que el tomate de árbol tiene un alto contenido de fibra cruda (4.5 g/100 g). El tomate de árbol posee alto contenido de fibra, la misma que tiene propiedades positivas para la salud: reducción del nivel de colesterol en sangre, protección contra diferentes enfermedades, como los cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer.

Tabla 7

Composición Proximal y Capacidad Antioxidante de Tomate de Árbol (g/100 g Fruta)

Componente	Valor en el tomate de árbol
Sólidos Solubles	11.57
pH	3.77
Humedad (%)	82.9
Cenizas (%)	1.0
Proteína cruda (%)	1.9
Fibra cruda (%)	4.5
Grasa cruda	0.1
Carbohidratos	14.1

Energía total	64.9
Fósforo	44.7 mg
Calcio	25.56 mg
Hierro	0.9 mg
Zinc	0.45 mg
Potasio	441.03 mg
Fenoles totales	130
Vitamina C	16.09
Carotenos	4.00

Fuente: (Repo & Encina, 2008)

En cuanto al contenido de minerales que contiene el tomate de árbol cabe destacar el alto contenido de potasio que presenta el tomate de árbol.

Las frutas, aparte de ser fuentes importantes de ciertas vitaminas, contienen otros componentes, principalmente pigmentados, como son los compuestos fenólicos, los que poseen capacidad antioxidante; son capaces de inhibir los radicales libres.

En los estudios realizados obtuvieron un valor de 4 mg caroteno / 100 gramos muestran, siendo un frutal con un nivel algo más que moderado de β -caroteno.

2.2 Frutas en Conserva

Según la definición de CODEX (2015) las frutas en conserva son el producto preparado a partir de frutas sanas, frescas, congeladas, procesadas térmicamente o procesadas por otros métodos físicos y que hayan alcanzado un grado de madurez adecuado para su elaboración.

Para la FAO& INPhO (1998) una conserva es un producto que consiste en poner en un envase hermético un material sólido, semisólido o un sólido inmerso en un medio de empaque. De acuerdo con ello, el producto final será el resultado de la combinación de las características del material en sí, aquellas del medio de empaque.

En estas conservas se utilizan líquidos de cobertura conocidos como almíbares, que son una solución de azúcar en agua, estando el azúcar en cantidad suficiente para tener un medio líquido, con el sabor dulce requerido de acuerdo con los grados Brix de la fruta y del producto final. Para las frutas en almíbar los medios de cobertura líquidos deben no tener menos de 14 °Brix. (CODEX STAN-319, 2015).

2.2.1 Concentraciones de Almíbar

Los jarabes se pueden clasificar en:

- Jarabe muy diluido: no menos de 10° Brix
- Jarabe diluido: no menos de 14° Brix
- Jarabe concentrado: no menos de 18° Brix
- Jarabe muy concentrado: no menos de 22° Brix

Las características del jarabe dependen de su composición y concentración. El producto final tiende a alcanzar un equilibrio según la composición y presión osmótica, la cual se genera entre las paredes internas de los trozos de fruta y el jarabe exterior.

2.2.2 Formulación de Conservas en Almíbar

Para ello, se deben considerar unos pasos preliminares en la formulación de una conserva

- ✓ Determinar la concentración de azúcar de la materia prima, por refractometría (°Brix).
- ✓ Fijar la concentración de azúcar del producto final (°Brix).
- ✓ Establecer la proporción de sólido que se ha de poner en el envase.
- ✓ Determinar la concentración de azúcar del medio de empaque para lograr la concentración final deseada.

Para lograr un adecuado equilibrio en la conserva, de acuerdo con los valores de concentración de azúcar preestablecidos, se debe realizar un cálculo del azúcar proveniente de las dos fuentes consideradas en el proceso, la fruta y el azúcar pura para preparar el almíbar. FAO& INPhO (1998, pág. 4).

Cálculo del azúcar de la fruta:

- I. Se mide la concentración de azúcar en un poco de jugo de fruta, mediante refractómetro.
- II. La concentración expresada en fracción (porcentaje dividido por 100) se multiplica por la cantidad total de fruta que se ha de poner en cada envase y, con ello, se obtiene el contenido de azúcar aportado por la fruta que irá en el envase.
- III. La concentración de azúcar deseada en el envase, expresada como fracción, multiplicada por el peso total, preestablecido para el envase, dará el total de azúcar en peso que contendrá el envase.
- IV. Del azúcar total del envase, se descuenta el azúcar aportado por la fruta y dará el total de azúcar que se ha de agregar en forma de almíbar.

- V. Del peso total del envase, se resta el peso de la fruta y se obtiene el peso del almíbar, el cual deberá contener todo el azúcar previamente calculado. Si el peso del azúcar del almíbar se divide por el peso total del almíbar, se tiene la fracción de azúcar del almíbar. Si esta fracción se multiplica por 100, se tiene el porcentaje de azúcar del almíbar o °Brix del almíbar que se debe preparar.

2.2.3 Enlatado de Tomate de Árbol en Almíbar

De acuerdo con Guevara & Cancino (2015), definen que la fruta en almíbar es un producto elaborado a partir de frutas sanas y generalmente en estado de madurez intermedio entre la madurez de consumo y la fisiológica de tal modo que se encuentren relativamente firmes para soportar el manipuleo durante el procesamiento (cortado, pelado, blanqueado, tratamiento térmico).

Entre los parámetros a tomarse en cuenta al momento de elaborar una fruta en almíbar Guevara & Cancino (2015), mencionan los siguiente:

- **Estado de madurez:** Se requiere de fruta que se encuentra en un estado de madurez intermedia (“pintón”), la textura debe ser firme y poseer un buen olor y aroma, es decir, que no haya llegado a su madurez completa ya que debe soportar todas las operaciones de manipuleo y tratamiento térmico. Estos requerimientos influirán directamente con la presentación final del producto.
- **Contenido de azúcar y ácido:** Aunque el contenido de azúcar y ácido es característico de cada fruta, se encarga que estas tengan un ° Brix por encima de 9 y un pH lo más ácido posible.

- **Contenido de pectina:** Las frutas que tienen un significativo porcentaje de pectina, reducen los costos de procesamiento ya que requieren menos cantidad de espesante en la formulación.
- **Textura:** La textura de la materia prima es necesario para obtener en almíbar de calidad. Esta debe ser firme, de particularidad con células corchosas, de tal modo que penetre el edulcorante y otros componentes con facilidad.

2.2.3.1 Tratamientos Térmicos de Enlatado

2.2.3.1.1 Autolavado

Para asegurar la esterilidad en la producción de alimentos enlatados, es necesario conocer la dinámica de calentamiento del punto frío de la lata. Si el tratamiento térmico es excesivo, el alimento pierde valor nutritivo, debido a la disminución de su contenido vitamínico (Ghani, Farid, & Richards, 2001) y puede adquirir características sensoriales indeseables, tales como aroma y sabor a quemado, además del consiguiente deterioro de proteínas y carbohidratos. En caso contrario, si no se esteriliza adecuadamente el alimento, existe el peligro de que se desarrollen microorganismos anaerobios como *Clostridium botulinum*, productor de la toxina botulínica, que es letal para el ser humano.

Según Jiménez (2005) la dinámica del punto frío de la lata, usualmente se determina de manera experimental, colocando termopares en varios sitios cuidadosamente seleccionados del recipiente, posteriormente la lata se somete al tratamiento térmico en autoclave y durante todo el proceso se registra la temperatura contra el tiempo, lo que permite inferir la ubicación del punto frío que es el que va a determinar el tiempo de tratamiento para asegurar la esterilidad comercial.

2.2.3.1.1 Esterilizado

Tratamiento térmico que se aplica a los alimentos con la finalidad de destruir todos los microorganismos presentes que puedan representar peligro para la salud o deteriorar el alimento.

Tabla 8

Niveles de pH en los Alimentos

Acidez de los alimentos	Niveles de pH
Alimentos de baja acidez	pH > 4.5
Alimentos ácidos	pH 4.0 a 4.5
Alimentos de alta acidez	pH < 4.0

Fuente: (Bedolla, 2004)

Para los alimentos de baja acidez se ha establecido generalmente temperatura de 121 °C (250 °F) como temperatura de referencia.

2.3 Características Fisicoquímicas

2.3.1 Sólidos Solubles (° Brix)

Los sólidos solubles se miden mediante una escala °Brix, que permite medir la cantidad aproximada de azúcares o sólidos solubles en una solución. Esta es una medida de densidad, donde 1 °Brix es la densidad de una disolución de sacarosa al 1% peso, y a esta corresponde un índice de refracción, así se establece la relación entre el % de sólidos solubles y °Brix según mencionan Domene & Segura (2014). Los sólidos solubles se pueden cuantificar mediante el método IFU No. 8 (1991), la AOAC 983.17 y la ISO 2173:2003, por refractometría (CODEX, 2005)

2.3.2 Acidez Titulable

En 10 ml de muestra se adicionó 90 ml de agua destilada en un vaso de precipitación, seguidamente se adicionó 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador. La solución se tituló con hidróxido de sodio a 0.1 N hasta realizar el cambio de color a una tonalidad rosa, llevando a cabo el método AOAC Official Methods 942.1-1990 (Henshall 2012).

2.3.3 pH

El pH o potencial de hidrógeno expresa el grado de acidez o basicidad de una solución, en una escala que varía entre 0 y 14, cabe recalcar que la acidez aumenta cuando el pH disminuye (Goyenola, 2007). Astudillo & Rodríguez (2018), mencionan que el comportamiento del pH se relaciona con el contenido de ácidos orgánicos presentes en las frutas, debido a que durante el periodo de maduración estos ácidos tienden a disminuir, ya que se consumen en los distintos ciclos metabólicos.

2.4 Características Funcionales

2.4.1 Polifenoles

Los polifenoles son un gran grupo de compuestos presentes en la naturaleza y en su mayoría potentes antioxidantes necesarios para el funcionamiento de las células vegetales. (Gil, 2010)

2.4.2 Capacidad Antioxidante

Esta fruta presenta una alta actividad antioxidante en relación con otras frutas, que pueden inducir principalmente a cambios precancerosos en las células. (INIAP, 2008)

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él. El tomate tiene el menor valor de capacidad antioxidante, a pesar de tener grandes cantidades de licopeno (Repo & Encina, 2008). Los antioxidantes son sustancias que pueden retardar o prevenir la oxidación de un sustrato.

La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, entre otros.

La capacidad antioxidante de las frutas y los vegetales, proporcionada principalmente por la presencia de vitamina C, E, carotenos y polifenoles, puede otorgar protección contra enfermedades degenerativas y cardiovasculares.

2.4.3 Ácido Ascórbico

La vitamina C es muy conocida gracias a su poder ante infecciones agudas, resfriados y cuya efectividad sobre el sistema inmunitario ha sido estudiada por varias literaturas. También es un donador de electrones que ayuda a la prevención del daño por oxidación, este mecanismo es muy beneficioso en enfermedades como la aterosclerosis, diabetes tipo 2 y el cáncer (San Mauro & Garicano, 2015). Esta vitamina no es muy estable, por eso su contenido en alimentos disminuye con el almacenamiento de larga duración, en soluciones neutras y alcalinas y cuando se expone al aire, luz y el calor (Cardero, Sarmiento, & Selva, 2009), ya que su estructura química es muy sensible a la degradación (Horacio & Cafaro, 2007).

- La vitamina C es esencial para el desarrollo y mantenimiento del organismo ya que su consumo es obligatorio para mantener una buena salud.

- Evitar el envejecimiento prematuro.
- Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales
- Antioxidante
- Evita enfermedades degenerativas tales como arterosclerosis, enfermedad de Alzheimer.
- Evita enfermedades cardiacas
- Proteína

De acuerdo con estudios realizados de la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas Repo y Encina (2008), afirman que el tomate de árbol y las tunas tienen alto contenido de fibra, la misma que tiene propiedades positivas para la salud: reducción del nivel de colesterol en la sangre, protección contra diferentes enfermedades, como los cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer, entre otros.

2.4.4 Vitaminas

El tomate de árbol es una excelente fuente de sustancias nutricionales y fotoquímicos que presentan actividad antioxidante como provitamina A, Vitamina B 6, Vitamina E, ácido ascórbico, licopenos, y flavonoides, entre otros. Además, presenta baja concentración en carbohidratos de alto peso molecular. (Márquez C. , Otero, Rojano, & Osorio, 2014). Coincidiendo con (Márquez, Otero, & Cortéz, 2007) desde el punto de vista nutricional, el fruto es una excelente fuente de vitaminas A, B 6, C y, E, y minerales como el hierro.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del Área De Estudio

Los análisis de las propiedades funcionales se lo realizarán en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina, departamento de Nutrición y Calidad en la ciudad de Quito.

Tabla 9

Ubicación y Datos Meteorológicos de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP)

Características generales	Datos meteorológicos
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglahua
Altitud:	3050 m.s.n.m.
Latitud:	00° 22' 00" S
Longitud:	78° 33' 00" O
Humedad relativa promedio:	76.3%
Precipitación:	2696 mm/año
Temperatura media:	12.3 °C

Fuente: INAMHI (2017) Datos Boletín Anual

Las características fisicoquímicas se realizarán en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del

Norte. Y para el proceso de enlatado se llevará a cabo en el laboratorio de frutas y verduras de las unidades Edu-productivas (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 10

Ubicación y Datos Meteorológicos de las Unidades Edu-productivas de la UTN

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Altitud:	2222 m.s.n.m
Latitud:	78° 34' 24"
Longitud:	78° 30' 10"
Humedad relativa promedio:	84%
Precipitación:	550.3 mm/año
Temperatura media:	18.5 °C

Fuente: Instituto geográfico militar

3.2 Materiales y Equipos

En la tabla 11 detallada a continuación se describen los instrumentos, reactivos y equipos que se emplearán en la investigación.

Tabla 11*Instrumentos, Reactivos y Equipos.*

Instrumentos	Reactivos	Equipos
Envases metálicos	Agua destilada	Balanza analítica
		HPLC analítico 1200
Vasos de precipitación	Ácido ascórbico	Series de Agilent Technologies
		Espectrofotómetro
Cucharas plásticas	Hidróxido de Sodio (NaOH) a la 0.1 N	Jenway (modelo 6705 UV/Vis
Bandejas	Fosfato de potasio monobásico (NaH ₂ PO ₄)	Potenciómetro Jenway (modelo)
Pipetas	Fosfato de sodio dibásico (Na ₂ H ₂ PO ₄ ·2H ₂ O)	Refractómetro de mesa (modelo 1310499)
Gotero	Trolox: 6 hidroxy -2,5,7,8 - tetramethylcroman -2 carboxylic acid	Estufa

Probeta (50) ml	ABTS (3-ethylbenzoathiazoline - sulfonic acid) diamonium	Secador
Pera de succión	Persulfato de potasio (K ₂ S ₂ O ₈)	Liofilizador (modelo Advantage plus ES-53)
Colador	metanol grado reactivo al 99.5%	Agitador magnético
Cuchillo	acetona ACS 99.5%	Balanza de reloj
Tubos de ensayo	fenolftaleína al 1%	Selladora EQUITEK
Balón Volumétrico de vidrio	Ácido Gálico monohidratado, sigma G 8647	Autoclave
Papel filtro Whatman N° 4	Reactivo de Folin & Ciocalteu, Merck 1.090011.0500	
Buretas	Carbonato de Sodio 99.5% Fluka 71350	
Balones volumétricos		
Papel filtro		

Matraz Erlenmeyer

Gradillas

Celdas de plástico

Termómetro

Tubos Falcon

3.3 Metodología

Para la investigación se procedió a la utilización de tomate de árbol en estado de madurez 4 de acuerdo con lo que establece la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 909: 2009.

3.3.1 Caracterización de la Materia Prima

Para dar cumplimiento con el objetivo propuesto se deberá realizar los análisis descritos en la Tabla 12. Al igual que, se considerará el índice de madurez mediante el cociente entre sólidos solubles totales y la acidez titulable con el propósito de que la unidad experimental sea uniforme.

Tabla 12

Métodos Utilizados para la Determinación de Capacidad Antioxidante y Análisis Físicoquímicos

Características	Variable	Método/Equipo
Químicas	pH	MO-LSAIA-09 Potenciómetro Jenway (modelo 3510)

	Acidez Titulable (%)	MO-LSAIA-29 Pontillón, I. 1997
	Sólidos Solubles	
	Totales (°Brix)	MO-LSAIA-11 Refractométrico
Funcionales	Capacidad	
	Antioxidante	MO-LSAIA-033 ABTS
	Polifenoles Totales	Método Folin-Ciocalteu descrito por Yildiz (2015).

3.3.2 Analizar las Características Fisicoquímicas y las Propiedades Funcionales del Producto

Final

➤ Factores en estudio

Para el desenvolvimiento del proceso se tomará los siguientes factores: la concentración de almíbar, tipo de escaldado del producto y como factor no controlable el tiempo, en la tabla 13 se indica la concentración de almíbar en °Brix para el enlatado de tomate de árbol.

Tabla 13

Concentración de Almíbar

FACTOR A	
Nomenclatura	Concentración
C1	20 °Brix

C2	30 °Brix
----	----------

Tabla 14

Método de Escaldado

FACTOR B	
Nomenclatura	Método
T1	Inmersión
T2	Vapor

En las Tablas 13 y 14, se presentan aquellos factores controlables de la investigación.

Tabla 15

En la Tabla 15 se detallan los factores constantes

Factor Constante

Esterilización	
Tiempo	15 minutos
Temperatura	85 °C

➤ Tratamientos

A continuación, en la Tabla 16 se especifican los tratamientos que se van a investigar con su respectiva codificación.

Tabla 16

Descripción de Tratamientos en Estudio

Tratamientos	Factores		
	A	B	Interacciones
T1	C1	T1	C1T1
T2	C2	T2	C2T2
T3	C1	T2	C1T2
T4	C2	T1	C2T1

➤ Diseño experimental

Para el análisis estadístico se utilizará un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial (AxB) y tres repeticiones.

Se realizarán los supuestos del análisis del ANOVA y en caso de tener diferencias significativas entre los tratamientos se utilizarán prueba Tukey 5%.

➤ Características del experimento

En este experimento se realizará con 4 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales.

➤ Unidad experimental

El material utilizado para cada unidad experimental será metálico (según las especificaciones INEN 198) con un contenido de 300 g. de tomate de árbol en almíbar, seleccionadas en los estados de madurez fisiológica (3) y comercial (5).

➤ Análisis estadístico

En la tabla se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos, factores e interacciones de la presente investigación.

Tabla 17

ANOVA para el Diseño Completamente al Azar

Fuentes Variación	G. L
Total	11
Tratamientos	3
Factor A: Concentración (C)	1
Factor B: Método (T)	1
Interacción AxB	2
Error	8

Análisis funcional

En caso de detectarse diferencias significativas entre los tratamientos se realizará la prueba de Tukey al 5%.

Variables para evaluarse

En la tabla 18 se da a conocer las variables que se evaluarán durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 18

Variables para investigar

Características	Variable
Físicos	Color
	Textura
	Sabor
Químicos	pH
	Acidez Titulable (%)
	Sólidos Solubles (°Brix)
Funcionales	Capacidad Antioxidante
	Polifenoles

3.2.2.1 Análisis Microbiológico del Almíbar de Tomate Enlatado

Para el respectivo análisis se preparará agua de peptona bufferada en frascos *Boeco*, se pesará 20 gramos del medio en un 1 L de agua destilada se dejará reposar por unos 5 minutos

aproximadamente. Se procederá a esterilizar en una autoclave a 121 °C por 15 minutos. Para cada tratamiento se realizará la siembra de la siguiente manera, se pesará 90 ml de agua de peptona y 10 g de muestra se agitará durante 1 minuto aproximadamente. Se tomará una pipeta de 1 ml y se sembrará respectivamente en cada placa (NTE INEN 1529-10, 2013).

3.3.3 Evaluar las Características Sensoriales del Producto Final

Para el análisis de las características sensoriales del mejor tratamiento del producto en almíbar se tomará a consideración a 30 panelistas no experimentados para la evaluación de color, sabor, textura y presentación en comparación con un producto enlatado de tomate de árbol comercial en presentación enteros.

Tabla 19

Parámetros para Evaluar

Características	Variable	Método/Equipo
Físicos	Color	Panelistas
	Sabor	Panelistas
	Textura	Panelistas
	Presentación	Panelistas

Posterior, se utilizará la prueba de Friedman dado que es un método no paramétrico, que permite determinar si es estadísticamente significativa la relación entre una variable cuantitativa y categórica. Consiste en comparar una estimación basada en rangos de la posición de la variable cuantitativa en las diferentes submuestras definidas por la variable categórica.

3.3.3.1 Criterios de calidad

En la Norma del CODEX para cocteles de frutas en conserva CODEX STAN 78-1981 mencionan los criterios de calidad a considerar, mismos que se detallan a continuación:

4.3.1.1 Color: El coctel de frutas en conservas deberá tener un color normal, con la salvedad de que será aceptable con una ligera decoloración.

4.3.1.2 Sabor: El coctel de frutas en conserva deberá tener el sabor normal, característico de cada fruta y de toda la mezcla.

4.3.1.3 Textura: Los ingredientes de fruta no deberán ser ni demasiado firmes ni demasiado blandos, según lo apropiado para la fruta respectiva.

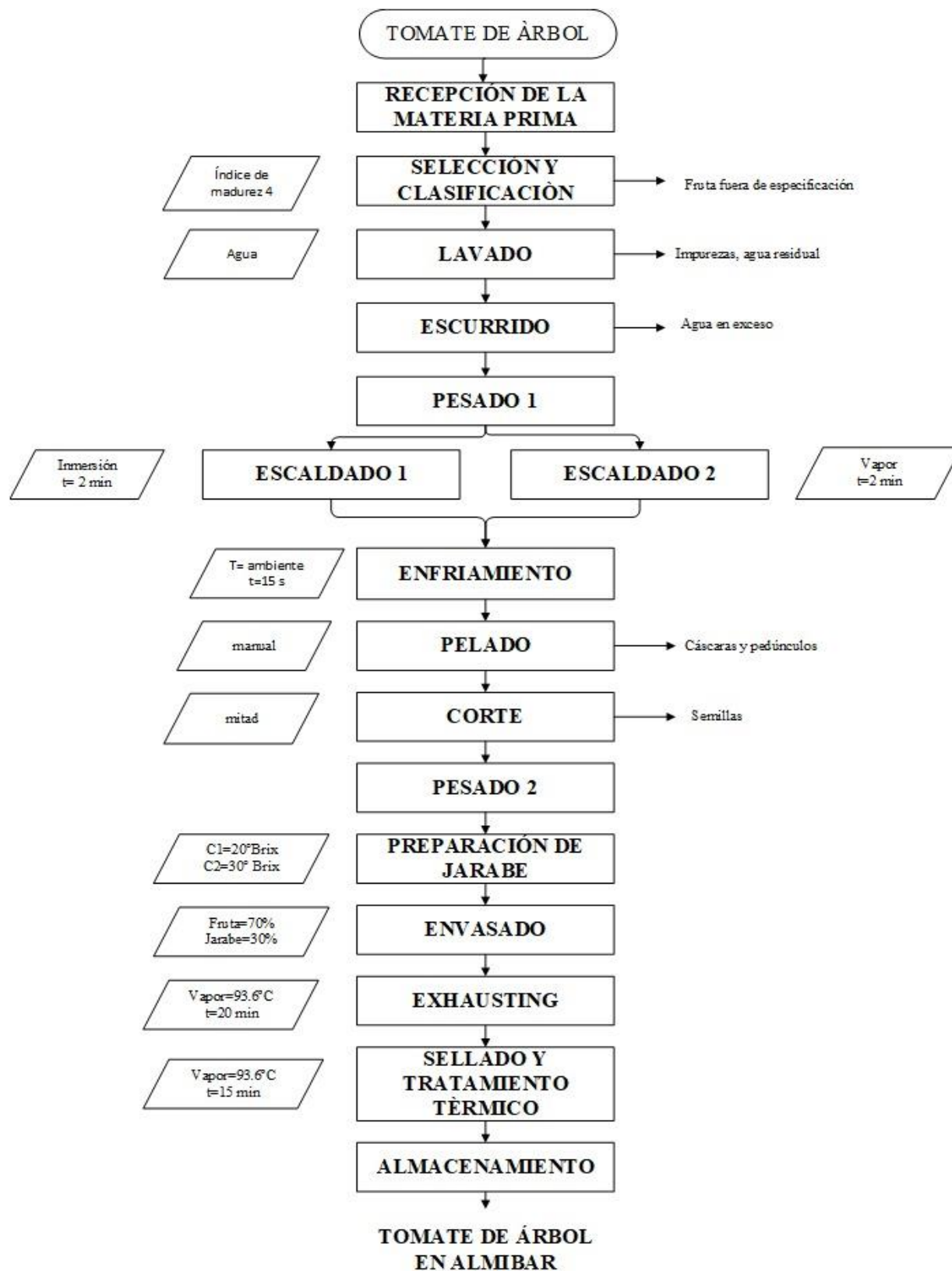
3.4 Manejo Específico del Experimento

La parte experimental se dirigió mediante el diagrama de flujo descrito a continuación

3.4.1 Diagrama de Flujo

Figura 5

Diagrama de Flujo del Tomate de Árbol en Almíbar



3.4.2 Descripción del Proceso

3.4.2.1 Recepción de la Materia Prima

El tomate de árbol variedad amarillo gigante se adquirió en el mercado Mayorista de la ciudad de Ibarra con un estado de madurez pintón (escala 4), posterior a ello, se trasladó la materia prima al laboratorio de frutas y verduras de las Unidades Edu – Productivas de la Universidad Técnica del Norte, a continuación, se procedió a colocar en gavetas plásticas con el fin de revisar que la fruta se encuentre en óptimas condiciones de acuerdo con lo requerido. Como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Recepción de Tomate de Árbol



3.4.2.2 Selección y Clasificación

Esta operación se la ejecutó con el fin de seleccionar los frutos que se encuentren en los estados de madurez fisiológico 4 según la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 909:2015. Evaluando el grado de madurez de la fruta a simple vista de acuerdo con la escala de color del Tomate de Árbol, así también, mediante la relación entre los valores del mínimo de sólidos solubles totales y acidez titulable dentro del rango de madurez requerido como lo indica en la Figura 4.

$$IM = \frac{SS}{AT}$$

Figura 7

Selección de la Materia Prima



3.4.2.3 Lavado

En la Figura 8 se muestra el proceso en el cual, el tomate de árbol entró a un lavado tanto con agua potable como con agua destilada con el propósito de eliminar todo tipo de residuos, material extraño presentes en la materia prima.

Figura 8

Lavado de la Fruta



3.4.2.4 Escurrido

Para eliminar el exceso de agua presente en la fruta se dejó en reposo a temperatura ambiente.

3.4.2.5 Pesado 1

En la Figura 9 se procedió a pesar los frutos enteros y limpios para determinar la materia prima necesaria para la elaboración de las 12 unidades experimentales.

Figura 9

Pesado 1 del Tomate de Árbol



3.4.2.6 Escaldado

Tal como se observa en la Figura 10 se sumergió el tomate de árbol en agua a temperatura de ebullición por el tiempo de 2 minutos y de igual forma el mismo tiempo en el esterilizador. Se realizó este proceso con el propósito de inactivar y eliminar parcialmente microorganismos responsables del detrimento de la fruta.

Figura 10

Escaldado a Vapor e Inmersión de la Materia Prima



3.4.2.7 Enfriamiento

Luego del escaldado se realizó el enfriamiento de la fruta con agua destilada a temperatura ambiente durante 15 segundos, esto se realizó para evitar la sobre cocción y el ablandamiento excesivo de los tejidos.

3.4.2.8 Pelado

Se realizó un pelado manual como lo indica en la figura 11, eliminando la epidermis y pedúnculo.

Figura 11

Pelado Manual del Tomate de Árbol

**3.4.2.9. Corte**

El tomate de árbol se cortó en mitades y se procedió a retirar las semillas de la fruta. Tal como se observa en la Figura 12.

Figura 12

Corte de la Fruta



3.4.2.10 Pesado 2

Se procedió a pesar los cortes de tomate de árbol, tomando en cuenta los pesos 1 y 2 con el fin de obtener el rendimiento de la fruta.

Figura 13

Pesado 2 de la Materia Prima



3.4.2.11 Preparación de Jarabe

Se empezó mezclando agua más azúcar y se sometió a cocción, considerando dos concentraciones jarabe diluido con 20 ° Brix y jarabe muy concentrado de 30 °Brix.

Figura 14

Jarabe en dos Diferentes Concentraciones



3.4.2.12 Envasado

La lata posee un volumen de 771.3 g por lo tanto se deberá aplicar 70% (540 g) de fruta en presentación de cuartos con un 30% (231 g) de solución azucarada, tomando en cuenta que se debe dejar el 10% de espacio de cabeza en el envase. Pudiendo observarse en la Figura 15.

Figura 15

Envasado de la Fruta en las Latas



3.4.2.13 Exhausting

El exhausting se realizó en el esterilizador, en donde, se empleó las latas con las tapas sobre puestas con vapor a una temperatura de 93.6° C durante 20 minutos. Dicha operación tiene como propósito quitar de en medio el aire circulante del envase, pues de esta manera se está asegurando la formación de vacío.

3.4.2.14 Sellado y Tratamiento Térmico

Tal cual se muestra en la Figura 16 se sellaron las latas herméticamente en una selladora de latas manual, luego se esterilizaron los envases a temperaturas de 93.6 °C, por un lapso de 15 minutos.

Figura 16

Sellado



3.4.2.13 Almacenamiento

En la Figura 17 se evidencia que el producto final se dejó almacenado a temperatura ambiente.

Figura 17

Almacenamiento



3.5 Métodos Analíticos

3.5.1 Determinación De Polifenoles Totales

Preparación de reactivos

Solución carbonato de sodio al 20%: Transferir cuantitativamente 20 g de carbonato de sodio en un balón volumétrico de 100 ml, disolver y completar a volumen con agua destilada.

Solución estándar de Metanol: Transferir cuantitativamente 700 ml de metanol en un balón volumétrico de 1000 ml, completar a volumen con agua bidestilada (densidad de la solución 0.872 g/ml).

Solución estándar primario de Ácido Gálico (200 ppm): Transferir cuantitativamente 0.020 g de ácido gálico en un balón volumétrico de 100 ml, disolver y completar a volumen con agua destilada.

Solución estándar para curva de calibración

A partir de la solución estándar primario de 200 ppm se realiza la curva de calibración diluyendo el estándar en cinco concentraciones: 5, 10, 40, 80, 100, 140 ppm.

Procedimiento

Extracción de la muestra

En un Erlenmeyer de 125 ml pesar 1 g de muestra.

Adicionar 75 ml de solución acuosa de metanol al 70% y colocar un agitador magnético.

Conducir la muestra a la plancha de agitación y agitar por 45 minutos a temperatura ambiente.

Filtrar el extracto a través de papel Whatman N.º 4 en un balón volumétrico de 100 ml, lavar el filtro y aforar con solución acuosa de metanol al 70%.

Cuantificación en el Espectrofotómetro UV-VIS

Tomar 1 ml del extracto, añadir 6 ml de agua destilada y 1 ml de reactivo de Folin Ciocalteu, luego de tres minutos añadir 2 ml de la solución de carbonato de sodio al 20%, inmediatamente agitar en vortex y calentar en baño maría a 40 °C por 2 minutos (este procedimiento se realiza tanto para las muestras como para los estándares).

Pasar la solución a una cubeta de vidrio y cuantificar en el espectrofotómetro UV-VIS bajo las siguientes condiciones:

Longitud de onda: 760 nm

Temperatura: ambiente

Slit: 0.2 nm

Cálculos y expresión de los resultados

La cuantificación se realiza utilizando una curva de calibración realizada previamente en el equipo y utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{mg}{g} \text{ Ácido Gálico } \frac{a*b*d*f}{p}$$

Donde:

a= Concentración de ácido gálico obtenida a partir de la curva de calibración

b= Volumen total de extracto (100 ml)

d= Factor de dilución

f= Factor para transformar unidades (f=0.001)

p= Peso de la muestra g

3.5.2 Determinación de Capacidad Antioxidante por el Método ABTS

Preparación de reactivos

Solución A (0.2 mol/L): Pesar 1.037 g de fosfato de sodio monobásico y llevar a 100 ml con agua destilada en un balón aforado.

Solución B (0.02 mol/L): Pesar 5.33 g de fosfato de sodio dibásico y llevar a 500 ml con agua destilada en un balón de aforo.

Mezclar 95 ml de la solución A con 405 ml de la solución B, llevar a 900 ml con agua destilada y medir el pH. Ajustar el pH con las soluciones A o B sobrantes de acuerdo con lo necesario hasta alcanzar un valor de pH= 7.0 y llevar a 1 L en un balón aforado.

Solución Stock de ABTS

Solución de ABTS (7 mM): Pesar 0.0960 g de ABTS (548.68 g/mol), disolver en agua ultrapura completamente y aforar a un volumen de 25 ml. Almacenar a temperatura de refrigeración (4 °C).

Solución de Persulfato de Potasio K₂S₂O₈ (2.45 mM): Pesar 0.01655 g de persulfato de potasio, disolver en agua ultrapura y aforar a 25 ml. Conservar la solución en refrigeración.

Solución activada de ABTS. +

Mezclar en proporción 1:1 la solución de ABTS (7 mM) con la de $K_2S_2O_8$ (2.45 mM) y dejar reposar 16 horas antes de su uso. Filtrar la solución por un papel filtro Whatman de grado 0.4 y envasar en un frasco ámbar. La solución se mantiene estable 24 horas, por lo que se recomienda realizar el día del análisis.

Solución de trabajo ABTS. +

En un frasco ámbar diluir la solución activada de ABTS. + con buffer fosfato hasta obtener una lectura de absorbancia de 1.1 a una longitud de onda de 734 nm.

Preparación de la curva de calibración

Solución Madre de Trolox (2000 $\mu\text{mol/L}$): Pesar 0.050 g de Trolox (PM 250.32 g/mol), adicionar de 15 a 20 gotas de etanol al 95% para disolver todos los cristales y llevar a 100 ml con la solución amortiguadora en un balón aforado ámbar. La preparación y manipulación del Trolox se realiza en oscuridad o con ayuda de luz amarilla para evitar su degradación. Envasar la dilución en una botella ámbar.

Nota: Sólo preparar para usar el día del análisis y luego descartarlo.

Curva de calibración (0-800 $\mu\text{mol/L}$): Preparar las soluciones patrón como se indica en la tabla 16 y diluir con la solución amortiguadora hasta un aforo de 10 ml.

Tabla 20

Preparación de Soluciones Patrón de Trolox

Concentración ($\mu\text{mol Trolox}$)	Alicuota de solución de trabajo de Trolox (ml)
Blanco	0
200	2.5
400	5
600	7.5
800	10

Determinación de la Capacidad Antioxidante

- Transferir a un tubo de vidrio un volumen de 200 $\mu\text{mol/L}$ de muestra debidamente diluida con buffer fosfato y adicionar 3800 μl de la solución de trabajo de ABTS. + ($A_{734}=1.1$).
- Del mismo modo, transferir 200 μl de buffer fosfato y de las soluciones patrón de Trolox y adicionar 3800 μl de la solución diluida de ABTS. +
- Agitar los tubos y dejar reposar por un tiempo de 45 minutos. –
- Medir la absorbancia final de cada muestra por duplicado a una longitud de onda de 734 nm.
- Para la curva de calibración se calcula la absorbancia neta como lo indica la ecuación 2, se grafica en función de la concentración.

Tabla 21

Concentración en Relación con la Absorbancia Neta

Concentración ($\mu\text{mol Trolox}$)	Absorbancia Neta
0	0.00
200	0.231
300	0.325
400	0.428
500	0.532
600	0.648
700	0.740
800	0.844
a	0.009438596
b	0.0001049156
r	0.999695975

Determinación de la absorbancia neta

$$\text{ABS muestra y/o patrón Trolox} = \text{ABS solución de trabajo inicial} - \text{ABS muestra 45 min} - \text{ABS blanco}$$
 (2) El valor obtenido interpolar en la curva de calibración.

Expresar los resultados en $\mu\text{mol Trolox/ml}$ o $\mu\text{mol Trolox/g}$ de muestra.

3.5.3 Análisis Estadístico

Las muestras de tomate de árbol de cada tratamiento se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como valores medios, la desviación estándar y se sometieron al análisis de varianza ANOVA y comparaciones múltiples entre las medias, mediante la prueba de Tukey ($p\text{-value} \leq 0.05$) para tratamientos y DMS para factores usando el software estadístico InfoStat y

el software Excel para la comparación de los resultados así como para la elaboración de las gráficas de los valores de las media.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la Materia Prima para la Obtención de Tomate de Árbol en Almíbar.

Se efectuó la caracterización fisicoquímica de la materia prima, los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 22 y 23.

Tabla 22

Caracterización Fisicoquímica de Tomate de Árbol Base Fresca

Parámetros fisicoquímicos	Resultados materia prima
Sólidos solubles (°Brix)	10.54±0.04
Acidez titulable %	1.34±0.01
pH	4.01±0.01

Con base a los resultados de la Tabla 22 se determinó que los sólidos solubles van en un rango de 10.54 °Brix, acidez titulable 1.34 % de ácido cítrico y pH de 4.01.

Los cuales están dentro de lo establecido en la normativa NTE INEN 1909 para tomate de árbol en estado de madurez pintón, en donde considera que la acidez titulable debe tener un máximo de 2.0% como ácido cítrico, para sólidos solubles mínimo 9 °Brix y para el índice de madurez mínimo 4.5.

Así también, en comparación con en el estudio realizado por Camacho (2019, pág. 58) sobre la caracterización fisicoquímica y funcional de una población de segregantes de tomate de árbol obtuvo resultado similares a la presente investigación, estableciendo que la acidez

titulable en los 50 segregantes de tomate de árbol varía en un rango de 0.68 a 1.63% de ácido cítrico; los sólidos solubles varían de 10.60 a 12.90 °Brix y el índice de madurez varía entre 7.0 a 17.10.

Moreno (2007) Señala que la acidez total en tomates se incrementa durante el desarrollo y alcanza un máximo en el estado de rojo incipiente y después disminuye gradualmente con estados más avanzados de maduración, por lo que su pH va en aumento y en algunas ocasiones permanece constante si la variación en la acidez total no es muy significativa.

En cuanto al pH el resultado obtenido en base fresca fue 4.01 siendo éste similar a los datos obtenidos por Moreno (2007) en su investigación sobre el efecto de ácido cítrico sobre la madurez del tomate de árbol con valores de pH que oscilan entre 3.80 -4.10. Chavarrías (2013), considera que la mayoría de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8. Dando a entender que al encontrarse con pH menor no existe posibilidad de formación de *Clostridium botulinum*, *E. coli* y *Salmonella*.

Tabla 23

Compuestos Antioxidantes de la Fruta Fresca

Compuesto	Contenido
Polifenoles (mg AGE/100g fruta)	410.43±2.55
Capacidad Antioxidante (µm Trolox/g)	98.31±0.32
ABTS	

Nota: AGE: Ácido Gálico Equivalente

Por otra parte, se obtuvo los resultados de las características funcionales 410.43 mg ácido gálico/100g fruta para polifenoles siendo valores superiores a los estudios mencionando por Repo & Encina (2008) con 130 mg de equivalente ácido gálico/100 g muestra; así también Camacho (2019), manifiesta que el contenido de polifenoles totales varía en un rango de 5.11 a 13.42 mg ácido gálico/g.

Y en cuanto a capacidad antioxidante se tuvo datos de 98.31 $\mu\text{mol Trolox/g}$ los mismos que se encuentran dentro de los rangos establecidos de 52.43 a 169.61 $\mu\text{mol Trolox/g}$ (Camacho, 2019, pág. 58).

Estos resultados son superiores a los presentados por Espín et al. (2016) quienes indican que la capacidad antioxidante del tomate de árbol para la variedad amarilla gigante presenta entre 10 y 17 $\mu\text{mol Trolox/g}$; la variedad Morado Gigante 15 $\mu\text{mol Trolox/g}$ y la variedad Morada de Nueva Zelanda 50 $\mu\text{mol Trolox/g}$ en base seca. Este incremento de la capacidad antioxidante puede deberse a que los compuestos bioactivos responden a una expresión genética incluida por factores ambientales como la luz, nutrición y situaciones de estrés.

Así también, en otro estudio realizado sobre el aguaymanto (*Physalis peruviana*) dan a conocer que influye en forma directamente proporcional con su contenido de compuestos bioactivos, lo que a su vez repercute en que la capacidad antioxidante sea mayor en el fruto mientras va madurando. Repo & Encina (2008).

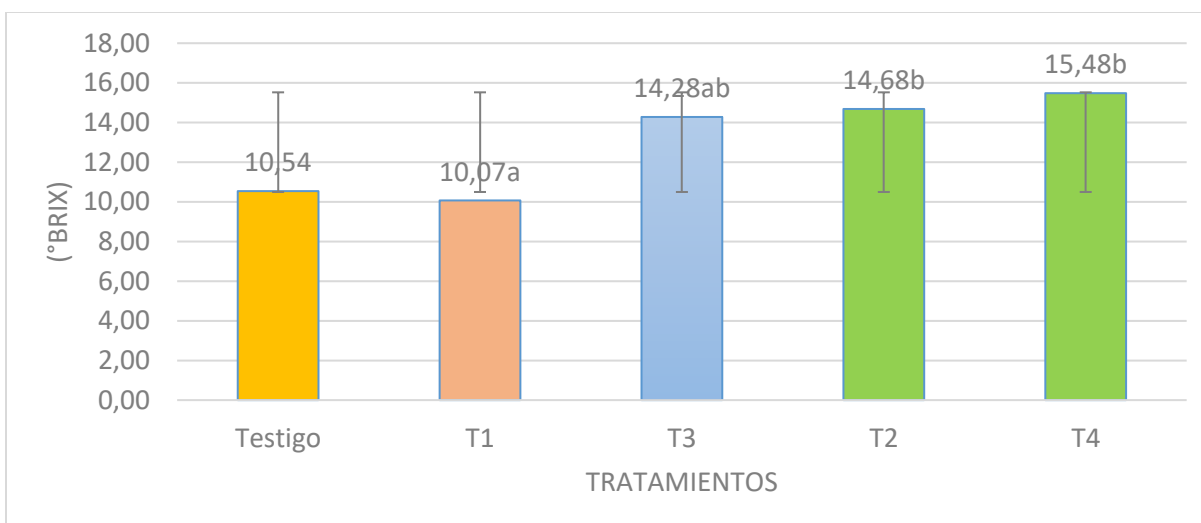
4.2 Análisis de las Características Fisicoquímicas y Funcionales del Producto Final.

4.2.1 Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) en Tomate de Árbol En Almíbar Enlatado

Se puede visualizar en la Figura 18 el comportamiento de los sólidos solubles después del proceso de enlatado de tomate de árbol, en donde, durante el almacenamiento aumenta la concentración de sólidos solubles esto se explica por la hidrólisis de los polisacáridos, principalmente almidón y su transformación en azúcares simples Sampaio et al. (2008, págs. 141-145). A pesar de que, Maldonado et al. (2014, págs. 193-206) dan a conocer que el contenido de sólidos solubles no refleja necesariamente la concentración real de azúcares, dado que ácidos orgánicos, fenoles simples de azúcares, pigmentos solubles, péptidos pequeños, aminoácidos y sales solubles, aportan los valores reportados.

Figura 18

Sólidos Solubles del Enlatado de Tomate de Árbol



Según la Figura 18, el T1 presenta una disminución frente a los demás tratamientos. Autores como Amores (2011) y Huachuhuillca (2017), mencionan que la baja diferencia de sólidos solubles se debe al estado de madurez de la fruta, y que también el proceso de liofilización hace que la concentración de azúcar aumente, considerando que la fruta antes de ser liofilizado este al límite de su madurez.

Por otro lado, Hernandez Toledo (2013), da a conocer que estos cambios se dan debido a transferencia de masa, ya que existió una migración de solutos desde la solución más concentrada hacia la más diluida tratando de establecer un equilibrio en el medio.

Se evidenció que los datos no presentaron una distribución normal después de llevar a cabo las pruebas de normalidad y homogeneidad, por tal razón se realizó el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis mismo que se muestra en la Tabla 24, estableciendo que, al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás debido a que *p value* es menor a 0.05.

Tabla 24

Prueba de Kruskal Wallis para los Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Medias	D.E	Medianas	H	p
T1	10.07	0.11	10.07	8.74	0.0329
T2	14.68	0.46	14.68		
T3	14.28	0.12	14.28		
T4	15.48	0.98	15.48		

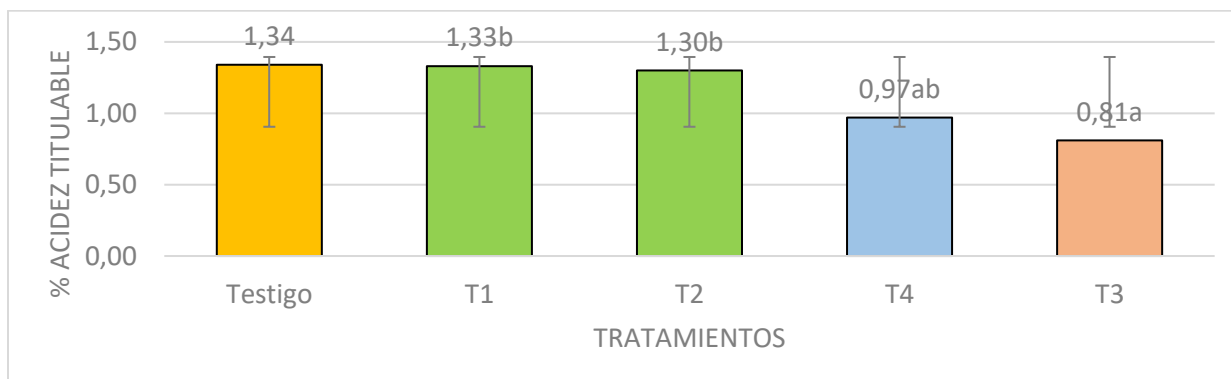
Para constatar en que tratamientos son diferentes, se lo realizó mediante la prueba de ranking, la cual se encuentra en el Anexo 1, Tabla 32, en donde se puede observar que los tratamientos T1 y T2 no son significativamente diferentes y presentaron una disminución de los sólidos, mientras tanto que los tratamientos T4 y T2 son estadísticamente iguales presentando mayor contenido de sólidos solubles en cuanto a la materia prima. Palacios Farfan (2019) explica que, al aplicar tratamientos térmicos, se produce una disminución en el grado de interacción entre las moléculas incrementando el espacio intermolecular, lo cual conlleva a transferir solutos desde la solución más concentrada hacia la más diluida. De tal manera, ocurrió en los tratamientos T1 y T2 dándose la transferencia de sólidos desde la fruta hacia el líquido de cobertura, por su concentración menor de sólidos solubles, mientras que, en los demás tratamientos, la transferencia se fue desde el almíbar hacia la fruta tratando de establecer un equilibrio en el medio

4.2.2 Acidez Titulable en Tomate de Árbol en Almíbar Enlatado

En cuanto a la acidez titulable, se puede observar en la Figura 19 la variación de los valores obtenidos de los tratamientos del tomate de árbol enlatado.

Figura 19

Acidez Titulable del Enlatado de Tomate de Árbol



Los tratamientos T1 y T2 vendrían a presentar mayor estabilidad de acidez en comparación con el valor de la fruta fresca, el T4 presenta un valor intermedio y el T3 adquiere el valor más bajo enlatado. Son menores en comparación con el de la materia prima fresca, debido a lo mencionado por Sampaio et al. (2008) en donde la acidez de la fruta disminuyó durante la maduración debido a la contribución de los ácidos orgánicos como fuente de energía durante la respiración.

Una vez, realizada la prueba de normalidad y homogeneidad se obtiene que los datos no presentan una distribución normal, por lo que se realizó el análisis no paramétrico en Kruskal Wallis, en donde se determinó que al menos uno de los tratamientos es distinto al resto debido a que el *p-value* es menor a 0.05.

Tabla 25

Prueba de Kruskal Wallis para la Acidez del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1	1.33	0.03	1.33	9.81	0.0172
T2	1.30	0.00	1.30		
T3	0.81	0.03	0.81		
T4	0.97	0.03	0.97		

Para conocer entre qué tratamientos existen diferencias, se llevó a cabo a través de la prueba de ranking, la cual se encuentra en el Anexo 1, Tabla 35, estableciendo que los tratamientos T1 y T2 son estadísticamente iguales y presentaron mayor estabilidad de acidez titulable, siendo T1 el

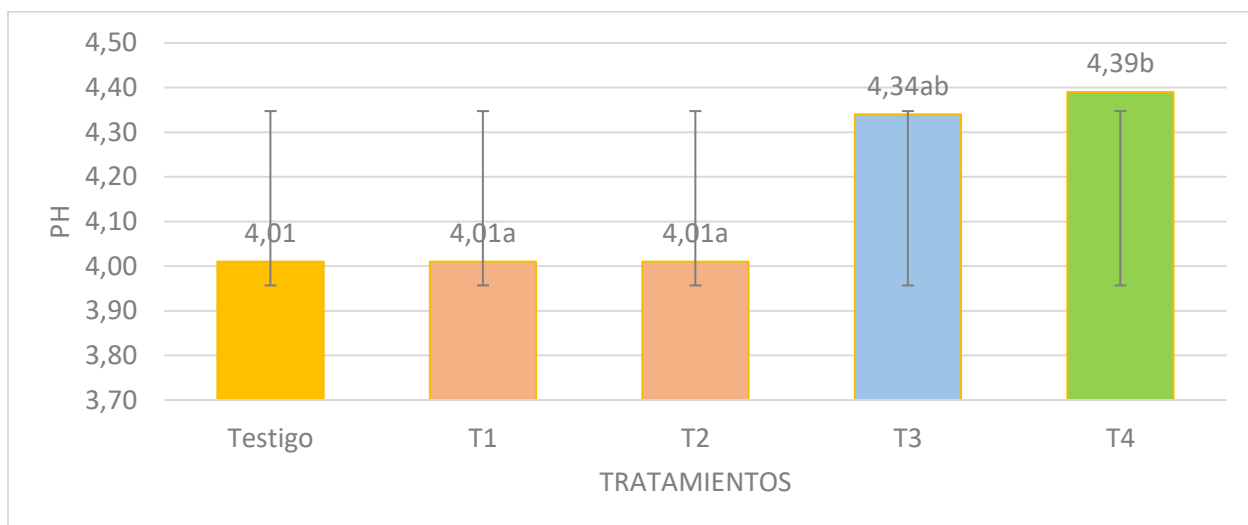
que más se acerca al valor original del tomate de árbol fresco. De acuerdo con, Canacuan, Murillo, & Santos (2016), la disminución de la acidez luego de aplicar tratamientos térmicos durante el proceso de enlatado puede estar asociados a los procesos de lixiviación y oxidación de los compuestos orgánicos, ya que la matriz biológica fue afectada por acción de la temperatura.

4.2.3 pH en Tomate de Árbol En Almíbar Enlatado

De acuerdo con lo manifestado por Andrimba (2022), el pH tiene influencia en la estabilidad y múltiples procesos de alteración en los alimentos, así como también en la proliferación de microorganismos por lo que actúa como un indicador del estado de los productos. En la Figura 20 se indica el comportamiento del pH del tomate de árbol luego del proceso de enlatado.

Figura 20

pH del Enlatado de Tomate de Árbol



El pH de la fruta fresca con los tratamientos T1 y T2 se mantuvieron a diferencias de los tratamientos T3 y T4 que llegaron a incrementar mismos que pueden ser observados en la Figura 20.

De acuerdo con, Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, (2004) el pH de la fruta conservada debe ser tan baja como su palatabilidad lo permita, para de esta manera lograr una forma más efectiva de inocuidad.

Se realizó el análisis no paramétrico en Kruskal Wallis, ya que de acuerdo con la prueba de normalidad y homogeneidad no presenta distribución normal, llegando a determinar que al menos uno de los tratamientos es distinto al resto debido a que el *p-value* es menor a 0.05 como lo indica en la Tabla 26.

Tabla 26

Prueba de Kruskal Wallis para el pH del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1	4.01	0.03	4.01	9.13	0.0234
T2	4.01	0.00	4.01		
T3	4.34	0.05	4.34		
T4	4.39	0.01	4.39		

Para conocer entre qué tratamientos existen diferencias, se llevó a cabo a través de la prueba de ranking, la cual se encuentra en el Anexo 1, Tabla 37, estableciendo que el tratamiento es el T1

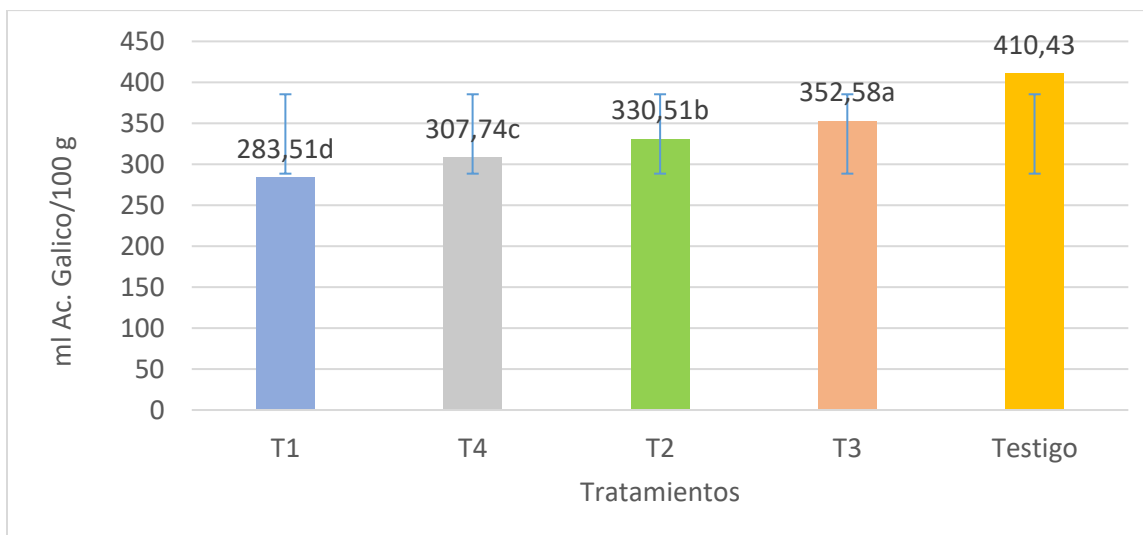
y T2 son estadísticamente iguales como se lo puede observar de acuerdo con los rangos obtenidos, no así el T3 y T4. Estas diferencias se dan por el alto contenido de sólidos solubles presentes en dichos tratamientos.

4.2.4. Polifenoles Totales en Tomate de Árbol en Almíbar Enlatado

Luego de realizar la cuantificación de polifenoles totales de tomate de árbol enlatado, los valores obtenidos se presentan en el Anexo 1, Tabla 38, mientras que en la Figura 21 se muestra el comportamiento de los compuestos fenólicos después del proceso de enlatado, los cuales presentan una disminución en comparación con el valor de la materia prima.

Figura 21

Polifenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado



Como se puede observar en la figura 21, los compuestos fenólicos del tomate de árbol se reducen después del proceso de enlatado. Según Hernandez (2013), esta disminución se pudo dar al existir reacciones de degradación de estos compuestos al aplicar tratamientos térmicos durante

el proceso de enlatado. Para determinar si estas disminuciones son diferentes entre los tratamientos, se realizó el análisis de varianza bajo los supuestos de normalidad y homogeneidad de datos (Tabla 27), en donde se puede evidenciar diferencias altamente significativas entre tratamientos, factores y la interacción, por lo que se rechaza la hipótesis nula debido a que el proceso de enlatado si tiene efecto sobre el contenido de polifenoles del tomate de árbol.

Tabla 27

Análisis de Varianza Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado

Fuentes de variación	G. L	SC	CM	F	p-valor	
Total	11	8316.96	756.09			
Tratamiento	3	7937.21	2645.74	55.74	<0.0001	**
Concentración	1	1607.77	1607.77	33.87	0.0004	**
Cocción	1	3.50	3.50	0.07	0.7929	NS
Concentración*cocción	1	6325.94	6325.94	133.27	<0.001	**
Error experimental	8	379.75	47.47			

Nota. **Altamente significativo

Como se puede observar en la Tabla 27, al presentar diferencias significativas se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y Diferencia Mínima Significativa (DMS) para los factores. De acuerdo con la prueba de Tukey presentada en el Anexo 1: Tabla 39, se puede distinguir que el T3 es el tratamiento que presentó mayor estabilidad y contenido de compuestos fenólicos con respecto a la materia prima, mientras que los demás tratamientos presentaron menor valor. De acuerdo con lo manifestado por Hernandez Toledo (2013), esta disminución pudo ocurrir debido a que estos compuestos son hidrófilos por lo que pudieron migrar hacia el almíbar, así

también pudo existir reacciones de degradación durante la aplicación de tratamientos térmicos, provocando una disminución en el fruto.

Al existir significancia estadística para factores se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa DMS, permitiendo evidenciar que existen dos rangos para el factor concentración, la misma que se muestra en la Tabla 28, en donde se llega a determinar que C2 presenta valores más altos.

Tabla 28

DMS de Fenoles Totales en el Tomate de Árbol Enlatado. Factor A (Concentración)

Factor A		
Concentración	Medias	Rangos
C2	330.16	a
C1	307.01	b

Por otra parte, la prueba DMS para el factor escaldado presentó dos rangos (Tabla 29), en donde se observa que los dos métodos de escaldado contienen el mismo rango, obteniendo valores altos.

Tabla 29

DMS de Fenoles Totales en el Tomate de Árbol Enlatado. Factor B(Escaldado)

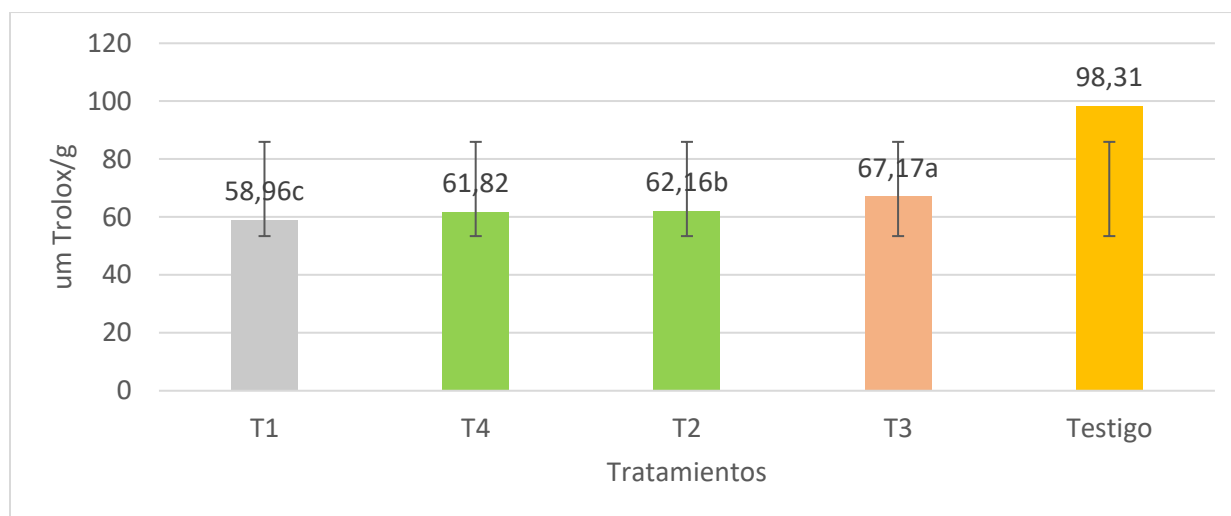
Factor B		
Escaldado	Medias	Rangos
T2	319.13	a
T1	318.05	a

4.2.5. Capacidad Antioxidante en Tomate de Árbol en Almíbar Enlatado

Luego de realizar la cuantificación de capacidad antioxidante del tomate de árbol enlatado, los resultados se muestran en el Anexo 1: Tabla 40. Mientras que, en la Figura 22 se muestra el comportamiento de la capacidad antioxidante después del proceso de enlatado.

Figura 22

Contenido de Capacidad Antioxidante



Según la Figura 22, para la capacidad antioxidante del tomate de árbol en almíbar se puede evidenciar que hay una disminución de su contenido luego de realizar el proceso de enlatado. De

acuerdo con Encina, Bernal, & Rojas (2013), la disminución de estos compuestos se pudo dar debido al efecto que tuvo los tratamientos térmicos aplicados durante el proceso de enlatado.

Esta disminución puede atribuirse ya que se pierden los compuestos bioactivos termolábiles como vitaminas, antocianinas, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos presentes en la fruta (Encina et al., 2013).

Es, así pues, para determinar si esta disminución es diferente entre los tratamientos, se realizó el análisis de varianza bajo el criterio de normalidad y homogeneidad de datos, lo que indica que hubo un buen manejo del experimento.

En la Tabla 30. Se presenta el análisis de varianza en donde, existe diferencia significativa entre tratamientos, factores y la interacción, por lo que se rechaza la hipótesis nula ya que el proceso de enlatado influye sobre la capacidad antioxidante del tomate de árbol. Al existir estas diferencias significativas, se procedió a realizar la prueba Tukey para los tratamientos, con un nivel de significancia del 5% y DMS para los factores.

Tabla 30

Análisis de Varianza. Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado

Fuente de variación	SC	G. L	CM	F	p-valor	
Total	108.67	11				
Tratamiento	104.66	3	34.89	69.64	<0.0001	**
Concentración	46.33	1	46.33	92.50	<0.0001	**
Cocción	3.46	1	3.46	6.90	0.0303	*
Concentración*cocción	54.87	1	54.87	109.54	<0.0001	**

Error	4.01	8	0.50
-------	------	---	------

De acuerdo con la prueba Tukey (Anexo 1, Tabla 41) se puede diferenciar tres rangos con diferentes comportamientos, en donde T1 reporta menor contenido de capacidad antioxidante con respecto al valor de la materia prima, los tratamientos T2 y T4 no presentan diferencias significativas siendo estos también bajos en cuanto al contenido y el T3 fue el tratamiento que presentó mayor valor.

De igual forma a través de la prueba DMS presentado en la Tabla 31, para el factor C (concentración de almíbar) se puede evidenciar que existe dos rangos, en el cual C2 (30 °Brix) presentó un valor más alto en comparación a los demás.

Tabla 31

DMS de Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado. Factor A (Concentración)

Factor A		
Concentración	Medias	Rangos
C2	64.49	a
C1	60.56	b

Por otra parte, la prueba DMS para el factor B (escaldado) presentó dos rangos (Tabla 32), en donde se observa que los dos tipos de escaldado no presentan diferencia significativa.

Tabla 32

DMS de Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado. Factor B (Escaldado)

Factor B		
Escaldado	Medias	
T1	63.06	a
T2	61.99	a

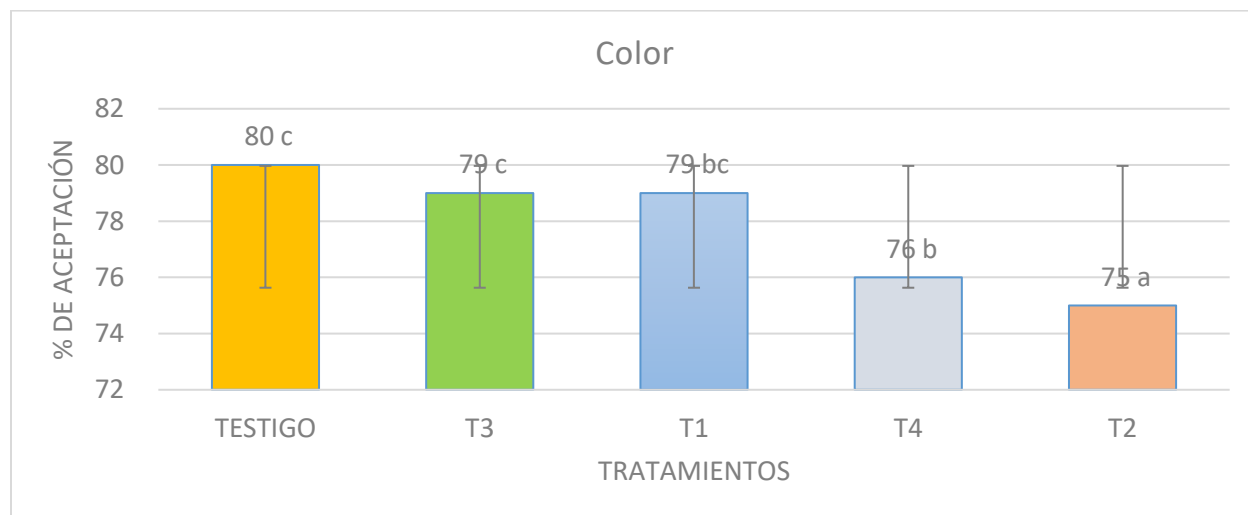
4.3 Evaluación de las Características Sensoriales del Producto Final de los Mejores Tratamientos.

4.3.1 Color

La evaluación sensorial del color se lo realizó a través de la comparación visual, siendo uno de los factores de importancia al adquirir un producto.

Figura 23

Porcentajes de Aceptación de Color en el Producto



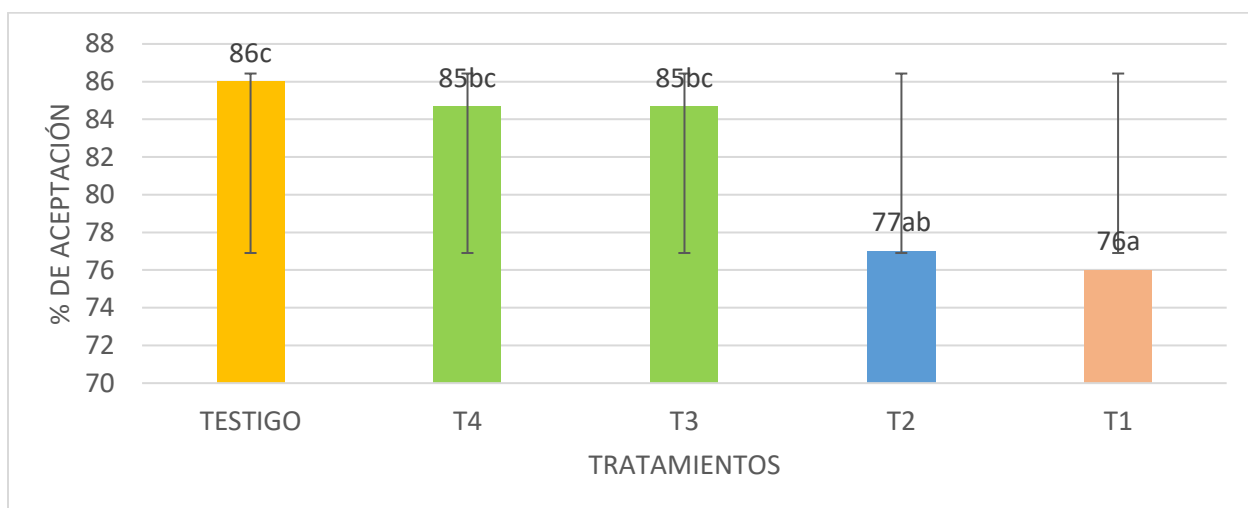
Al realizar la prueba de Friedman se obtuvo un *p value* de 0.0052 siendo menor al establecido de 0.05 por lo tanto se determinó que si existe diferencias significativas en cuanto al color.

Se procedió a realizar la prueba de ranking para determinar entre que tratamientos existen diferencias, la cual se encuentra en el Anexo 3, Tabla 42, estableciendo que los tratamientos T3 y T1 obtuvieron una aceptación similar a la del testigo. Aquí se evidenció que tuvo mayor aceptabilidad el testigo puesto que estuvo menos expuesto a manipulación de la fruta ya que fue en presentación entera.

4.3.2 Sabor

Figura 24

Porcentajes de Aceptación de Sabor en el Producto



Se puede evidenciar en la Figura 24 que como resultado de la prueba de Friedman se consigue tener un *p value* de 0.0389 siendo menor al *p value* 0.05, por ello, se concluye que si existen diferencias significativas en el sabor.

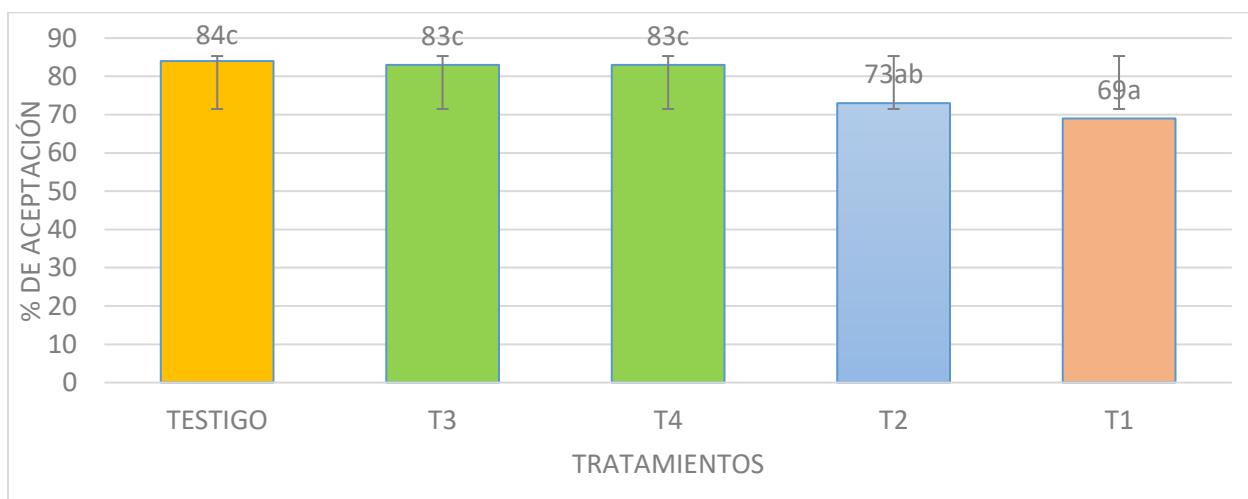
Para constatar lo mencionado, se lo realizó con la prueba de ranking en el Anexo 3, Tabla 43. fijando que los tratamientos T4 y T3 son estadísticamente iguales con valores similares al testigo, no así los T2 y T1 principalmente debido a la concentración utilizada que fue de 30 °Brix, así también, se pudo constatar que el testigo fue el más aceptado respecto a este atributo debido a que dentro de sus ingredientes colocaron canela y clavo de olor mismos que dieron realce al sabor en los tomates en almíbar.

DECCOIBERICA (2018), expone que el sabor cambia debido a la hidrólisis de los almidones que se transforman en azúcares. Su sabor pasa de ser ácido a ser más dulce, debido a que su pH se eleva cuando madura.

4.3.3 Textura

Figura 25

Porcentajes de Aceptación de Textura en el Producto



El panel degustador dio a conocer su preferencia sobre la textura teniendo mayor aceptabilidad los tratamientos T3 y T4 frente a los demás tratamientos, ya que presentan

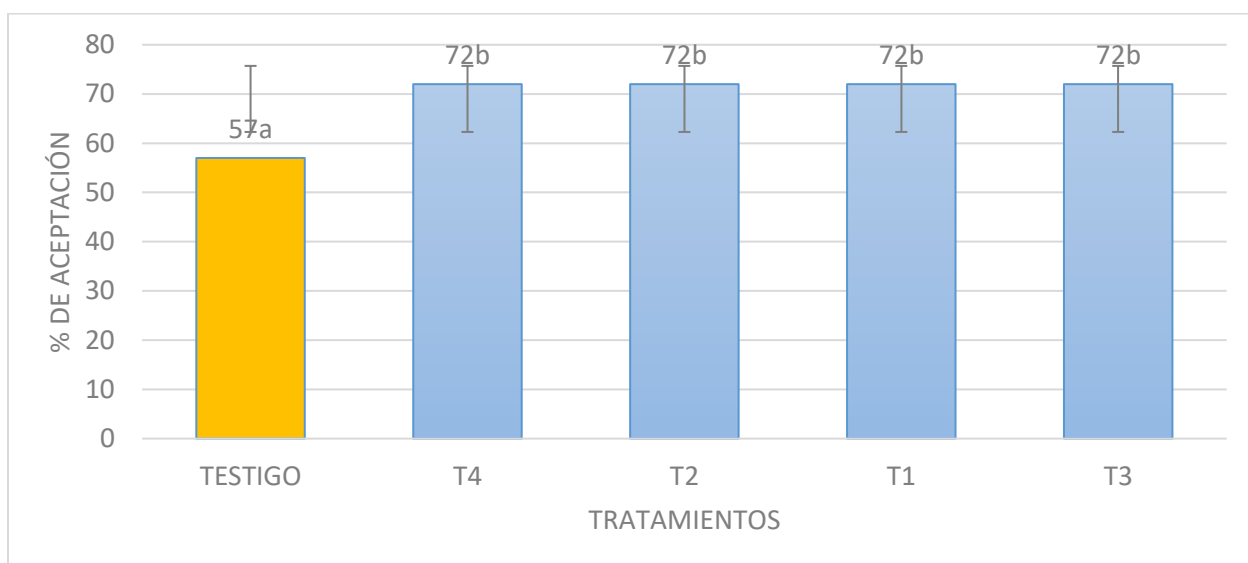
diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo ya que el *p value* obtenido fue 0.0001. En el Anexo 3, Tabla 44. se evidencia lo mencionado. En este atributo sobresalió la firmeza del tomate de árbol en conserva.

De acuerdo con lo mencionado por DECCOIBERICA (2018), la textura de las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares.

4.3.2 Presentación

Figura 26

Porcentajes de Aceptación de Presentación en el Producto Enlatado



En la Figura 26, se presenta el porcentaje aceptado por los catadores para el atributo presentación del tomate de árbol en almíbar, en donde los 4 tratamientos obtuvieron una aceptación similar debido a que se encuentran libre de semillas y es más fácil su consumo, a diferencia del testigo que tuvo presentación en enteros.

4.4 Análisis Microbiológico del Tomate de Árbol en Almíbar

De acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 2 337, 2008 destaca que los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad de acuerdo con la NTE INEN 2 335 teniendo como máximo nivel 10 UP/ cm³ para productos pasteurizados. Dando como resultado la inexistencia de microorganismos en el producto final.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Se establece, al realizar la caracterización del tomate de árbol *Solanum betaceum* Cav. en base a los análisis fisicoquímicos en materia prima fresca, que el estado de madurez óptimo para el proceso de enlatado de esta fruta es el estado fisiológico (pintón).
- ✓ Se determinó, que el método de escaldado por inmersión con una concentración de almíbar de 30 °Brix, mantienen las propiedades funcionales del fruto con relación al estado fresco, polifenoles 352,58 mg AGE/100 g y capacidad antioxidante 67,17 μm Trolox/g.
- ✓ La evaluación de los análisis sensoriales dio como preferencia al tratamiento 3: enlatado con concentración 30° Brix (30 g de azúcar/ 100 ml agua) y método de escaldado por inmersión, ya que obtuvo mayor aceptabilidad sobre sus atributos, ya que su sabor y textura son los más aceptados.
- ✓ Se observó una importante disminución del contenido de las propiedades funcionales del producto final en relación con la materia prima, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterativa propuesta en la presente investigación.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Analizar el contenido final de otros compuestos funcionales del tomate de árbol (vitamina C, flavonoides totales, carotenoides y antocianinas totales) con el propósito de ratificar que los resultados obtenidos sean confiables y reproducibles.

- ✓ Determinar la capacidad antioxidante con más de una metodología (DPPH y FRAP) para obtener datos con la cantidad de antioxidante total.
- ✓ Establecer el tiempo de almacenamiento y consumo de este enlatado mediante la determinación de la vida útil del producto final.
- ✓ Realizar un estudio de factibilidad para el procesamiento de enlatados en las Unidades Edu-productivas, con el propósito de intensificar los conocimientos acerca del tema, favoreciendo al mismo tiempo a la productividad de la Universidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alzamora, S. M. (2004). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas"Manual de Capacitación". En S. M. Alzamora, *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnología tecnologías combinadas"Manual de Capacitación"* (pág. 69). FAO.
- Amores, V. (2011). *Evaluación nutricional y Nutracéutica de la Mora de Castilla(Rubus glaucus) Deshidratada por Método de Liofilización y Comparación con la Obtenida por Deshidratación en Microondas y Secador en bandejas*. Obtenido de Repositorio, Riobamba: <http://dspace.esPOCH.edu/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>
- Andrimba, A. L. (2022). "Evaluación del comportamiento de las características fisicoquímicas y funcionales de la uvilla *Physalis peruviana* L. en almibar enlatada". En A. L. Andrimba, *"Evaluación del comportamiento de las características fisicoquímicas y funcionales de la uvilla *Physalis peruviana* L. en almibar enlatada"* (pág. 69). Obtenido de file:///C:/Users/hp/Desktop/TESIS%20DE%20GRADO%2023-6-2022/03%20EIA%20546%20TRABAJO%20GRADO_TESIS%20APOYO.pdf
- Angón, P., Santos, N., & Hernandez, C. (2006). índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 3-8.
- Bedolla, S. (2004). Introducción a la tecnología de alimentos. En S. Bedolla, *Academia del Área de PlantaS Piloto de Alimentos* (págs. 55-58). México: Limusa.

- Camacho, D. D. (2019). Caracterización fisicoquímica y funcional de una población de segregantes de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). 58-60.
- Canacuan, H. M. (2016). Effects of heat treatment on the concentration of vitamin C and surface color in three tropical fruits. *Lasallista de Investigación*, 13.
- Cardero, Y., Sarmiento, R., & Selva, A. (2009). Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *MEDISAN*.
- Carrera, P. (2013). DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL JUGO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum Cav*) PREPARADO A DIFERENTES TIEMPOS DE COCCIÓN DEL FRUTO. *Repositorio Universidad Central del Ecuador. Tesis de Grado para optar por el Título Profesional de*.
- Chavarrías, M. (2013). El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria. *Consumer*.
- CODEX. (2005). Obtenido de file:///C:/Users/hp/Downloads/CXS_247s.pdf
- CODEX STAN-319. (2015). Normas para algunas frutas en conserva. *Codex Alimentarius*.
- DECCOIBERICA. (28 de Agosto de 2018). *deccoiberica*. Obtenido de www.deccoiberica.es:
<https://www.deccoiberica.es/procesos-cambio-maduracion-de-la-fruta/>
- Domene, M., & Segura, M. (Septiembre de 2014). *PARÁMETROS DE CALIDAD INTERNA DE HORTALIZAS Y FRUTAS EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA*. Obtenido de Negocio Agroalimentario y Cooperativo: <http://chilorg.chil.me/download-doc/86426>
- Encina, C. A. (2013). Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. *Ingeniería*

- Industrial. En C. A. Encina, *Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica* (págs. 197-219).
- ESPAC. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos*, 43.
- Espin, G. T. (2016). Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chemistry*, 1073-1080. Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.131>
- FAO. (2020). *Frutas y verduras-esenciales en tu dieta* . Obtenido de Año internacional de las Frutas y Verduras : <https://doi.org/10.4060/cb2395es>
- Feican, C. (2016). DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.). *Researchgate.Agroproductividad*, 79.
- Ghani, A., Farid, M., & Richards, P. (2001). Thermal sterilization of canned food in a 3D pouch using computational fluid dynamics. *Journal of Food Engineering* 48, 147-156.
- Gil, Á. (2010). Tratado de Nutrición Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los alimentos. *SENPE-Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*.
- Goyenola, G. (Junio de 2007). *Determinación del pH*. Obtenido de RED MAPSA : http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf

Guevara, A., & Cancino, H. (2015). *Elaboración de Fruta en Almíbar*. Obtenido de [Centro de Investigación y Capacitación en Tecnología Alimentaria y Agroindustrial(CICTAAL), Universidad Nacional Agraria-La Molina].Repositorio institucional,: <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>

Hernandez Toledo, C. (2013). *Desarrollo de productos tratados por procesos térmicos a partir del fruto Physalis Peruviana Linnaeus*. Obtenido de <https://doi.org/MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERIA EN ALIMENTOS>

Horacio, M., & Cafaro, T. (2007). Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 525-532.

Huachuillca, L. (2017). *Efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa de aguaymanto(Physalis peruviana L)*. Obtenido de Tesis de Grado UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS. Repositorio: http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/263/Dina_Huachuillca_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de www.serviciometeorologico.gob.ec: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf

INIAP. (2004). MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaseum Cav*. *Repositorio digital INIAP*, 4.

INIAP. (2004). MANUAL GUÍA DE CAPACITACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL EN EL ECUADOR. *Repositorio INIAP*, 48.

INIAP. (2008). TOMATE DE ÁRBOL(*Solanum betaceum Cav*). *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones*.

INIAP. (2014). Tomate de árbol. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*.

Jiménez, H., González, M., Botello, J., & Navarrete, J. (2005). ESTUDIO NUMÉRICO DE LA ESTERILIZACIÓN TÉRMICA DE ALIMENTOS LÍQUIDOS ENLATADOS QUE CONTIENEN PARTICULAS EMPLEANDO EL ENFOQUE DE MEDIO POROSO. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 2-3.

León, J. (2002). Estudio pomológico de cinco cultivares de tomate de árbol \ (*Solanum betaceum Cav.*) \ en dos estados de cosecha y tres periodos de almacenamiento. *Tesis Ing. Agro. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas*, 100.

León, J., Viteri, P., & Cevallos, G. (2004). MANUAL DEL CULTIVO DE TOMATE(*Solanum betaceum Cav*). *INIAP-PROMSA*, 6.

Liria Dominguez, M. R. (8 de Febrero de 2008). *Harvestplus*. Obtenido de harvestplus.org: <http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>

López. (Agosto de 2000). *MANEJO POSTCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rbPFs2yZfu4J:bibliotecadigital.aronet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

- Maldonado, A. Y. (2014). Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombi* L. *Scientia Horticulturae* , 193-206.
- Márquez, C., Otero, C., & Cortéz, M. (2007). CAMBIOS FISIOLÓGICOS, TEXTURALES, FISICOQUÍMICOS Y MICROESTRUCTURALES DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* S.) EN POSCOSECHA. *VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD QUÍMICA FARMACEÚTICA*, 10-11.
- Márquez, C., Otero, C., Rojano, B., & Osorio, J. (2014). ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* S.) EN POSCOSECHA. *Dialnet*, 174.
- Morales, J., Unda, J., Martínez, A., & León, J. (2001). Diagnóstico agro-socio-económico del cultivo de tomate de árbol en cuatro provincias de la Sierra (Imbarura, Pichincha, Tungurahua, Azuay). *Tesis Ing Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas*, 91.
- Moreno Alvarez, M. (2007). Efecto del ácido cítrico sobre la madurez de tomate de árbol. *SciELO*.
- NTE INEN. (2009). FRUTAS FRESCAS. TOMATE DE ÁRBOL. REQUISITOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*, 3-4.
- Ordoñez, S., Torres, M., & Venancio, A. (2009). DIFERENCIACIÓN MOLECULAR EN VARIEDADES CULTIVADAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), MEDIANTE LA TÉCNICA MOLECULAR DE AFLP. *ResearchGate. Avances en ciencia e ingeniería* , 63.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Red de información sobre operaciones en poscosecha (INPhO). (1998). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5029s/X5029S00.htm#Contents>
- Palacios Farfan, E. (2019). *Elaboración de conservas de mango como alternativa competitiva en el distrito de Tambogrande con base en la NTP 203.100 mangos en conservas. 0-2*.
- Peralta, E. (2010). Evaluación de la aptitud de doce líneas y variedades de fréjol arbustivo(*Phaseolus vulgaris* L.) para el proceso de enlatado. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*.
- Repo, R., & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú.Scielo*.
- Repo, R., & Encina, Z. C. (Abril de 2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. Obtenido de scielo.org: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2008000200004&script=sci_arttext
- Sampaio, S. B. (2008). Postharvest respiration and maturation of some lesser-known exotic fruits from Brazil-ciriguela(*Spondias purpurea* L.). *Ceres*, 141-145.
- San Mauro, I., & Garicano, E. (2015). Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*.

Vásquez, B., & Guerrero, B. (2013). *Recubrimiento de frutas con biopelículas. Temas Selectos de ingeniería en alimentos.* Obtenido de web.udlap.mx:
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 7.1: Resultados y Pruebas De Significación (Tukey)

Tabla 33

Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Repeticiones			Promedio	Des. Estan.
	I	II	III		
T1	10.18	9.96	10.07	10.07	0.09
T2	14.23	15.14	14.68	14.68	0.37
T3	14.16	14.39	14.28	14.28	0.09
T4	16.46	14.50	15.48	15.48	0.80

Tabla 34

Prueba de Ranking para Sólidos Solubles del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Rangos
T1	2.00 a
T3	5.67 a b
T2	8.00 b
T4	10.33 b

Tabla 35*Acidez Titulable del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamiento	Repeticiones			Promedio	Des. Estan.
	I	II	III		
T1	1.30	1.35	1.33	1.33	0.02
T2	1.30	1.30	1.30	1.30	0.00
T3	0.84	0.78	0.81	0.81	0.02
T4	1.00	0.95	0.97	0.97	0.02

Tabla 36*Prueba de Ranking para Acidez Titulable del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamientos	Rangos
T3	2.00 a
T4	5.00 a b
T2	8.50 b
T1	10.50 b

Tabla 37*pH del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamiento	Repeticiones				
	I	II	III	Promedio	Des. Estan.
T1	3.98	4.03	4.01	4.01	0.02
T2	4.01	4.01	4.01	4.01	0.00
T3	4.29	4.38	4.34	4.34	0.04
T4	4.38	4.40	4.39	4.39	0.01

Tabla 38

Prueba de Ranking para pH del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamientos.	Rangos		
T2	3.50	a	
T1	3.50	a	
T3	8.17	a	b
T4	10.83		b

Tabla 39

Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamiento	Repeticiones			Promedio	Des. Estan.
	I	II	III		
T1	296.60	270.42	283.51	283.51	10.69
T2	329.83	331.19	330.51	330.51	0.56
T3	355.40	349.76	352.58	352.58	2.30
T4	310.92	304.56	307.74	307.74	2.60

Tabla 40

Prueba de Ranking para Fenoles Totales del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamientos	Medias	Rangos
T3	352.58	a
T2	330.51	b
T4	307.74	c
T1	283.51	d

Tabla 41*Capacidad Antioxidante del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamientos	Repeticiones			Promedio	Des. Estan.
	I	II	III		
T1	59.14	58.78	58.96	58.96	0.15
T2	63.32	61.01	62.16	62.16	0.94
T3	66.81	67.52	67.17	67.17	0.29
T4	62.53	61.10	61.82	61.82	0.58

Tabla 42*Prueba de Ranking para Capacidad Antioxidante de la Fruta Enlatada*

Tratamientos	Medias	Rangos	
T3	67.17	a	
T2	62.16		b
T4	61.82		b
T1	58.96		c

Anexo 7.2

Planilla Hedónica de Evaluación Sensorial



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



PLANILLA DE EVALUACION SENSORIAL

Evaluación del Proceso de Enlatado sobre las Características Fisicoquímicas y Funcionales de Tomate de Arbol Solanum Betaceum Cav. en Almíbar

Instrucciones:

- Califique del 1 al 5 cada una de las muestras tomando en cuenta su color, sabor, textura y presentación considerando que: (1 = Me disgusta mucho) y (5 = Me gusta mucho).
- Después de cada muestra tome un poco de agua para evitar interferencias entre tratamientos.
- Para la puntuación marque con una "X" en el casillero que considere adecuada la respuesta.



Propiedad organoléptica	Grado de satisfacción	Tratamientos				Testigo
		T1	T2	T3	T4	
Color	(5) Me gusta mucho					
	(4) Me gusta					
	(3) Neutro					
	(2) Me disgusta					
	(1) Me disgusta mucho					
Sabor	(5) Me gusta mucho					
	(4) Me gusta					
	(3) Neutro					
	(2) Me disgusta					
	(1) Me disgusta mucho					
Textura	(5) Me gusta mucho					
	(4) Me gusta					
	(3) Neutro					
	(2) Me disgusta					
	(1) Me disgusta mucho					
Presentación	(5) Me gusta mucho					
	(4) Me gusta					
	(3) Neutro					
	(2) Me disgusta					
	(1) Me disgusta mucho					

Anexo 7.3

Prueba de Significación Análisis Sensoriales

Tabla 43

Prueba de Ranking para Color del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamientos	Rangos			
T2	2.37	a		
T4	2.58	a	b	
T1	3.25		b	c
T3	3.33			c
TESTIGO	3.47			c

Tabla 44

Prueba de Ranking para Sabor del Tomate de Árbol Enlatado

Tratamientos	Rangos			
T1	2.53	a		
T2	2.60	a	b	
T3	3.23		b	c
T4	2.28		b	c
TESTIGO	3.35			c

Tabla 45*Prueba de Ranking para Textura del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamiento	Rangos		
T1	2.08	a	
T2	2.45	a	b
T3	3.45		c
T4	3.47		c
TESTIGO	3.55		c

Tabla 46*Prueba de Ranking para Presentación del Tomate de Árbol Enlatado*

Tratamiento	Rango		
TESTIGO	1.98	a	
T3	3.18		b
T1	3.25		b
T2	3.27		b
T4	3.32		b

Anexo 7.4

Conserva de Tomate de Árbol en Almíbar (Comercial)



Anexo 7.5

Norma técnica para tomate de árbol

NTE INEN 1909:2015



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 1909
Segunda revisión
2016-09

FRUTAS FRESCAS. TOMATE DE ÁRBOL. REQUISITOS

FRESH FRUIT. TREE TOMATO. REQUIREMENTS

NTE INEN 1909

2016-09

FRUTAS FRESCAS. TOMATE DE ÁRBOL. REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para el tomate de árbol destinado para consumo en estado fresco acondicionado y envasado.

Esta norma se aplica a todas las variedades del tomate de árbol *Solanum betaceum* Cav. anteriormente *Cyphomandra betacea* Sendt, estas son: anaranjado puntón, anaranjado redondo, morado neozelandés y morado gigante.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 6633, *Frutas, vegetales y productos derivados. Determinación del contenido de plomo. Método de espectrofotometría de absorción atómica sin llama*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según el límite de calidad de aceptación (LCA)*

NTE INEN-ISO 2173, *Productos vegetales y de frutas. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico*

NTE INEN-ISO 780, *Embalajes. Símbolos gráficos para la manipulación de mercancías*

NTE INEN-ISO 750, *Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN-CODEX 193, *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*

CPE INEN-CODEX CAC/RCP 53, *Código de prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas*

NTE INEN 1750, *Hortalizas y frutas frescas. Muestreo*

NTE INEN 1751, *Frutas frescas. Definiciones y clasificación*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1751 y las que a continuación se detallan:

3.1

tomate de árbol

Solanum betaceum Cav.

El fruto es una baya que se encuentra suspendida por un pedúnculo largo, generalmente de forma ovalada, pero en los huertos ecuatorianos, se ha visto frutos ovoides, esféricos trombiformes y piriformes. La epidermis es lisa y brillante, el color varía entre genotipos, desde el verde que es común en todos cuando está inmaduro, a morado cuando el fruto está próximo a la madurez de consumo, tomando tonalidades de amarillo, anaranjado (tomate), rojo y púrpura oscura. La pulpa es de color anaranjado claro o intenso, tiene sabor agri-dulce típico, algo más dulzón en las líneas neozelandesas.

NTE INEN 1909

2016-09

FIGURA 1. Tomate de árbol

**3.2****fruta fuera de norma**

Fruta que no cumple con los requisitos establecidos en esta norma.

3.3**daño mecánico**

Daño causado por cortes, cicatrices, compresiones, impactos y raspaduras en la fruta.

3.4**envase primario**

Envase destinado a estar en contacto directo con los productos.

3.5**envase secundario o empaque**

Envase diseñado para contener uno o más envases primarios junto con cualquier material de protección que requiera.

3.6**embalaje**

Diseñado para contener uno o más artículos o paquetes, productos a granel para los propósitos de transporte, manipulación y distribución.

4. CLASIFICACIÓN**4.1 Clasificación según el grado de calidad**

Independiente del tamaño, el tomate se clasifica en tres grados de calidad que se definen a continuación.

4.1.1. Grado "extra". Los tomates de árbol de este grado deben cumplir los requisitos generales definidos en 5.1. Su forma y color deben ser característicos del genotipo.

No deben tener defectos salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

4.1.2. Grado I. Los tomates de árbol de este grado deben cumplir con los requisitos generales definidos en 5.1 y poseer el color y las formas características del genotipo, se aceptan los siguientes defectos, siempre que estos no afecten a la pulpa:

- defectos leves en la corteza como daño mecánico y manchas que no exceden el 10 % de la superficie total del fruto,
- defectos leves en forma;

NTE INEN 1909

2016-09

4.3.1.1. Grado "extra". Se admite hasta el 5 % en número o en masa, en cada lote (como suma total de todos los defectos aceptados para este grado, excepto cambios en la tonalidad de la cáscara) de los tomates de árbol que no correspondan a los requisitos de este grado.**4.3.1.2. Grado I**. Se admite hasta el 10 % en número o en masa, en cada lote (como suma total de todos los defectos aceptados para este grado, excepto cambios en la tonalidad de la cáscara) de los tomates de árbol, que no correspondan a los requisitos de este grado.**4.3.1.3. Grado II**. Se admite el 10 %, en número o en masa, de los tomates de árbol, que no satisfagan los requisitos de este grado, ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por magulladuras graves, descomposición o cualquier otro tipo de deterioro que no sean aptos para el consumo.

NOTA 1. Dentro de los defectos aceptados en el fruto se tienen apariencia, textura, forma, daño mecánico y características fitosanitarias (daños por manchas secas de diferentes orígenes, putrificaciones, daños por insectos).

NOTA 2. En caso de existir un valor mayor en decimales, por ejemplo 5,04 %, al que se admite en la norma (5 % o 10 %) de tolerancia de masa, existe la norma para el redondeo NTE INEN ISO 80000-1.

4.3.2 Tolerancias de tamaño

Para todos los grados se acepta hasta el 10 % en número o en masa de frutos, en cada lote, que corresponda al tamaño inmediatamente inferior o superior, al señalado en la unidad de envase.

5. REQUISITOS**5.1** Todos los grados del tomate de árbol deben estar sujetos a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes características físicas:

- estar enteros,
- estar sanos, y exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- limpios y exentos de cualquier materia extraña visible;
- exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- tener una piel brillante;
- en caso de presentar pedúnculo, el corte debe hacerse a la altura del primer nudo.

5.2 La madurez de los tomates de árbol puede evaluarse visualmente según su coloración externa. Su condición puede confirmarse determinando el índice de madurez (ver Tabla 3).**5.3** El desarrollo y condición del tomate de árbol deben ser tales que les permitan: soportar el transporte y la manipulación.

NTE INEN 1909

2016-09

En ningún caso, los defectos deberán afectar la pulpa del fruto.

4.1.3. Grado II. Este grado comprende los tomates de árbol que no pueden clasificarse en los grados anteriores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en 5.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los tomates de árbol conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación, aspecto general y presentación:

- defectos en la coloración causados por el ensombrecimiento que se produce por el contacto entre los frutos en el árbol,
- defectos de coloración y de piel, tales como daño mecánico y manchas que no cubran más del 20 % de la superficie total del fruto.

En ningún caso los defectos deberán afectar la pulpa del fruto.

El fruto que no corresponde a ningún grado está estipulado como fruto fuera de norma.

4.2 Clasificación por el tamaño

Los tomates de árbol se pueden clasificar por el tamaño con base en su diámetro o la relación con la masa.

a) Cuando se clasifican con base en su diámetro, el tamaño se determina por el diámetro máximo de la sección ecuatorial, de acuerdo con la Tabla 1.

TABLA 1. Tamaño y diámetro del tomate de árbol

Tamaño	Diámetro, D, en mm (ver 7.1)
Grande	55 ≤ D
Mediano	45 ≤ D < 55
Pequeño	35 ≤ D < 45

b) Cuando se clasifican con base en la relación entre el tamaño y la masa se puede observar en la tabla 2:

TABLA 2. Relación del tamaño con la masa del tomate de árbol

Tamaño	Masa promedio, M, en g (ver 7.2)
Grande	120 ≤ M
Mediano	60 ≤ M < 120
Pequeño	45 ≤ M < 60

Además, se puede clasificar por corte, denominado "grado" (conocido comercialmente como "calibre") que es determinado por el número de frutos por envase.

4.3 Tolerancias. Se admiten tolerancias de calidad y tamaño en cada unidad de empaque para los productos que no cumplan los requisitos del grado indicado.**4.3.1 Tolerancia de calidad**

Para determinar el grado de tolerancia se lo puede realizar con base en el número o masa, tomar en cuenta que cuando se trabaje con la tolerancia en número propuestas para el grado I o para el grado II y esta no se cumplan (es decir se origine un valor menor a la unidad) se tomará en cuenta la tolerancia en masa.

NTE INEN 1909

2016-09

5.4 Las condiciones de almacenamiento del tomate de árbol son:**5.4.1** No exponer al fruto al sol para evitar daños**5.4.2** Las áreas de transporte y almacenamiento deben mantenerse ventiladas**5.5** Para su cosecha y comercialización se debe tener en cuenta que el fruto no es climatérico.**5.6** Se recomienda que el tomate de árbol se manipule de conformidad con las secciones apropiadas del CPE INEN-CODEX CAC/RCP 53.**5.7** La escala de color del tomate de árbol para determinar su madurez es la que se indica a continuación.

FIGURA 2. Escala de color del tomate de árbol



Leyenda

Color de 1 a 2: VERDE
 Color de 3 a 4: PINTON
 Color de 5 a 6: MADURO

5.8 Los tomates de árbol deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 3.

TABLA 3. Requisitos físicos y químicos del tomate de árbol en madurez de consumo

Requisito	Unidad	Madurez de consumo		Método de ensayo
		Mín.	Máx.	
Acidez titulable	fracción de masa expresada en porcentaje (%) ácido cítrico	-	2,0	NTE INEN ISO 750
Sólidos solubles totales *	fracción de masa expresada en porcentaje	9	-	NTE INEN ISO 2173
Contenido de pulpa	fracción de masa expresada en porcentaje (%)	70	-	Ver 7.4
Índice de madurez	adimensional	4,5	-	Ver 7.3
Penetrabilidad	Pa (N/m ²)	8,06x10 ⁻³	-	Ver 7.5

* Si se quiere expresar los sólidos solubles totales en grados Brix tener en cuenta que 1° Brix es igual a 1 %.

** Cuando se requiera expresar el resultado en kelvin, dividir para 9 Brix1°.

NTE INEN 1909

2016-09

5.9 Plaguicidas

El tomate de árbol no deben exceder los límites máximos de los residuos de plaguicidas establecidos por la CAC/MRL 1 Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas

5.10 Contaminantes

El tomate de árbol debe cumplir con los límites máximos de contaminantes establecidos en la NTE INEN CODEX 193, en su última edición.

6. MUESTREO

El muestreo del tomate de árbol se realizará de acuerdo con NTE INEN 1750 y la NTE INEN- ISO 2859-1

7. MÉTODO DE ENSAYO**7.1 Determinación del tamaño**

Dímetro máximo. Se mide el diámetro con un calibrador y el resultado se expresa en milímetros (mm).

7.2 Determinación de la masa

La masa de los tomates de árbol se determina mediante el uso de una balanza y el resultado se expresa en gramos.

7.3 Determinación del índice de madurez**7.3.1 Fundamento**

Se obtiene de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable.

7.3.2 Procedimiento

Dividir el porcentaje de sólidos solubles totales para el porcentaje de ácido cítrico, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{Sólidos solubles totales (\%Brix)}}{\text{Acidez titulable}}$$

7.3.3 Informe de resultados

El resultado se expresa como el índice de madurez, por lo tanto es adimensional.

7.4 Determinación del contenido de pulpa**7.4.1 Fundamento**

La pulpa es parte blanda y carnosa de la fruta y constituye una de sus parte comestibles.

7.4.2 Procedimiento

- a) Separar la pulpa de la cáscara y las semillas mediante extracción manual.

NTE INEN 1909

2016-09

- b) Establecer la relación de la masa de la pulpa con respecto a la masa total de la fruta, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de pulpa} = \frac{\text{Masa de la pulpa (g)}}{\text{Masa de la fruta (g)}} \times 100$$

7.4.3 Informe de resultados

- a) El resultado como fracción de masa expresada en porcentaje (%) de pulpa.
b) Deben incluirse todos los detalles para completar la identificación de la muestra.

7.5 Determinación de la penetrabilidad**7.5.1 Fundamento**

Un cuerpo penetrador es presionado continuamente en el material a medir con una fuerza determinada. Se mide la deformación en el punto de presión y de esta manera se obtiene el valor de la dureza del material.

La dureza de penetración es inversamente proporcional a la penetración y depende del módulo de elasticidad y de las propiedades viscoelásticas del material. La forma del penetrador, la fuerza aplicada sobre él y la duración de su aplicación influyen sobre los resultados obtenidos.

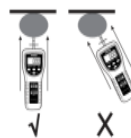
7.5.2 Equipos

- Penetrómetro con émbolo esférico 5 mm.

7.5.3 Procedimiento

- a) Situar la punta sobre el fruto y apretar progresivamente hasta hacer penetrar en la pulpa del fruto. El puntal tiene que entrar en la pulpa progresivamente y no de golpe, si no la medición no será correcta.
b) Realizar la lectura a los 3 segundos de colocar el equipo.
c) Realizar la medida teniendo especial cuidado de que el eje del instrumento esté lo más perpendicular posible a la superficie de la fruta, no haga la medición en ángulo (ver Figura 3). Para lograr los resultados más repetibles, coloque la fruta contra una superficie firme al tomar las medidas. Si la forma y el tamaño de la pieza lo permiten se pueden obtener mejores resultados utilizando un dispositivo de sujeción del equipo permita apretar la fruta contra este con una presión constante.

FIGURA 3. Forma correcta (izq) o incorrecta (der.) de usar el penetrómetro



NTE INEN 1909

2016-09

7.5.4 Informe de resultados

- El resultado se expresará en Pa (N/m²) cuando se requiera expresar el resultado en kgf/cm² dividir para 9.8x10⁴. Es importante registrar los resultados con una cifra decimal, así como todos los detalles concernientes al método, variedad y etapa de maduración del tomate de árbol.
- Deben realizarse como mínimo dos medidas en lados opuestos de la fruta, de existir alguna variación en las medidas debe tomarse la media de todas las medidas como valor representativo de la dureza.
- Deben incluirse todos los detalles para completar la identificación de la muestra.

8. ENVASE Y EMBALAJE

8.1 El tomate de árbol debe envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. El tomate de árbol debe acondicionarse y comercializarse en un material adecuado que reúna las condiciones de calidad, higiene, limpieza, ventilación y resistencia necesarias para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiados de los tomates. Los empaques deben estar exentos de cualquier materia y olores extraños.

8.2 El contenido de cada unidad de envase debe ser homogéneo y estar compuesto por frutos de la misma variedad, grado, color y tamaño. La parte visible del contenido del envase debe ser representativa del conjunto.

8.3 Se acepta el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxicos.

8.4 El embalaje debe ser rotulado de acuerdo con el capítulo 9.

9. ROTULADO

9.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo siguiente:

- a) identificación del emparador o distribuidor (marca comercial, o razón social y dirección). Puede incluirse también un código de origen o comercialización,
b) nombre del producto: TOMATE DE ÁRBOL,
c) país de origen. Puede incluirse también región productora,
d) características comerciales:
— grado
— tamaño (código del tamaño rango de diámetros, relación con la masa o grado por número de frutos (conteo)
— contenido neto (facultativo) expresado en unidades del Sistema Internacional (SI)
e) fecha de empaque,
f) puede incluirse si es del caso uno o varios símbolos, que indiquen el manejo adecuado del producto según la NTE INEN-ISO 780.

9.2 Si se usan impresiones litográficas, estas no deben estar en contacto con el producto.

Anexo 7.6

Requisitos microbiológicos

NTE INEN 2 337:2008

NTE INEN 2 337

2008-12

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles ("Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

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

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	--	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ⁴	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ⁴	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

¹⁾ Para productos enlatados.

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

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

En donde:

- NMP = número más probable
 UFC = unidades formadoras de colonias
 UP = unidades propagadoras
 n = número de unidades
 m = nivel de aceptación
 M = nivel de rechazo
 c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la tabla 5

TABLA 5. Límites máximos de contaminantes

	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn mg/kg *	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn mg/kg	5,0	NTE INEN 399
Hierro, Fe mg/kg	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb mg/kg	0,05	NTE INEN 271
Patulina (en jugo de manzana)**, mg/kg	50	AOAC 49.7.01
Suma de Cu, Zn, Fe mg/kg	20	
* En el producto envasado en recipientes estañados		
** La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetálica, producida por especies del género <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> y <i>Byssoclamys</i> .		

5.7 Requisitos Complementarios

5.7.1 El espacio libre tendrá como valor máximo el 10 % del volumen total del envase (ver NTE INEN 394).

5.7.2 El vacío referido a la presión atmosférica normal, medido a 20 °C, no debe ser menor de 320 hPa (250 mm Hg) en los envases de vidrio, ni menor de 160 hPa (125 mm Hg) en los envases metálicos. (ver NTE INEN 392).

ANEXO 7

Resultados de los análisis físico químicos

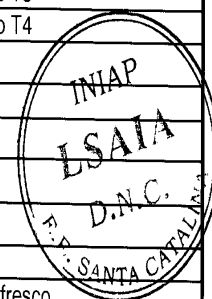
MC-LSAIA-2201-04

	INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

INFORME DE ENSAYO No: 20-106

NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Evelyn Chérrez	INSTITUCIÓN:	Particular
DIRECCIÓN:	Tabacundo	ATENCIÓN:	Srta. Evelyn Chérrez
FECHA DE EMISIÓN:	22 de febrero de 2021	FECHA DE RECEPCIÓN:	24 de noviembre de 2020
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 24 de noviembre del 2020 al 22 de febrero de 2021	HORA DE RECEPCIÓN:	08H30
		ANÁLISIS SOLICITADO	Polifenoles, capacidad antioxidante, pH acidez titulable, sólidos totales


ANÁLISIS	HUMEDAD	POLIFENOLES ⁰			CAPACIDAD ANTIOXIDANTE ⁰			IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-15			MO-LSAIA-033			
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Cros E. y Maringo G. (1982/1973)			ABTS			
UNIDAD	%	mg Ac Galico /100 g			µm Trolox/g			
		R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	
20-0721	79,83	413,56	407,31	410,43	97,92	98,70	98,31	Tomate fresco
20-0722	84,40	296,60	270,42	283,51	59,14	58,78	58,96	Enlatado T1
20-0723	81,14	329,83	331,19	330,51	63,32	61,01	62,16	Enlatado T2
20-0724	82,74	355,40	349,76	352,58	66,81	67,52	67,17	Enlatado T3
20-0725	81,91	310,92	304,56	307,74	62,53	61,10	61,82	Enlatado T4
ANÁLISIS		ACIDEZ TITULABLE ⁰			SOLIDOS TOTALES ⁰			
MÉTODO		MO-LSAIA-29			MO-LSAIA.11			
METODO REF.		Pontillón, I. 1997			Refractométrico			
UNIDAD		%			%			
		R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio	
20-0721		1,33	1,35	1,34	11,61	11,74	11,68	Tomate fresco
20-0722		1,30	1,35	1,33	10,18	9,96	10,07	Enlatado T1
20-0723		1,30	1,30	1,30	14,23	15,14	14,68	Enlatado T2
20-0724		0,84	0,78	0,81	14,16	14,39	14,28	Enlatado T3
20-0725		1,00	0,95	0,97	16,46	14,50	15,48	Enlatado T4



ANEXO 7.8

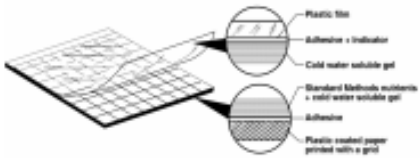
Ficha técnica para recuento de Mohos y Levaduras

Placa Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios totales Cat. 6400, 6406 Ficha Técnica



Descripción

La placa Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios totales es un sistema de medio de cultivo listo para ser usado, que contiene los nutrientes del *Agar Standard Method*, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de color rojo (TTC), que facilita la enumeración de las colonias.



Aplicaciones

Las placas Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios totales pueden ser usadas para la determinación de microorganismos aerobios en:

- Alimentos
- Monitoreo ambiental:
 - Monitoreo de superficies (áreas de proceso, etc.)
 - Monitoreo del aire

La placa también puede ser utilizada para el crecimiento de bacterias ácido lácticas.

Fácil de usar

Las placas Petrifilm^{MR} son rápidas y fáciles de usar, siguiendo los pasos a continuación descritos:

1. Preparar la muestra
2. Inocular y distribuir 1 ml de la muestra sobre la placa Petrifilm^{MR}
3. Incubar a la temperatura apropiada durante 48 horas.
4. Contar todas las colonias de color rojo.

Vida Útil

- Producto sellado:
 - A Temperatura $\leq 5^{\circ}\text{C}$: 18 meses desde fecha de manufactura
- Producto abierto:
 - A Temperatura ambiente: 1 mes
 - A Temperatura de congelación: hasta fecha de vencimiento.

Beneficios

Las placas Petrifilm^{MR} entregan los siguientes beneficios:

1. Aumento en la **Productividad** del laboratorio, permitiendo una optimización de recursos y mano de obra.
2. **Estandarización** de la metodología, lo que se traduce en una menor variabilidad y por ende en resultados consistentes.
3. **Confiable** 3M: placas aprobadas internacionalmente y fabricadas bajo normas ISO 9001.

Reconocimientos

Las placas Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios totales cuentan con reconocimientos a nivel internacional:

- AOAC
- AFNOR
- SAG
- USDA, USDA-FSIS
- US FDA
- APHA
- NordVal
- DIN (Alemania)
- Canadá, Japón, Korea, UK, entre otros

3M Chile. Centro de Atención al Consumidor ☎ 600 300 3636 ✉ atencionconsumidor@3m.com 🌐 www.3m.cl

3M

Placa Petrifilm^{MR} para
Recuento de Aerobios totales
Cat. 6400, 6406
Ficha Técnica



■ Requerimientos

Para el uso de las placas Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios, usted necesitará la siguiente implementación:

- Estufa incubadora (para temperaturas entre 30 y 37°C)
- Diluyentes estériles (use alguno de los siguientes diluyentes: tampón Butterfield, agua peptonada al 0,1%, diluyente de sal peptonada (método ISO 6887), Agua peptonada tamponada, solución salina (0,85 a 0,90%), caldo letheen libre de bisulfito, o agua destilada)
- Material de laboratorio (pipetas, vasos, bolsas de muestreo, balanzas, etc.)
- Refrigerador para el almacenamiento de placas (Nota: los envases de placas Petrifilm^{MR} sellados deben ser almacenados a Temperaturas ≤ 8 °C. Una vez abiertos se almacenan a Temperatura ambiente).
- Método de destrucción de placas usadas. (Autoclave o Incineración).

■ Presentación

Las placas Petrifilm^{MR} para Recuento de Aerobios totales (50 unidades) se presentan empacadas en bolsas de foil de aluminio que las protegen de la humedad y de la luz (tienen componentes fotosensibles).

Código Carta	Descripción Producto	Unidades/caja
6400	Petrifilm Recuento de Aerobios totales	100 Placas
6406	Petrifilm Recuento de Aerobios totales	1000 Placas

