



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN DE PELÍCULA ASCENDENTE
SOBRE EL CONTENIDO DE VITAMINA C Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA
MANDARINA *Citrus reticulada L*”**

Trabajo de titulación previa a la obtención del título de ingeniera agroindustrial

**Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo
socioeconómico.**

Autora: Mayra Lizeth Guachamin Cuzco

Director: Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera, MSc.

Ibarra- mayo- 2023



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:	100386982-1
APELLIDOS Y NOMBRES:	Mayra Lizeth Guachamin Cuzco
DIRECCIÓN:	Tabacundo – La Esperanza
EMAIL:	miguachaminc@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	022112268
TELÉFONO MÓVIL:	1003869821

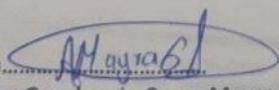
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN DE PELÍCULA ASCENDENTE SOBRE EL CONTENIDO DE VITAMINA C Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA MANDARINA <i>Citrus reticulada L</i> "
AUTOR (ES):	Guachamin Cuzco Mayra Lizeth
FECHA: DD/MM/AAAA	22/05/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor 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 la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de mayo de 2023

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: Guachamin Cuzco Mayra Lizeth

REPÚBLICA DEL ECUADOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
CARRERA DE AGROINDUSTRIA



**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 22 de mayo de 2023

Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera, MSc.

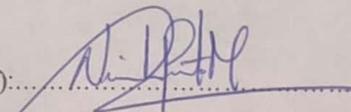
C.C.: 171264093-5



APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

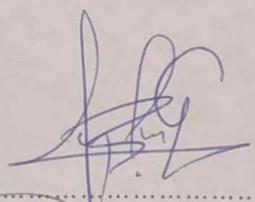
El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN DE PELÍCULA ASCENDENTE SOBRE EL CONTENIDO DE VITAMINA C Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA MANDARINA *Citrus reticulada L*” elaborado por Mayra Lizeth Guachamin Cuzco, previo a la obtención del título del Ingeniera Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):


MSc. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera

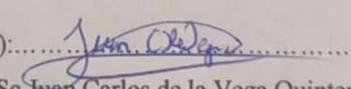
C.C.: 171264093-5

(f):


MSc. Milton Jimmy Cuarán Guerrero

C.C.: 040098534-7

(f):


MSc. Juan Carlos de la Vega Quintero

C.C.: 100295885-6

DEDICATORIA

Este logro académico se lo dedico.

A mi madre Marcia, quien que, con todo su cariño, amor y buenos consejos siempre me apoyo para crecer como una mujer de familia, gracias por su apoyo incondicional.

A mi hija Kamilita quien fue la persona que me dio valor para seguir luchando por mi sueño.

Mayra Lizeth

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la salud, ser mi guía y mi apoyo en los buenos y malos momentos.

Quiero expresar mi gratitud a mis padres, Marcia y Eduardo por ser el pilar importante a lo largo de mi vida, por creer en mí y apoyarme incondicionalmente hasta cumplir mis metas.

A mi esposo Efrén y a mi hija Kamilita por su ayuda y apoyo para lograr culminar con éxito mi carrera universitaria.

Agradezco a cada uno de los docentes de la Carrera de Agroindustrias por haber impartido sus conocimientos para formarme como profesional, de manera especial a mi tutor Ing. Nicolás Pinto y a mis asesores Ing. Juan Carlos De la Vega e Ing. Jimmy Cuarán por su asesoramiento para el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Finalmente, quiero agradecer a mis amigos y compañeros, Ruddy, Paola, Vinicio y Huaita quienes con su amistad y apoyo logré culminar esta etapa de mi vida.

Mayra Lizeth

Resumen

La mandarina es una fruta que aporta varios beneficios a la salud, debido a que posee componentes nutricionales y funcionales en los que se destaca la vitamina C y la capacidad antioxidante, sin embargo, es una fruta que tiene un periodo de vida anaquel corta lo que conlleva problemas en cuanto a su comercialización. En esta investigación se evaluó el proceso de evaporación de película ascendente sobre el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante de la mandarina *Citrus Reticulada L.* Caracterizándose mediante la determinación del pH, contenido de sólidos soluble, acidez titulable, contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante; al zumo y los concentrados de mandarina. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial AxBxC. Los resultados presentaron diferencias significativas en cuanto al factor A (flujo de alimentación), debido a que los concentrados reportaron pérdidas excesivas de vitamina C y capacidad antioxidante. Se concluyó que los parámetros óptimos de operación del evaporador para la obtención del concentrado del zumo de mandarina con las menores pérdidas del contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante fueron: flujo de alimentación = 12 L/h, temperatura de concentrado = 45 °C y 55°C y presión de vapor = 0,2 bar y 0,4 bar. En cuanto a los resultados sensoriales el tratamiento 2 es el que obtuvo mejores resultados en relación a los demás tratamientos, sobre todo por su sabor más dulce. Además, se pudo constatar que, durante el tiempo de almacenamiento previsto, 45 días a 5°C de temperatura los parámetros se encuentran dentro de lo establecido en la norma NTE INEN 2 337:2008.

Palabras claves: mandarina, evaporación, vitamina C, capacidad antioxidante, estabilidad, aceptabilidad sensorial.

Abstract

Mandarin orange is a fruit that provides several health benefits due to its nutritional and functional components among which vitamin C stands out and its antioxidant capacity. However, it is a fruit that has a short shelf life, which presents problems in terms of its commercialization. This research evaluated the rising film evaporation process on the vitamin C content and antioxidant capacity of reticulated citrus mandarin oranges. Characterized by determining the pH, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C content, and antioxidant capacity of the mandarin juice and concentrates. For the statistical analysis, a completely randomized design (CRD) with an AxBxC factorial arrangement was used. The results showed significant differences for factor A (feed flow), due to the concentrates reported excessive vitamin C loss and antioxidant capacity. It was concluded that the optimal operating parameters of the evaporator to obtain the mandarin orange juice concentrate with the lowest losses of vitamin C content and antioxidant capacity was: feed flow = 12 L/h - concentrate temperature = 45 °C and 55° C and steam pressure = 0,2 bar and 0,4 bar. In terms of sensory results, treatment 2 obtained the best results in relation to the other treatments, especially because of its sweeter flavor. In addition, it was found that, during the expected storage time, 45 days at 5° C temperature, the parameters are within the provisions of the standard NTE INEN 2 337:2008.

Keywords: mandarin, evaporation, vitamin C, antioxidant capacity, stability, sensory acceptability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
Problema de investigación	17
Justificación.....	18
Objetivos.	19
Objetivos General.....	19
Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO I	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1.1 Origen y distribución	21
1.2 Clasificación taxonómica	22
1.3 Variedades de mandarina.....	23
1.4 Índice de color y madurez de la mandarina	24
1.4.1 Índice de color en cítricos (ICC)	24
1.4.2 Índice de madurez.....	24
1.5 Factores ambientales y edáficos	26
1.6 Perfil nutricional de la mandarina	27
1.7 Propiedades funcionales de la mandarina.....	27
1.8 Características fisicoquímicas y nutricionales.....	28
1.9 Actividad antioxidante de la mandarina	29
1.10 Vitamina C de la mandarina	30
1.11 Jugo de cítricos	31
1.12 Concentrado de frutas cítricas	32
1.12.1 La concentración por evaporación en la industria de las bebidas a base de fruta.....	32
1.12.2 Vida útil y estabilidad de jugos y concentrados	33
1.13 Factores que influyen en el deterioro de los alimentos	35

1.14	Parámetros empleados para la evaluación de la estabilidad de los alimentos	35
1.15	Análisis sensorial	36
1.16	Fermentación y microorganismos fermentativos	37
1.17	Evaporación en la industria alimentaria	38
1.18	Componentes básicos de un evaporador.....	38
1.19	Evaporador de película ascendente.....	39
1.19.1	Especificaciones técnicas del evaporador de película ascendente	40
CAPÍTULO II		42
MATERIALES Y MÉTODOS		42
2.1	Tipo de investigación.....	42
2.2	Técnicas e instrumentos de investigación	42
2.2.1	Localización y ubicación del experimento	42
2.2.2	Materia prima	42
3.1	Materiales y equipos	43
2.3	Métodos	44
2.3.1	Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima.....	44
2.3.2	Determinar los parámetros de operación del evaporador de película ascendente	45
2.3.3	Análisis las características sensoriales y estabilidad del producto final...51	
2.4	Preguntas de investigación	53
2.4.1	Formulación de hipótesis.....	53
CAPÍTULO III.....		54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		54
3.1	Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima.	54

3.2	Determinación de los parámetros de operación del evaporador de película ascendente	57
3.2.1	Sólidos Solubles	57
3.2.2	Acidez titulable.....	61
3.2.3	pH	64
3.2.4	Vitamina C.....	67
3.2.5	Capacidad antioxidante	73
3.2.6	Selección del mejor tratamiento	78
3.3	Análisis de las características sensoriales y estabilidad del producto final.....	80
3.3.1	Análisis de las características sensoriales.....	80
3.3.2	Análisis de la estabilidad del producto durante su almacenamiento.	86
CAPÍTULO IV.....		91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		91
4.1	CONCLUSIONES.....	91
4.2	RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS		113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Descripción taxonómica de la mandarina</i>	22
Tabla 2 <i>Características físico químicas y nutricionales</i>	28
Tabla 3 <i>Características fisicoquímicas de la mandarina y actividad antioxidante</i>	30
Tabla 4 <i>Especificaciones técnicas del evaporador</i>	40
Tabla 5 <i>Materiales y equipos para el desarrollo de la investigación</i>	44
Tabla 6 <i>Métodos para la determinación o cálculo de las propiedades a evaluar.</i>	45
Tabla 7 <i>Distribución de tratamientos para el experimento.</i>	46
Tabla 8 <i>Análisis físico-químicos, Vitamina C y capacidad antioxidante de la materia prima</i>	54
Tabla 9 <i>Resultados de ANOVA para los sólidos solubles</i>	59
Tabla 10 <i>Prueba Tukey 5% para sólidos solubles en función de flujo de alimentación.</i>	60
Tabla 11 <i>Resultados de ANOVA para la acidez titulable</i>	63
Tabla 12 <i>Resultados de ANOVA para el pH</i>	66
Tabla 13 <i>Resultados de ANOVA para la vitamina C</i>	69
Tabla 14 <i>Prueba Tukey 5% para Vitamina C en función del flujo de alimentación.</i>	70
Tabla 15 <i>Resultados de ANOVA para la capacidad antioxidante</i>	75
Tabla 16 <i>Prueba Tukey para la Capacidad antioxidante en función del flujo de alimentación.</i>	76
Tabla 17 <i>Prueba Tukey para el atributo sabor</i>	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Fruto de mandarina</i>	22
Figura 2 <i>Tabla de color de la mandarina</i>	24
Figura 3 <i>Contenido de °Brix por color</i>	25
Figura 4 <i>Contenido de acidez por color</i>	25
Figura 5 <i>Evaporador de película ascendente</i>	40
Figura 6 <i>Tabla de colores e índice de madurez</i>	43
Figura 7 <i>Etapa de Selección</i>	47
Figura 8 <i>Etapa de Limpieza y desinfección</i>	48
Figura 9 <i>Etapa de Extracción del jugo</i>	48
Figura 10 <i>Etapa de Clarificado</i>	49
Figura 11 <i>Etapa de Evaporado</i>	49
Figura 12 <i>Etapa de Concentrado</i>	50
Figura 13 <i>Etapa de Envasado</i>	50
Figura 14 <i>Etapa de Almacenamiento</i>	51
Figura 15 <i>Cuestionario para la evaluación sensorial</i>	51
Figura 16 <i>Sólidos solubles,</i>	58
Figura 17 <i>Acidez titulable</i>	62
Figura 18 <i>pH</i>	64
Figura 19 <i>Vitamina C por tratamientos.</i>	68
Figura 20 <i>Porcentajes de pérdidas del contenido de vitamina C</i>	71
Figura 21 <i>Resultados de capacidad antioxidante por tratamientos.</i>	74
Figura 22 <i>Porcentaje de pérdidas del contenido de Capacidad Antioxidante</i>	77
Figura 23 <i>Mejores tratamientos según porcentaje de pérdidas</i>	79
Figura 24 <i>Puntuación promedio atributo olor</i>	81
Figura 25 <i>Puntuación promedio atributo sabor</i>	82

Figura 26 <i>Puntuación promedio atributo color</i>	83
Figura 27 <i>Puntuación promedio nivel de agrado</i>	84
Figura 28 <i>Resultados obtenidos durante el análisis sensorial</i>	85
Figura 29 <i>Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad pH</i>	86
Figura 30 <i>Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad sólidos solubles</i>	88
Figura 31 <i>Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad acidez titulable</i>	89

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Determinación de parámetros fisicoquímicos y funcionales.....	113
Anexo 2 Diagrama de Bloques del proceso de concentrado de zumo de mandarina	115
Anexo 3 Resultados obtenidos una vez aplicado los tratamientos previstos	116
Anexo 4 Resultados de media, mínimo y máximos para sólidos solubles	117
Anexo 5 Histograma y curva de distribución normal sólidos solubles.....	117
Anexo 6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008.....	118
Anexo 7 Resultados de media, mínimo y máximos para acidez titulable	122
Anexo 8 Histograma y curva de distribución normal acidez titulable.....	122
Anexo 9 Resultados de media, mínimo y máximos para pH.	123
Anexo 10 Histograma y curva de distribución normal para el pH.	123
Anexo 11 Resultados de media, mínimo y máximos para vitamina C.	124
Anexo 12 Histograma y curva de distribución normal para la vitamina C.....	124
Anexo 13 Pérdidas de la vitamina C durante la concentración del jugo de mandarina.	125
Anexo 14 Resultados de media, mínimo y máximos para la capacidad antioxidante.	125
Anexo 15 Histograma y curva de distribución normal para la capacidad antioxidante.....	126
Anexo 16 Pérdidas de la capacidad antioxidante durante la concentración del jugo	126
Anexo 17 Resultados sensoriales atributo: olor.....	127
Anexo 18 Resultados sensoriales atributo: sabor.....	127
Anexo 19 Resultados sensoriales atributo: color.	128
Anexo 20 Resultados sensoriales atributo: agrado.	128

INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y vegetales ha mostrado un gran interés como una de las opciones para prevenir varias enfermedades cardiovasculares, neurológicas y cancerígenas, esto debido a sus propiedades funcionales y nutricionales lo cual está relacionado con la capacidad antioxidante, el contenido de vitaminas, minerales, fibra, agua y otros nutrientes requeridos en la dieta alimenticia.

Las frutas presentan inconvenientes que limitan su disponibilidad, las cuales son: su variación estacional y su corta vida útil, esto debido al deterioro que sufren como consecuencia de las reacciones enzimáticas, químicas o acción microbiana una vez cosechadas. Teniendo en cuenta esta problemática, es de suma importancia contar con nuevas alternativas para el consumo de esta fruta garantizando la calidad nutricional y sensorial así como también la inocuidad. Con el objetivo de cumplir con todos estos requerimientos se ha optado por realizar procesos que involucren tratamientos térmicos a los zumos.

La evaporación es una técnica que consiste en reducir el contenido de agua del zumo y evaporar la solución, obteniéndose concentrados, lográndose con esto prolongar su vida útil, de la misma forma, favorece la reducción de los niveles de empaque y almacenamiento, y por consiguientes los costos asociados a su manejo y transportación (Vera, y otros, 2009).

Sin embargo, estudios realizados determinan que los procesos de evaporación requieren temperaturas muy elevadas lo que afectaría las características fisicoquímicas de los zumos, para lo cual la calidad del producto final dependerá en gran medida de los métodos y parámetros de operación durante la evaporación.

En este sentido, la evaluación del proceso de evaporación de película ascendente sobre el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante de la mandarina *Citrus reticulada L*, tiene como finalidad determinar la influencia que tiene el tratamiento térmico sobre los

parámetros pH, acidez titulable, sólidos solubles, vitamina C y capacidad antioxidante del concentrado de zumo de mandarina logrado como resultado de la utilización del método de evaporación sugerido. Estos resultados son cruciales para el sector procesador de alimentos, así como un motor potencial de crecimiento económico para las regiones que cultivan mandarina.

Problema de investigación

El cultivo de mandarina es antiguo en el Ecuador y existen distintas variedades dependiendo de la zona de producción, tal es el caso que en los valles cálidos de la sierra se da la mandarina pequeña, mientras que la mandarina grande se produce en la región Costa (Stacey, 2014). La superficie sembrada en el Ecuador es de 4587 ha de manera asociada y 2077 ha como monocultivo y las zonas apropiadas para la producción de mandarina son las estribaciones de la cordillera, valles secos de la sierra, así como también zonas tropicales húmedas. (INEC, 2011).

Es así que los productores del Cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura se dedican al cultivo de mandarina debido a que la zona cuenta con condiciones climáticas adecuadas para la producción de esta fruta. Sin embargo, en el mercado local se tiene la fruta en casi todos los meses del año, porque llegan de la Región Costa y Sierra del país, sobre todo en los meses de agosto, septiembre y octubre, donde existe un exceso de fruta a nivel nacional, por lo que el valor de 100 mandarinas se encuentra alrededor de 4 y 6 dólares lo que provoca una inestabilidad y pérdidas económicas para productores (Galarza, 2012), además de esto, según estudios realizados por (FAO, 2011) menciona que aproximadamente de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se desperdicia en todo el mundo debido a un mal manejo pos cosecha, lo que presenta aproximadamente 1 300 millones de toneladas al año.

La mandarina una vez cosechada continúa viva, es decir, la fruta continúa respirando e iniciando procesos de senescencia, esto implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes (Arias & Toledo, 2007), lo cual provoca pérdidas económicas al no ser procesadas o bien comercializadas, esto debido a que los productores no cuentan con recursos suficientes para crear cadenas productivas y por lo tanto desarrollar nuevos productos agroindustriales.

Actualmente en el Ecuador no se dispone información suficiente sobre las propiedades funcionales que contiene la mandarina, lo cual implica que su potencialidad no sea aprovechado como fuente de alimentos, materias primas e incluso como medicamentos, siendo estas frutas destinadas únicamente al consumo en fresco o bien en jugos (Valecillos, 2006).

No se conoce el efecto del proceso de evaporación de película ascendente sobre el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante de la mandarina *Citrus reticulada L.* Lo cual restringe la evaluación de otras alternativas productivas para el desarrollo de técnicas que permitan el aprovechamiento de las propiedades físico – químicas, funcionales y nutricionales de la mandarina, así como su empleo en el desarrollo de nuevos productos, lo cual se traduce en pérdidas nutricionales y económicas.

Justificación

En el Ecuador ha aumentado con el de cursar de los años el cultivo de frutales, convirtiéndose la producción de la mandarina en un pilar de interés para los agricultores de Cantón Pimampiro, a causa de la facilidad de cultivo de esta especie.

Por otra parte, la mandarina se caracteriza por las bondades que ofrece sus propiedades aportando un alto valor nutricional, una gama importante de vitaminas entre las que se encuentran las vitaminas A, C, B1, B2 así como bioflavonoides, ácido fólico, además de otras sales minerales tales como: el calcio, fosforo, magnesio y potasio. Estas propiedades aportan

un carácter benéfico para la salud, ya que posee cualidades medicinales. Favoreciendo el retardo del envejecimiento de la piel, las características antioxidantes prevén la degeneración macular atribuible a la edad (COMEFRUTA, 2015).

Teniendo en cuenta los beneficios y cualidades nutricionales que aporta la mandarina a la salud, se desea desarrollar nuevos productos a partir de esta fruta para aprovecharla al máximo y dar un valor agregado a la misma realizando un concentrado de zumo de mandarina y por lo tanto generar una nueva manera de conservación de la fruta, esto con la finalidad de contrarrestar el exceso de fruta en el cantón Pimampiro, como también evitar pérdidas de producción y que productores generen nuevas formas de comercialización.

Una manera de aprovechamiento de la fruta es por medio de la agroindustria que mediante la manufactura se logra la conservación y transformación de materias primas, por lo tanto, una de las alternativas es realizar un concentrado de zumo de mandarina, el cual tiene un enfoque a la industria de las bebidas para la creación de jugos de frutas, néctares, bebidas refrescantes o bebidas alcohólicas, para la industria de la confitería ya sea en productos panificados, como también en la industria láctea principalmente en la fabricación de helados (IPRONA, 2012).

Además de esto, se desea aumentar la rentabilidad de la fruta teniendo en cuenta que la misma aporta beneficios para la salud debido al contenido nutricional que posee. Además, el desarrollo de este nuevo producto tiene también la finalidad de generar nuevas fuentes de empleo para la población del cantón Pimampiro.

Objetivos.

Objetivos General

- Evaluar el proceso de evaporación de película ascendente sobre el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante de la mandarina *Citrus reticulada L.*

Objetivos Específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante de la materia prima para la obtención de concentrado del jugo de mandarina.
- Determinar los parámetros de operación del evaporador de película ascendente para la obtención del concentrado del jugo de mandarina.
- Analizar las características sensoriales y estabilidad del producto final.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Origen y distribución

El origen de los cítricos se centra en sudoeste asiático hace aproximadamente 20 millones de años. Debido a las hibridaciones surgidas como resultado de la acción de la naturaleza y el hombre. La dispersión de varios cítricos desde sus lugares de origen hacia diferentes partes del mundo se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios: conquistas de Alejandro Magno, expansión del Islam, cruzadas, y el descubrimiento de América, que es como llega a Ecuador (Zambrano, 2018).

La mandarina es una fruta cultivada en casi todo el mundo atribuyéndose el origen de su nombre a la similitud de color entre la fruta y la vestimenta de los mandarines conocidos en la antigua China, sus altos gobernantes.

Esta fruta es cultivada por ser de agradable sabor, algunas dependiendo de su variedad no contiene semillas, se caracterizan por su facilidad de pelado, siendo muy atractivas para el consumidor. Su máximo desarrollo se ha logrado en áreas subtropicales, garantizándose bajo estas condiciones climáticas una calidad de fruto que brinda condiciones excelentes para el consumo en fresco. En la figura 1 se observa la mandarina de variedad arrayana que se cultiva en el Cantón Pimampiro.

Figura 1

Fruto de mandarina



Nota. (MAGAP, 2016)

1.2 Clasificación taxonómica

La mandarina es el cítrico más similar a la naranja, aunque presenta un tamaño menor, pero un sabor más aromático. Aquella clase de cítricos que se caracteriza por poseer pieles delgadas se nombran: mandarino.

En la Tabla 1 se detalla la descripción taxonómica de la mandarina.

Tabla 1

Descripción taxonómica de la mandarina

División:	Embryophyta sinophonogama
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Geraniales
Familia:	Rutácea
Subfamilia:	Aurantioideae
Género:	Citrus
Especie principales:	sinensis, reticulada, aurantifolia y paradisi

Nota. (Valarezo, Valarezo, Mendoza, & Álvarez, 2014)

1.3 Variedades de mandarina

En el Ecuador existen distintas variedades de mandarina y que han sido tradicionalmente ofrecidas en el mercado local. Según su zona de producción, las variedades más conocidas son:

- Mandarina Dancy (*Citrus reticulada*, var. Dancy) es una fruta de tamaño medio con pocas semillas que puede crecer entre 400 y 1100 metros sobre el nivel del mar. Es una fruta redonda de pulpa anaranjada y sabor dulce.
- Mandarina Oneco (*Citrus reticulada*, var. Oneco) prospera entre 600 y 1500 metros sobre el nivel del mar, es muy atractivo. tiene un buen rendimiento porque el 50% de su peso es jugo, tiene un Brix de 9.3 y tiene una acidez de 0.8%; la fruta típica pesa 80 gramos.
- Mandarina Reina (*Citrus reticulada*, var. Reina). - Es un árbol que crece entre 400 y 1100 metros sobre el nivel del mar. Se distingue por tener un fruto alargado, dulce, de cáscara gruesa y con muchas semillas.
- Mandarina Arrayana (*Citrus reticulada*, var. Arrayana). - el fruto es semiredondo, la pulpa es anaranjada y tiene un sabor dulce con un poco de amargor. Su adaptabilidad varía de 500 a 2100 metros sobre el nivel del mar.
- Mandarina China o Común. - Se presentan en arboles de gran vigor, producción y calidad de fruto. Generalmente se propagan por semilla y su adaptación oscila entre 800 y 2000 msnm.
- Mandarina Clementina (*Citrus reticulada*, var. Clementina). - Se adapta desde 400 a 1500 msnm, es una fruta globosa, es decir; de tamaño entre pequeña y mediana; la pulpa es de colro anaranjado y de sabor dulce. Tiene una corteza gruesa por lo que cuenta con una facilidad de pelado, además es de muy buen sabor.

- Mandarina Satsuma (*Citrus reticulada*, var. Satsuma). - Esta variedad de mandarina se caracteriza por ser más precoz, con frutos más grandes y peor calidad gustativa, no tiene semilla.

1.4 Índice de color y madurez de la mandarina

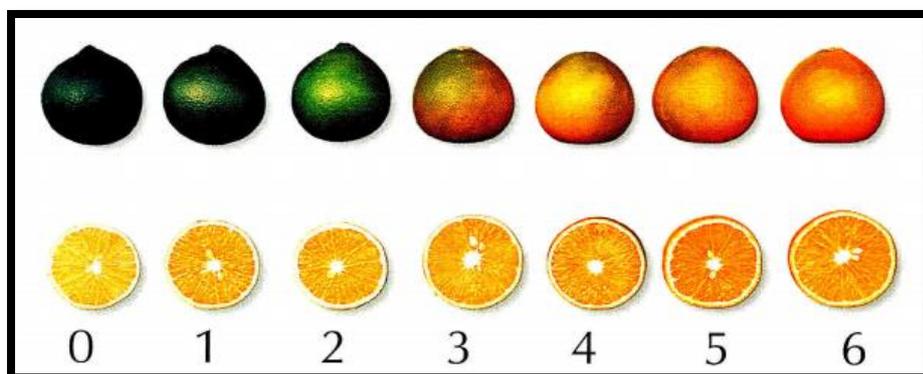
Si bien es cierto el consumidor asocia la madurez del fruto con el color que presenta el mismo, la coloración de los cítricos no determina su madurez interna, ya que en ella influyen varios factores: geográficos y climáticos, además de prácticas culturales que pueden afectar no sólo al color sino también al índice de madurez (Técnicoagrícola, 2013)

1.4.1 Índice de color en cítricos (ICC)

El color externo de los cítricos tiene una relación con la existencia de clorofilas y carotenoides. En los frutos con el avance de la madurez, aumenta la síntesis de carotenoides y la degradación de las clorofilas, cambiando así la coloración de la fruta a partir de verde intenso. En la figura 2 se visualiza la tabla de color para la mandarina según su proceso de maduración.

Figura 2

Tabla de color de la mandarina



Nota. (Aristizábal, 2004)

1.4.2 Índice de madurez

Los cítricos, son frutos que se caracterizan por presentar en su composición glucosa y sacarosa, sin almidón lo que impide la posibilidad de que se lleve a cabo la transformación de

los azúcares simples, mediante el periodo de conservación lo que impide la mejora de su calidad interna. La mandarina tal como se recolectan llega directo al consumidor, siendo únicamente los limones, una vez recolectados aquellos que aumentan con el tiempo la cantidad de zumo. (Técnicoagrícola, 2013).

Mediante el índice de madurez (IM), que es la relación sólidos solubles totales (SST)/Acidez titulable según la Ecuación 1, podemos medir la madurez interna de un fruto cítrico.

$$IM = E / A \quad \text{Ecuación 1 (1)}$$

Donde:

E = Sólidos solubles (°Brix)

A = volumen tituable (cc de NaOH x 0,128)

El parámetro A, representa el porcentaje de acidez en el zumo, expresado en gramos de ácido cítrico por litro de zumo. Se mide mediante la valoración con NaOH (0,1 N), utilizando como indicador fenolftaleína. La relación azúcar-ácido establece los estándares de calidad de un producto, junto con el sabor y el color (Teiko, 2001) en la figura 3 y la figura 4 se observa el contenido de °Brix y acidez por color respectivamente.

Figura 3

Contenido de °Brix por color

0	1	2	3	4	5	6
10,1	10,3	10,0	10,2	10,2	10,0	11,1
9,1	9,1	9,5	10,0	10,2	10,7	10,4

Nota. (Aristizábal, 2004)

Figura 4

Contenido de acidez por color

0	1	2	3	4	5	6
1,6	1,6	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7
1,5	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9

Nota. (Aristizábal, 2004)

1.5 Factores ambientales y edáficos

Según Orejuela y Pardo (2014) para un correcto desarrollo y rendimientos productivos de la mandarina es necesario tener en cuenta los siguientes factores ambientales y edáficos:

- **Clima:** La mayor producción de mandarina y mejor calidad se obtiene donde las temperaturas oscilan entre 18°C y 28°C con pequeñas variaciones.
- **Altitud:** Es posible cultivarlo en un rango de 430 a 3000 msnm, sin embargo el óptimo para un buen desarrollo se encuentra en 1500 a 2600 msnm.
- **Suelo:** Para la mandarina y todos los cultivos cítricos en general, se requiere de un suelo de tipo franco o franco-arenoso, profundo, con buen drenaje, que cuente con pH entre 5,5 a 6,5 ya que de existir un valor superior a este rango la presencia de sales de sodio se eleva, constituyendo elementos tóxicos para los cítricos (Orejuela & Pardo, 2014)
- **Precipitación:** Factor que está determinado por el caudal de lluvias, lo cual incide la vida del cultivo, aunque no incide de modo limitante ya que la cantidad en déficit puede ser suplida por el riego. La distribución y su volumen de riego anual son de vital importancia ya que se plantea que los cultivos de cítricos requieren alrededor de 1200 mm por año distribuido alrededor de 100 mm por mes

Vientos: La importancia de este factor radica en la incidencia de este sobre las frutas, durante el proceso de rameado, el cual repercute en la formación de manchas y raspaduras en las frutas, lo cual afecta el porcentaje de fruta depreciada.

1.6 Perfil nutricional de la mandarina

El mayor contenido de agua entre todos los cítricos corresponde a la fruta mandarina, sin embargo, reportan los valores calóricos más bajos aproximadamente 49 % inferior al 61 % de la naranja, debido a los bajos niveles de azúcares. Por otro lado, la cantidad de fibra que contiene la fruta es apreciable, esta se encuentra en la parte blanca de la cáscara, también conocida como albedo. Contiene vitamina C, provitamina A, Vitaminas del grupo B: B1, B2, B3, B6 y ácido fólico (López A. , 2014).

En su composición contiene carotenoides destacándose por ser el mayor contenido de los mismos, además contiene β -criptoxantina y β -caroteno en cantidades sobresalientes. La actividad antioxidante de estos elementos fitoquímicos y de la vitamina C, proporcionan al alimento las propiedades fisiológicas que van más allá de las nutricionales propiamente dichas (CORPOICA, 2016).

De las vitaminas presentes en la mandarina la C se destaca sobre las demás, aunque presenta menores niveles que la naranja. Sin embargo, las cantidades de ácido fólico y de provitamina A que contiene son mayores que en cualquier otro cítrico (López A. , 2014).

Por otra parte, el sabor ácido que caracteriza a esta fruta es debido a la presencia de ácido cítrico y ácido málico, aunque en menor cuantía que en la naranja. Al igual que otras frutas cítricas, la mandarina también posee sustancias volátiles responsables de su aroma (limonoides) localizadas en la corteza (Fundación Española de la Nutrición, 2015).

1.7 Propiedades funcionales de la mandarina

El agua es el componente de mayor representatividad en la fruta mandarina, de ahí que en comparación con otras frutas está presenta menores aportes de azúcares y por consiguiente menores valores calóricos. En cambio, es apreciable la cantidad de fibra situada entre la pulpa y la corteza, partes blancas, lo que facilita el tránsito intestinal durante el consumo de la fruta.

Dentro de su contenido vitamínico sobresale la vitamina C pero en menor cantidad que la naranja, sin embargo contiene ácido fólico y la provitamina A, más abundante que en cualquier otro cítrico (ACTIVO, 2019)

El consumo habitual de mandarina ha sido relacionado con efectos beneficiosos sobre diferentes enfermedades, lo cual se ha asociado con una reducción en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, con la prevención de la disfunción cognitiva relacionada con la edad y del daño oxidativo y también actúa como inhibidor de la progresión de la disfunción hepática inducida por una hiperglucemia crónica (diabetes).

Debido a su contenido de β -criptoxantina puede ayudar a prevenir la obesidad por represión hipertrófica de los adipocitos abdominales, es importante mencionar que la mandarina lleva aparejados efectos tanto antitumorales como preventivos de la osteoporosis (Yamaguchi, 2013).

Gracias a su gran acción antioxidante, el consumo de mandarina es esencial en la alimentación ya que ayuda a fortalecer el sistema inmunológico y es sustancialmente bueno para mejorar la visión, además puede ser consumido en fresco o bien en jugos, lo que permite mantener todas sus propiedades y beneficios (Pablo, 2006).

1.8 Características fisicoquímicas y nutricionales

Las características físico químicas de la mandarina se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2

Características fisicoquímicas y nutricionales

Características	Unidad	Cantidad
Agua	g	88,3
Calorías	kcal	37
Proteína	g	0,8

Hidratos de carbono	g	9
Fibra	g	1,9
Calcio	mg	36
Hierro	mg	0,3
Magnesio	mg	11
Zinc	mg	0,4
Sodio	mg	2
Potasio	mg	160
Ácido fólico	ug	21
Ácido ascórbico	ug	35

Nota: Composición por 100 g de porción comestible, (Moreiras, Carbajal, Cabrera, & Cuadrado, 1998)

1.9 Actividad antioxidante de la mandarina

El parámetro actividad antioxidante, se emplea para evaluar el valor dietético del producto analizado, considerándose este como un estimado fidedigno y general de la capacidad antioxidante del alimento. (Cano & Arnao, 2004)

La capacidad antioxidante de frutas y vegetales es atribuible a la presencia y contenido de compuestos entre los que se encuentran las vitaminas C y E, β -caroteno y polifenoles de plantas (flavonoles, flavanoles, antiocianinas y fenilpropanoles).

Es considerado un parámetro de gran interés e importancia ya que se le imputa un efecto preventivo ante los procesos degenerativos propios de las enfermedades cancerígenas, cardio y cerebrovasculares ya que se ha demostrado que los antioxidantes cuentan con la capacidad de neutralizar los radicales libres (Acevedo, Montiel, & Avanza, 2004)

Los antioxidantes forman parte del proceso de atrapamiento o captura de los radicales libres, formando compuestos estables no reactivos. Se han identificado antioxidantes de origen

endógeno, sintetizados por el organismo, tales como las enzimas y los exógenos provenientes de alimentos naturales pudiéndose encontrar entre estos los β - carotenos, luteína, flavonoides, licopenos, las vitaminas A, E y C entre otros (Domínguez & Ordoñez, 2014)

En la Tabla 3, se presenta la capacidad antioxidante del jugo de mandarina

Tabla 3

Características fisicoquímicas de la mandarina y actividad antioxidante

Característica	Descripción
Rendimiento (g jugo/100g de fruto)	55,76 (\pm 0,14)
pH	3,15 (\pm 0,03)
Sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix)	10,8 (\pm 0,02)
Acidez (g ác. Cítrico/100mL)	0,93 (\pm 0,01)
Nitrógeno amínico (mg%)	26 (\pm 0,02)
Azúcares Totales (g/100mL)	4,05 (\pm 0,03)
Glucosa (g/100mL)	1,98 (\pm 0,02)
Fructosa (g/100mL)	2,07(\pm 0,02)
Sacarosa (g/100mL)	1,82 (\pm 0,02)
Actividad Antioxidante (Trolox μ M/g de muestra peso fresco).	90,07 (\pm 2,48)

Vitamina C de la mandarina

Las vitaminas son nutrientes orgánicos de bajo peso molecular, que el organismo humano requiere para su crecimiento, desarrollo y mantenimiento, y que las personas necesitan adquirir a través de frutas y verduras.(Oliva, Rodríguez, Gutiérrez, & Trómeta, 2012)

La vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, es uno de los suplementos nutricionales más populares, especialmente en climas fríos.(BBC, 2015). A partir de la propuesta de Linus Pauling, premio Nobel, de emplear altas dosis de la vitamina C actúa favorablemente en la prevención de los resfriados. Hecho que ha promovido desde entonces el consumo de frutas cítricas.

Los cítricos son una buena fuente de vitamina C, siendo actualmente recomendable una ingesta diaria de 90 mg/día (Domínguez & Ordoñez, 2014). Además, el ácido ascórbico que se encuentra en los jugos cítricos y en ciertas soluciones químicas, es considerablemente estable en periodos de almacenamiento largos y a temperatura ambiente (Moret, 1997).

La mandarina al ser un cítrico contiene vitamina C la cual es muy esencial en la dieta humana, debido a que el cuerpo la necesita para formar los vasos sanguíneos, los cartílagos, los músculos y el colágeno en los huesos, también vital en el proceso de curación del cuerpo.

El contenido de vitamina C en la mandarina en una porción de 100 gramos de esta fruta cítrica es de 59 mg (ACTIVO, 2019). Además, la pulpa tiene un suave efecto laxante facilitando de esta manera la digestión de la misma (Baraona & Sancho, 2003).

1.10 Jugo de cítricos

El jugo de fruta es el producto líquido sin fermentar, sin embargo, susceptible a la fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados e inocuos, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de la fruta en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos (NTE INEN 2337, 2008).

Los métodos de elaboración de los zumos garantizarán la máxima conservación de las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales. Los jugos obtenidos podrán caracterizarse por ser turbios o claros, con la presencia de sustancias aromáticas y

aromatizantes volátiles. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta. (CODEX STAN , 2005).

El jugo de mandarina, además de contar con características antioxidantes, tiene un elevado contenido en ácido fólico que es de suma importancia y esencial durante el embarazo puesto que los folatos son imprescindibles para los procesos de multiplicación celular y también previene la espina bífida del feto. (EN FORMA 180, 2014).

1.11 Concentrado de frutas cítricas

El jugo concentrado de fruta es el producto obtenido a partir de jugo de fruta al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente mediante procesos térmicos con la finalidad de elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor °Brix establecido para el jugo de la fruta (NTE INEN 2337, 2008).

En la producción de jugo destinado a la elaboración de concentrados se utiliza procedimientos adecuados, donde pueda combinarse con la difusión simultánea con agua de pulpa y células y/o el orujo de fruta, siempre que los sólidos solubles de la fruta extraídos con agua se añadan al jugo primario en la línea de producción antes de proceder a la concentración (CODEX STAN , 2005).

1.11.1 La concentración por evaporación en la industria de las bebidas a base de fruta

La elaboración de jugos de fruta es muy antigua, se remonta a la extracción de los jugos de la vid especialmente para la producción de vinos; sin embargo, sus métodos han ido evolucionado a lo largo de los años hasta consolidarse en la industria de los alimentos donde existen diversidad de procesos pero con una misma finalidad, que no es más que remover de manera selectiva una cierta cantidad de agua del jugo original, mediante un suministro de energía al sistema permitiendo obtener dos fases: una constituida por el solvente que puede ser

sólida, líquida o gaseosa, y la otra, el producto concentrado siempre en estado líquido, con un gusto y apariencia muy similar al jugo original (Ávila & Bullón, 2013).

Los jugos que se comercializan son de dos tipos: los frescos, que son aquellos que provienen del exprimido de la fruta fresca, y los reconstituidos, que son los que se preparan a partir de los concentrados de jugos (Cassano, y otros, 2003). Los cuales suelen ser de gran interés industrial debido a su aplicación para la elaboración de ciertos productos como: siropes, helados, gelatinas, colados de frutas entre otros. Asimismo, estos debido a su baja actividad de agua son más estables microbiológicamente en comparación con los jugos o zumos. Por lo tanto incrementa la durabilidad, de la misma forma se favorece la reducción de los niveles de empaque y almacenamiento, y por consiguientes los costos asociados a su manejo y transportación (Vera, y otros, 2009).

Un concentrado se puede guardar de 6 a 7 veces más producto con relación al jugo fresco. Los concentrados al contener niveles de azúcares muy elevados, pueden preservarse en ambientes no refrigerados (Ávila & Bullón, 2013)

1.11.2 Vida útil y estabilidad de jugos y concentrados

La vida útil de un alimento se define como el tiempo transcurrido después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que presentará una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y como consecuencia sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo & Reyes, Vida útil de los alimentos, 2013).

En el estudio para determinar la vida útil de los alimentos es necesario tener en cuenta dos aspectos importantes: la estabilidad microbiológica y fisicoquímica (vida útil sanitaria) como también la vida útil sensorial (Porcar, 2016).

Vida útil sanitaria. Se determina al periodo en el cual los alimentos conservan los parámetros de calidad establecidos en función del alimento, garantizándose que se mantengan

aptos para el consumo. Eliminándose el riesgo de intoxicación del consumidor debido a la proliferación microbiana o a la aparición de sustancias tóxicas durante el almacenamiento prolongado.

Vida útil sensorial. Los alimentos pueden ser rechazados por los consumidores debido a la modificación de alguno de sus atributos sensoriales, aun siendo microbiológicamente seguro o conservando sus propiedades funcionales, de ahí la importancia de la evaluación sensorial para determinar la vida útil de estos.

Durante la cosecha, procesamiento y almacenamiento, los alimentos sufren modificaciones que afectan directamente la calidad nutritiva, fisicoquímica, microbiológica y sensorial; generalmente, estos cambios son clasificados como intrínsecos y extrínsecos. Para el estudio y evaluación de estos cambios descritos previamente, se determina un periodo de tiempo el cual se nombra: tiempo de vida útil correspondiendo este con el periodo de tiempo en el cual el alimento conserva sus calidades funcionales, nutricionales, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. En el momento en que alguno de estos parámetros se identifique como inaceptable, se considerará la pérdida de la estabilidad del alimento y se planteará el fin de la vida útil del mismo.

Con el fin de monitorear la calidad del producto en el tiempo y de esta forma determinar el tiempo de vida útil bajo determinadas condiciones de envase o almacenamiento se debe de seleccionar cuidadosamente aquel parámetro a estudiar. Estos pueden tratarse de parámetros nutritivos, fisicoquímicos, microbiológicos o sensoriales los cuales brindaran una clara visión de la inocuidad, funcionalidad, y aceptación por parte de los consumidores del alimento en estudio, estableciéndose el límite de tiempo de vida útil del producto y las variables de control y sus niveles de aceptación.

1.12 Factores que influyen en el deterioro de los alimentos

Varios son los factores que inciden de manera negativa sobre la vida útil de los alimentos, provocando o acelerando el proceso de deterioro de los mismos, factores tales como: el tiempo, la temperatura, la actividad de agua, el pH, la acidez, carga microbiana, contenido de nutrientes. Los cuales se encuentra dado por el tipo de materia prima, la formulación del producto, el procesamiento al que fue sometido, las condiciones higiénico – sanitarias durante los procesos de envasado, almacenamiento y distribución, así como las buenas prácticas aplicadas por los consumidores durante su almacenamiento y consumo. (Carrillo & Reyes, Vida útil de los alimentos, 2013).

1.13 Parámetros empleados para la evaluación de la estabilidad de los alimentos

Diversos son los parámetros de control que se emplean para monitorear la estabilidad de los productos, durante un periodo de tiempo previamente establecido, empleándose durante su evaluación propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Díaz y Heredia (2020) emplearon los parámetros fisicoquímicos acidez titulable, sólidos solubles - °Brix, pH y temperatura en el estudio de la estabilidad y almacenamiento de tres tipos de bebidas fermentadas de yuca. Mientras que Franco et al., (2016) analizó las características fisicoquímicas pH, sólidos soluble - °Brix y acidez titulable, e incluyó propiedades antioxidantes (contenido de fenoles) y antiproliferativa. Por otra parte Gil-Giraldo et al., (2019) controlaron parámetros fisicoquímicos (pérdida de peso, humedad, porcentaje de acidez), antioxidantes (contenido de fenoles y vitamina C), sensoriales (color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad) así como microbiológicos durante la evaluación de la estabilidad de la fresa bajo las condiciones de procesamiento y almacenamiento previstas. Agudelo-Martínez et al., (2020) tomaron las variables fisicoquímicas (°Brix, pH, color y viscosidad) para evaluar la estabilidad del jugo de mora (*Rubus glaucus Benth*) enriquecido con calcio y vitamina C.

En tal caso puede plantearse que para la evaluación de la estabilidad se han empleado una gran diversidad de parámetros tanto nutritivos como fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Siendo muy difundido en el grupo de los fisicoquímicos el uso de la acidez titulable, los sólidos solubles y pH.

1.14 Análisis sensorial

El análisis sensorial es la disciplina científica aplicada para medir, analizar e interpretar la capacidad de los sentidos para reaccionar ante estímulos provocado por los alimentos obteniéndose como respuestas las reacciones humanas al percibir los atributos organolépticos. (Domínguez & Pachón, 2007)

Las escalas hedónicas son herramientas de evaluación que consisten en lista de posibles respuestas en función de varios grados de satisfacción alrededor de un punto neutro, en la cual el juez o el personal encuestado selecciona la respuesta que refleje su opinión o percepción sobre el producto en cuestión. Para su aplicación se utilizan escalas categorizada, con diferentes números de categorías las cuales se construyen comúnmente desde el mínimo de agrado hasta el máximo, (Carpenter, Lyon, & Hasdell, 2000) habitualmente se emplean los términos “me disgusta mucho” y “me gusta mucho”, como valores mínimo y máximos de la escala de evaluación respectivamente asignándose de manera correspondiente a cada una de estas categorías valores numéricos que pueden ir desde 3 hasta 9 puntos en función de los objetivos de los evaluadores.

Varios autores han aplicado las escalas hedónicas en sus investigaciones variando la puntación a emplear durante el análisis. Quitral et al., (2015) para la evaluación del efecto de edulcorantes no calóricos en la calidad sensorial de jugo de naranja y Rodríguez et al., (2011) para la optimización de la formulación de néctar de marañón (*anacardium occidentale l*) emplearon escalas hedónicas de 5 puntos. Mientras que Matsuura et al., (2004) aplicó la escala hedónica de 7 puntos para la aceptación sensorial del néctar mixto de papaya, maracuyá y

acerola. Por otra parte Heredia et al., (2021) utilizaron la escala hedónica de 9 puntos para identificar la calidad fisicoquímica, sensorial y funcional del néctar de fruta con extracto acuoso de hoja de guanábana (*Annona muricata L.*).

1.15 Fermentación y microorganismos fermentativos

El proceso catabólico de oxidación incompleta, bajo condiciones anaeróbicas, obteniendo un compuesto orgánico finalizado el proceso, se denomina fermentación. Caracterizándose dicho proceso en función de los compuestos obtenidos. La fermentación es un proceso que degrada moléculas para transformarlas en otras moléculas más simples (Villén, 2012)

En la industria la fermentación puede ser oxidativa, es decir, en presencia de oxígeno, pero es una oxidación aeróbica incompleta, como la producción de ácido acético a partir de etanol. Pudiéndose clasificar estas como naturales o artificiales. Estas últimas tienen lugar bajo condiciones propiciadas por el hombre mientras que las naturales se producen cuando se crean las condiciones ambientales favorables para la degradación de los sustratos por los microorganismos.

El químico francés Louis Pasteur 1857 demostró que las fermentaciones tienen una estrecha relación con el desarrollo de los microorganismos, lo que convenció al mundo de que son procesos químicos celulares que tienen lugar de forma natural (PlanetaSaber, 2014).

Los microorganismos fermentadores se dividen en aquellos que promueven una fermentación útil y aquellos que promueven una fermentación o putrefacción dañina. Por otro lado, los microorganismos sintéticos se pueden subdividir entre los que tienen capacidades físicas para proporcionar nitrógeno atmosférico, aminoácidos y dióxido de carbono en moléculas orgánicas simples a través del proceso de fotosíntesis (Villén, 2012).

1.16 Evaporación en la industria alimentaria

La operación básica de evaporación se considera una de las operaciones más importantes en la industria alimentaria. Este radica en la eliminación parcial o total del agua u otros disolventes, obteniéndose un producto más concentrado. Operación empleada con resultados satisfactorios en la elaboración de tomate concentrado, leche evaporada, concentrados de frutas entre otros (Ortolá, Fito, & Castro, 2013).

El proceso de evaporación supone la separación del disolvente volátil de la disolución, en este caso agua, mediante ebullición, aumentando así la concentración de la disolución original (García J. C., 2019).

La calidad de los jugos concentrados es un factor muy importante a considerar durante y después del procesamiento, porque la mayoría de los jugos reconstituidos y comercializados provienen de concentrados, siendo las características principales a considerar, el contenido de ácido ascórbico o vitamina C, °Brix, contenido de azúcares totales y reductores, pH, y actividad del agua, considerados como índices de calidad comercial (Avalo, Perez, & Tovar, 2009).

Dentro de las temperaturas empleadas durante el proceso de evaporación para la concentración de un jugo cítrico es recomendable que ésta sea inferior a las 50 ° C ya que si se emplean temperaturas mayores al valor recomendado se degrada el sabor de la fruta y por consiguiente se pierde por oxidación parte de la vitamina C (Ávila & Bullón, 2013).

1.17 Componentes básicos de un evaporador

Según Ortolá, Fito y Castro (2013) mencionan que los componentes básicos de un evaporador son los siguientes:

- **Un intercambiador de calor:** estos equipos con superficies de intercambio planas o tubulares, siendo esta la más empleada. Donde el intercambio se realiza entre el medio calefactor, habitualmente vapor saturado o sobrecalentado, así como los gases de

combustión, circulando por el exterior de los tubos y el alimento a concentrar por el interior.

- **Separador de corrientes:** donde el vapor de disolvente generado se separa de la fase líquida.
- **Una bomba de vacío:** Estos dispositivos permite establecer las presiones de trabajo lográndose de esta forma influir sobre la temperatura de ebullición. Distinguiéndose evaporadores abiertos los que operan a presión atmosférica y en evaporados cerrados a presiones su atmosféricas. Estos últimos son los más recomendables a emplear durante la evaporación de alimentos ya que este método garantiza las características organolépticas del producto final.

1.18 Evaporador de película ascendente

Los evaporadores de película ascendente son ampliamente empleados en el procesamiento de líquidos con viscosidad baja. Este equipo está conformado por tubos por los cuales circula el alimento de forma ascendente. Esta ascensión sólo se consigue si el alimento circula en forma de película sobre la pared de los tubos, siendo necesaria una diferencia de temperatura entre el producto y el vapor de calefacción de al menos 14 °C (García J. C., 2019).

Con fines de capacitación práctica se han diseñado unidades de pie, tales como el evaporador de película ascendente *Armfield* los cuales se emplean en la simulación de la operación de los grandes y modernos operadores empleados en la industria.

La mayoría de las soluciones alimentarias se caracterizan por presentar un carácter termolábil y termosensible, afectándose de manera irreversibles sus propiedades funcionales y nutricionales al ser expuestas a altas temperaturas. Es por ello que se aplica vacío a este tipo de sistemas, con el fin de reducir el punto de ebullición de los jugos, y al combinarse con una corta exposición a las altas temperaturas del vapor alimentado se reduce el daño por el calor (Robles, 2016).

Aquellos que operen al vacío dispondrán de dispositivos de vacío y condensadores que dispongan de una columna barométrica encargada de regular las presiones.

En la figura 5 se puede visualizar un evaporador de película acescente de marca *Armfield* y código F22.

Figura 5

Evaporador de película ascendente



Nota. Autoría propia

1.18.1 Especificaciones técnicas del evaporador de película ascendente

En la Tabla 4 se muestra las especificaciones generales del evaporador de película ascendente.

Tabla 4

Especificaciones técnicas del evaporador

GENERAL	DESCRIPCIÓN
Longitud del tubo del evaporador	1,36 m
Área de transferencia de calor	0,06vm ²

Velocidad máxima de evaporación	10 L / h
Consumo máximo de vapor	15 kg / h
Presión máxima de vapor	1,7 bar
Área del condensador	0,17m ²
Capacidad del tanque de alimentación máxima	30 L
Capacidad del tanque recolector de concentrado	5 L
Capacidad del tanque colector de condensado	5 L
Bomba CIP (impulsor flexible)	8 L / min a 20 pies H ₂ O
Vacío del sistema	225 mm Hg ABS

Nota. Autoría propia

El evaporador de película ascendente trabaja con un flujo de alimentación de rango de 1 a 16 L/h, una presión de vapor de 0 a 2 bares, un caudal de refrigeración de 1 a 10 L/h. y una presión de vacío de 0 a – 1 bar.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

Se aplicó una investigación mixta, en la cual se combinaron las investigaciones cuantitativas y cualitativas. Teniéndose en cuenta que durante la investigación se llevó a cabo la recopilación, procesamiento y análisis de datos cuantitativos o numéricos (Sarduy Domínguez, 2007) en concordancia con las variables experimentales establecidas para el estudio, obteniéndose resultados específicos y que brindan una confirmación a las hipótesis planteadas. (Ugalde & Balbastre, 2013). Por otra parte, la aplicación de la investigación cualitativa estuvo dada por el empleo de técnicas como: la revisión de documentos (Vega-Malagón, Ávila-Morales, Vega-Malagón, Camacho-Calderón, & Becerril-Santos, 2014) durante la etapa de fundamentación teórica y las fases de análisis y confrontación de los resultados obtenidos con otros investigadores.

2.2 Técnicas e instrumentos de investigación

A continuación, se detalla las técnicas e instrumentos que se usaron para el desarrollo de esta investigación.

2.2.1 Localización y ubicación del experimento

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio de bioprocesos agroindustriales de la Unidades Edu - productivas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y los análisis fisicoquímicos se realizaron en las instalaciones del antiguo hospital pertenecientes a las Universidad Técnica del Norte en el laboratorio de análisis fisicoquímicos.

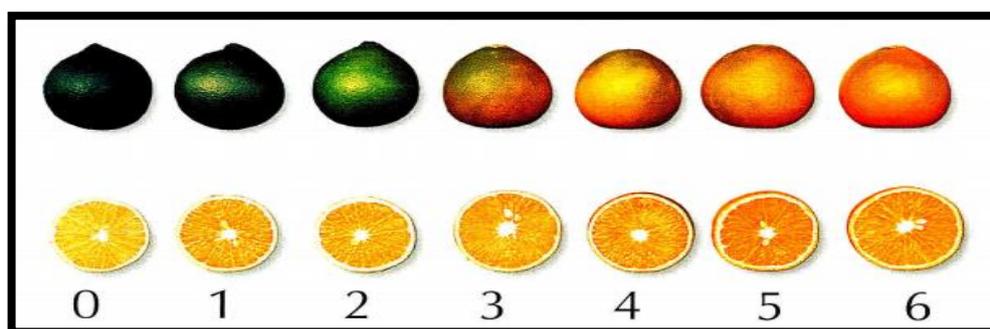
2.2.2 Materia prima

Para el desarrollo de la investigación se empleó la fruta Mandarina Arrayana (*Citrus reticulada*, var. Arra). Seleccionadas en función del grado de maduración interna del fruto y

expresada mediante la relación entre el contenido en azúcares y la acidez, índice de madurez. Considerándose lo propuesto por Sartori, et al (2002) quienes establecen como apropiado para el procesamiento industrial los frutos que se encuentre en el intervalo de 8,8 y 15,4 de índice de madurez. Empleando para la selección visual de las frutas la relación gráfica establecida por (Aristizábal, 2004) tal como se muestra en la Figura 6 según los índices de madurez estableciéndose un intervalo de trabajo de 9,1 a 11,3 de ahí que las mandarinas evaluadas correspondían a las identificadas como las 2 y 3.

Figura 6

Tabla de colores e índice de madurez (Citrus reticulata x Citrus paradisi)



Relación del contenido de azúcar y el contenido de acidez por color y rango altitudinal expresado en °Brix / % ácido cítrico.

COLOR	0	1	2	3	4	5	6
RANGO ALTITUDINAL							
1	6,3	6,4	9,1	11,3	12,7	14,3	15,9
2	6,1	8,3	9,5	11,1	11,3	11,9	11,6

Nota: (Aristizábal, 2004)

3.1 Materiales y equipos

En la Tabla 5 se detallan los materiales y equipos que se utilizarán en la investigación.

Tabla 5*Materiales y equipos para el desarrollo de la investigación*

Materiales	Equipos
Vasos de precipitación de 50, 100 y 500 ml	Despulpadora
Agitador	Evaporador de película ascendente
Tubos de ensayo	Espectrofotómetro
Matraces aforados de 100 y 2000 ml	Refractómetro
Papel filtro de pliegos	Potenciómetro
Licuada	Balanza analítica
Cedazos	Picnómetro
Cuchillos	Termómetro

*Nota, Autoría propia***2.3 Métodos**

Para el desarrollo de esta investigación los métodos empleados se realizan de acuerdo con cada uno de los objetivos específicos.

2.3.1 Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima

Para el desarrollo de este objetivo de la investigación se empleó la fruta de la variedad pequeña también conocida como mandarina Arrayana (*Citrus reticulada*, var. Arra), que previamente fue estandarizada para el proceso. La fruta cumplió con algunos requisitos mínimos de calidad, es decir: estar enteras y sin heridas, sano (sin ataques de insectos o enfermedades), limpio (sin materiales extraños), libres de humedad, de olores y sabores extraños. Posteriormente se realizó un análisis físico-químico de la materia prima (zumo de mandarina).

Para el proceso de caracterización del zumo de mandarina a emplear como materia prima durante la investigación se determinaron las siguientes propiedades físico – químicas y

funcionales: contenidos de sólidos solubles, acidez titulable, pH, contenido de vitamina C y capacidad antioxidante. En la Tabla 6 se muestran los métodos utilizados para la determinación o cálculo de las propiedades a evaluar.

Tabla 6

Métodos para la determinación o cálculo de las propiedades a evaluar.

Análisis	Método	Norma	Unidad
Acidez titulable	Acidez titulable	AOAC Official Methods 942.15	%
pH	Potenciómetro	AOAC Official Methods 981.12	Adimensional
Sólidos solubles	Refractómetro de °Brix	AOAC Official Methods 932.12	°Brix
Vitamina C	Reflectometría	INIAP: Método Reflectométrico, (Edwards, 2013)	mg/100 mL
Capacidad Antioxidante	ABTS	INIAP: Método ABTS 2009	µm Trolox/100 mL

Nota. Autoría propia

En el Anexo 1 se muestra el procedimiento para la determinación y cálculos de las propiedades a evaluar.

2.3.2 Determinar los parámetros de operación del evaporador de película ascendente

Para la determinación de los parámetros de operación del evaporador de película ascendente se efectuó el siguiente diseño de experimento.

2.3.2.1 Diseño de experimento

Durante el estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, con un total de 8 tratamientos con arreglo factorial AxBxC, el cual consistió en una combinación de los siguientes factores A: flujo de alimentación, B: temperatura de

concentrado y C: presión de vapor, a los niveles de 12 L/h a 14 L/h para el factor A, de 45°C a 55°C para el factor B y de 0,2 bar a 0,4 bar para el factor C.

Con el fin de evaluar la influencia de la combinación de estos parámetros sobre las propiedades físico – químicas tales como: contenidos de sólidos solubles, acidez titulable, pH así como las funcionales contenido de vitamina C y capacidad antioxidante, consideradas como variables respuestas. Como resultado se evaluaron un total de 24 unidades experimentales que se realizaron de manera aleatoria tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Distribución de tratamientos para el experimento.

TRATAMIENTOS	ARREGLO COMBINATORIO	
T1	A1B1C1	12 L/h - 45°C -0,2 Bar
T2	A1B1C2	12 L/h - 45°C – 0,4 Bar
T3	A1B2C1	12 L/h - 55°C – 0,2 Bar
T4	A1B2C2	12 L/h - 55°C – 0,4 Bar
T5	A2B1C1	14 L/h - 45°C – 0,2 Bar
T6	A2B1C2	14 L/h – 45°C – 0,4 Bar
T7	A2B2C1	14 L/h – 55°C - 0,2 Bar
T8	A2B2C2	14 L/h – 55 °C - 0,4 Bar

Nota. Autoría propia

2.3.2.2 Análisis estadístico.

Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos propuestos se realizaron análisis de varianza (ANOVA), con el fin de identificar las diferencias entre las medias individuales por tratamientos, pruebas de comparaciones múltiples, se empleó los métodos de Turkey con un nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0,05$). Utilizando el software Statgraphics® Centurion XVI (StatPoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, USA).

2.3.2.3 Procesamiento para la obtención del concentrado de mandarina

Para la obtención del concentrado de zumo de mandarina estudiado durante esta investigación se aplicaron las etapas de proceso que se muestran en el diagrama de bloques en el Anexo 2.

2.3.2.4 Descripción del diagrama de bloques

A continuación se describe cada una de las etapas de proceso de obtención del concentrado de zumo de mandarina.

- **Recepción de materia prima.** - La materia prima se obtuvo del cultivo del Cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura las mismas fueron cosechadas según su grado de madurez y coloración.
- **Selección.** - Se separaron aquellas frutas que contaron con el grado de madurez adecuado, o presentaron defectos o podredumbre seleccionándose solo aquellas que presentaron los requisitos mínimos de calidad.

Figura 7

Etapas de Selección



- **Limpieza y desinfección.** - En esta etapa se eliminaron las impurezas lavando las frutas sanas con abundante agua limpia y clorada.

Figura 8*Etapa de Limpieza y desinfección*

- **Pesado.** - Con una balanza de cocina se procedió a pesar las frutas enteras para luego realizar cálculos correspondientes de rendimiento.
- **Extracción del jugo.** - Se extrajo el jugo con la ayuda de un extractor de jugos cítricos manual, aparato que realiza la operación de separar las semillas. Si no se dispone de extractor, se puede utilizar una batidora o cualquier utensilio de cocina para separar las semillas de la fruta. utensilio de cocina que permite separar las semillas del fruto.

Figura 9*Etapa de Extracción del jugo*

- **Clarificado.** - En esta operación, el jugo de mandarina fue clarificado mediante el uso de un lienzo, el objetivo es obtener un jugo libre de sólidos y fibra para posteriormente realizar la evaporación.

Figura 10*Etapa de Clarificado*

- **Evaporado:** Se realiza la evaporación en un evaporador de película ascendente marca *armfield* FT22, con temperaturas de 45 y 55 ° C para extraer la mayor cantidad de agua procedente de las frutas con el fin de obtener un concentrado.

Figura 11*Etapa de Evaporado*

- **Concentrado:** En el evaporador de película ascendente se concentra el jugo de mandarina bajo diferentes factores de operación para elevar los sólidos solubles (°Brix) en al menos un 50% más que el valor Brix establecido para el zugo (8 - 11°Brix).

Figura 12

Etapa de Concentrado



- **Envasado:** Se procede a envasar en concentrado de mandarina en frascos de vidrio de 500 ml previamente esterilizados.

Figura 13

Etapa de Envasado



- **Almacenamiento:** El concentrado debe almacenarse en un lugar fresco, seco y limpio hasta su distribución. Si la temperatura ambiente es superior a 30 ° C, existe el riesgo de dañar el producto, por lo que se recomienda almacenarlo a temperaturas inferiores a 5°C.

Figura 14

Etapa de Almacenamiento



2.3.2.5 Métodos y parámetros físicos del concentrado de jugo de mandarina obtenido

Al concentrado de zumo de mandarina obtenido durante el proceso de evaporación y concentración en cada una de las corridas experimentales se le determinaron sus propiedades funcionales, capacidad antioxidante y contenido de vitamina C, así como sus propiedades fisicoquímicas, pH, contenido de sólidos solubles y acidez titulable. Los métodos utilizados fueron los descritos en la Tabla 6 anterior.

2.3.2.6 Selección del mejor tratamiento

Los mejores tratamientos fueron aquellos con valores de propiedades funcionales más cercanos a los reportados por el zumo de mandarina debido a mayores porcentajes de retención y consecuentemente menores pérdidas.

2.3.3 *Análisis las características sensoriales y estabilidad del producto final*

Durante la investigación se realizó un estudio de las cualidades sensoriales de los concentrados de zumo de mandarina obtenidos como mejores tratamientos seleccionados, en cuanto a la retención de sus propiedades físico – químicos y funcionales, empleándose jueces afectivos. El cuestionario entregado a los jueces se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Cuestionario para la evaluación sensorial

Cuestionario para la evaluación sensorial			
A continuación se presentan las muestras de concentrado de mandarina, evaluadas según su criterio usando como calificativo la siguiente escala.			
Criterio		Puntuación	
Me disgusta muchísimo		1	
No me gusta		2	
Ni me gusta, Ni me disgusta		3	
Me gusta		4	
Me gusta muchísimo		5	
Aspectos a evaluar	T1	T2	T3
Olor			
Sabor			
Color			
Nivel de agrado (Palatabilidad)			
Observaciones:			
Gracias por su colaboración			

Las muestras fueron representativas, y se presentaron de modo uniforme a todos los jueces a razón de 30 mL según Manfugás, (2007). Reservándose con este fin un total de 500 mL a distribuir entre los 15 jueces afectivos que participaron en la evaluación. Las mismas fueron almacenadas, servidas y evaluadas a las temperaturas similares a las de su consumo, condiciones de refrigeración 5°C. Estas se identificaron de forma tal que no sugirieran a los jueces ningún tipo de relación entre ellas.

Para el estudio de estabilidad se almacenaron en condiciones de refrigeración a 5°C, 10 muestras individuales de 50 ml por cada tratamiento para un total de 50 muestras y 2500 ml de concentrado de zumo de mandarina, Monitoreándose las propiedades fisicoquímicas pH, sólidos solubles y la acidez titulable durante 45 días.

2.4 Preguntas de investigación

2.4.1 Formulación de hipótesis.

Hipótesis nula

Ho: El proceso de evaporación de película ascendente no afecta significativamente el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante del concentrado de zumo de mandarina *Citrus reticulada L.*

Hipótesis alternativa

Ha: El proceso de evaporación de película ascendente afecta significativamente el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante del concentrado de zumo de mandarina *Citrus reticulada L.*

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima.

Por medio de la caracterización de la materia prima, se realizaron diferentes análisis al zumo de mandarina, con lo cual, se obtuvo los siguientes valores detallados en la Tabla 8.

Tabla 8

Análisis físico-químicos, Vitamina C y capacidad antioxidante de la materia prima

Materia Prima	Sólidos solubles	pH	Acidez titulable	Vitamina C	Capacidad antioxidante
Zumo de mandarina	9,1 °Brix	3,87	0,91%	27,95 mg/100mL	1002,92 µm Trolox/100 mL

Los sólidos solubles obtenidos durante la investigación presentaron valores inferiores a los reportados por Couto y Canniatti-Brazaca (2010) para las mandarinas clementina y satsuma con niveles de $12,87 \pm 0,06$ y $14,33 \pm 0,12$ °Brix respectivamente, presentando igual comportamiento con relación a la mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) ‘Arrayana’ según Balaguera-Lopez y Palacio O. (2018), para la cual obtuvieron un nivel de $11,82 \pm 1,5$ °Brix.

Sin embargo fueron similares a la media de $10,23 \pm 0,67$ °Brix obtenida para las naranjas estudiadas por (Couto & Canniatti-Brazaca, 2010), para la naranja agria $9,72 \pm 0,24$ °Brix por Andrade et al. (2016), para el jugo de mandarina (*Citrus x reticulata* var. Dancy) $11,33 \pm 0,289$ °Brix por (Encalada, 2022) y para la mandarina (*Citrus reticulata* L.) var. Arrayana $9,00 \pm 0,24$ °Brix por (Gómez, Herrera, & Flórez, 2015)

A diferencia de los reportados por Domínguez y Ordoñez (2014) para la lima dulce $6,80 \pm 0,01$ °Brix, para el limón Tahití $6,20 \pm 0,01$ °Brix, para limón rugoso $6,00 \pm 0,01$ °Brix y para la mandarina cleopatra $6,50 \pm 0,01$ siendo estos superiores a los reportados.

Algo semejante ocurre con los valores de acidez titulable de $0,8 \pm 0,00$ % reportados por Couto & Canniatti-Brazaca, (2010) para las mandarinas clementina y satsuma, $0,83 \pm 0,30\%$ y para la mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) ‘Arrayana’ según Balaguera-Lopez & Palacio O. (2018). En otro sentido Domínguez y Ordoñez, (2013) alcanzaron resultados superiores para el limón Tahití (6,70 %), para el limón rugoso (7,08 %) y para la mandarina clementina (7,79 %), mientras que para la lima dulce (0,15 %) fue inferior. Por otra parte Gómez et al., (2015) para la mandarina (*Citrus reticulata* L.) expone valores de 1,58 % de acidez titulable.

Los datos de pH fueron similares a los reportados por (Couto & Canniatti-Brazaca, 2010) para las mandarinas clementina ($4,05 \pm 0,00$) y satsuma ($3,85 \pm 0,04$) así como para las naranjas pera, lima, natal, valenciana y bahía ($3,66 \pm 0,02$; $5,43 \pm 0,06$; $3,53 \pm 0,01$; $3,62 \pm 0,01$; $3,20 \pm 0,01$) respectivamente. Superior al reportado por Andrade et al. (2016), $2,94 \pm 0,05$ para la naranja agria así como por Domínguez y Ordoñez (2013) para el limón de Tahití (*Citrus latifolia*), 2,39; el limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) 2,13 y la mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) 2,27 además de la mandarina (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) con $2,83 \pm 0,017$ (Encalada, 2022) . Siendo inferior al alcanzado por Domínguez y Ordoñez (2013), 5,80 para el lima dulce (*Citrus limetta*).

Los resultados de sólidos solubles totales, pH y acidez titulable brindan una referencia del estado de maduración de la fruta analizada. Puesto que la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez titulable constituye un indicador utilizado para determinar el nivel de madurez de las frutas, pudiéndose interpretar como el equilibrio entre los sabores dulces y ácidos en la misma. Según Rodríguez y Viégas (1991) esta relación puede variar entre 6 y 20, siendo el intervalo de 15 a 18 el de preferencia por los consumidores, mientras que el procesamiento en la industria comienza de 12 a 13. En esta ocasión la relación se encuentra en 10 un valor inferior al reportado para el procesamiento en la industria y al empleado por otros

autores como Couto y Canniatti-Brazaca (2010) para las mandarinas clementina (16,09) y satsuma (17,91), y Balaguera – López y Palacio (2018) para la mandarina (*Citrus reticulata Blanco*). Satori et al. (2002), proponen como frutos maduros y aptos para el consumo aquellos con relaciones de sólidos solubles/acidez titulable de entre 8,8 y 15,4, quedando las mandarinas evaluadas dentro del concepto de frutos maduros e indicados para el consumo humano.

Mientras que los valores de contenido de vitamina C (28 mg/100 mL) son inferiores a los reportados por Polina y Arroyo (2015) para los productos naranja (45,00 mg/100mL), lima (70,00 mg/100mL), limón (45 mg/100mL) y toronja (55 mg/100mL). Sin embargo, superiores a los de mandarina dancy (*Citrus reshni*) ($16,1 \pm 0,4$) (Domínguez & Ordoñez, 2013). Aunque en otro sentido semejantes a los obtenidos por (Couto & Canniatti-Brazaca, 2010) para las mandarinas clementina ($32,47 \pm 1,79$ mg/100 mL) y satsuma ($21,47 \pm 1,11$ mg/100 mL); por Domínguez y Ordoñez (2013) para limón tahití ($21,1 \pm 0,5$) (*Citrus latifolia*), limón rugoso ($27,7 \pm 0,2$) (*Citrus jambhiri Lush*). En cambio, las naranjas peras, lima, natal, valenciana y bahía reportan valores muy superiores con una media de $73,99 \pm 9,72$ mg/100 mL (Couto & Canniatti-Brazaca, 2010) al igual que la lima dulce (*Citrus limetta*), $50,2 \pm 0,9$ mg/100 mL (Domínguez & Ordoñez, 2013).

Cabe considerar que, debido a los altos niveles de acidez, siendo el ácido cítrico el de mayor aporte, el consumo de los zumos de mandarina y naranja dependerá en gran medida de la disminución del contenido de acidez, hasta un punto en el cual el zumo se vuelva agradable al paladar de los consumidores (Couto & Canniatti-Brazaca, 2010).

Dentro de este orden de ideas los resultados de capacidad antioxidante de la investigación superan a los reportados por (Domínguez & Ordoñez, 2013) para la lima dulce ($354 \pm 1,1$ μ mTrolox/100mL), limón tahití ($457 \pm 0,4$ μ mTrolox/100mL), limón rugoso ($420 \pm 0,6$ μ mTrolox/100mL) y mandarina dancy ($482 \pm 0,9$ μ mTrolox/100mL). Mientras que

(Rocha, 2020) en su investigación en una especie cítrica híbrida limón-mandarina reporta valores de $1747 \pm 0,019 \mu\text{mTrolox}/100\text{mL}$.

3.2 Determinación de los parámetros de operación del evaporador de película ascendente

En el Anexo 3 se muestran los resultados obtenidos una vez aplicado los tratamientos previstos según la combinación de los factores de diseño.

3.2.1 Sólidos Solubles

En el Anexo 4 se muestran las tablas resúmenes de los valores de media, desviación estándar, mínimos y máximos correspondientes a los resultados de sólidos solubles en el concentrado de zumo de mandarina para cada uno de los tratamientos aplicados.

Los resultados obtenidos se encuentran de manera general entre un mínimo de 21,2 °Brix y un máximo 37,0 °Brix de sólidos solubles reportándose un valor medio de 28,20 °Brix, observándose un notable aumento con relación al zumo de mandarina.

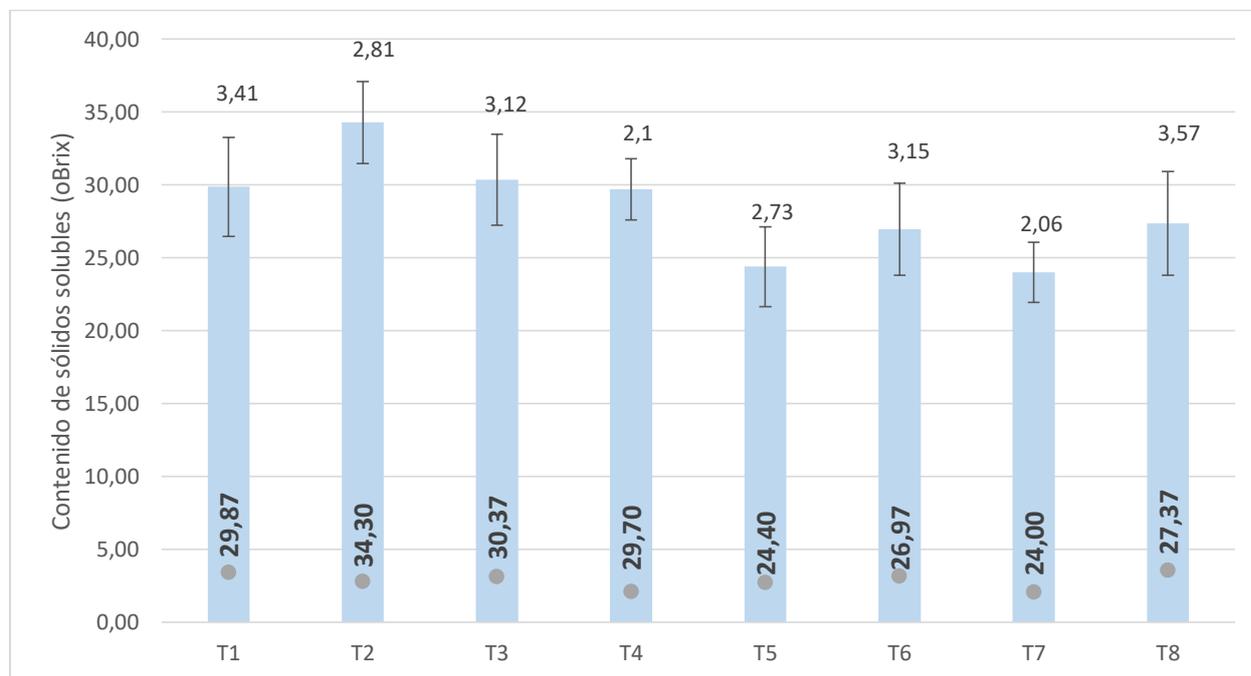
Los valores de sesgo y curtosis que se muestran en el Anexo 5, donde se evidencian los datos obtenidos experimentalmente cumplen con una distribución normal ya que dichos estadígrafos se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2. Igual resultado se obtiene de forma gráfica en el Anexo 5 el cual representa el gráfico de Histograma y curva de distribución normal, en la cual se observa que esta presenta la forma de una campana lo cual confirma la normalidad de los datos.

Se observa el aumento de 19,10 °Brix con relación a la media total de los niveles de sólidos solubles (28,20 °Brix) en el concentrado con respecto al zumo, (9,1°Brix), lo cual ha sido reportado por otros autores y es atribuible a la eliminación del contenido de agua durante el proceso de evaporación y por consiguiente al aumento de la concentración en el producto final. Otros autores reportan aumentos de sólidos solubles similares a los obtenidos tal es el caso de López, (2021) el cual obtuvo un aumento de 17,32 °Brix de los sólidos solubles para el

concentrado de babaco *Carica pentagona* h. Mientras que Robles, (2016) reporta el aumento de 10 °Brix para el concentrado de moras. En la Figura 16 se muestra la gráfica del contenido de sólidos solubles en el concentrado de zumo de mandarina.

Figura 16

Sólidos solubles.



3.2.1.1 Análisis de varianza sólidos solubles.

Los resultados del ANOVA se reportan en la Tabla 9. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores pudiéndose plantear que:

El flujo de alimentación (factor A) tiene un efecto estadísticamente significativo sobre sólidos solubles con un 95,0% de nivel de confianza, ($p < 0,05$). Mientras que la temperatura de concentrado (factor B) y la presión de vapor (factor C) no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre sólidos solubles con un 95,0% de nivel de confianza ($p > 0,05$). Por otra parte las interacciones AB, AC, BC y ABC no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre sólidos solubles con un 95,0% de nivel de confianza, ($p > 0,05$).

Considerándose que las interacciones ABC corresponden a cada uno de los tratamientos planteados en la investigación podría plantearse con un 95 % de confianza que no existe efecto estadísticamente significativo de los tratamientos (combinaciones de flujo, temperatura y presión) sobre la propiedad sólidos solubles.

Tabla 9

Resultados de ANOVA para los sólidos solubles

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
MODELO :	295,76	7	41.25	2,19	0,0924
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Flujo de alimentación	196,654	1	196,654	10,18	0,0057
B:Temperatura de concentrado	4,59375	1	4,59375	0,24	0,6325
C:Presión de vapor	56,7338	1	56,7338	2,94	0,1059
INTERACCIONES					
AB	8,28375	1	8,28375	0,43	0,5219
AC	8,52042	1	8,52042	0,44	0,5161
BC	5,13375	1	5,13375	0,27	0,6133
ABC	15,8438	1	15,8438	0,82	0,3786
RESIDUOS	309,167	16	19,3229		
TOTAL (CORREGIDO)	604,93	23			

En efecto, se determinó que todos los tratamientos cumplen con lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 descrito en el Anexo 6, en la cual se establece un mínimo de sólidos solubles para la mandarina de 10 ° Brix a 20 °C.

Pudiéndose plantear como el mejor tratamiento aquel que posea el mayor valor de sólidos solubles totales, ya que estos representan fundamentalmente el nivel de azúcares del concentrado, siendo identificados T2, T3, T1 como los 3 mejores tratamientos ubicados en orden decreciente.

3.2.1.2 Análisis de la relación entre el flujo de alimentación y el contenido de sólidos solubles

Mediante la aplicación de la Prueba Tukey cuyos resultados se muestran en la Tabla 10, se observó como la media de los valores de sólidos solubles correspondiente a los tratamientos con flujos de alimentación de 12 L/h supera a los de 14 L/h, lo que sugiere que existe una relación inversamente proporcional entre el parámetro flujo de alimentación y el contenido de sólidos solubles en el concentrado de mandarina, ya que con el aumento del flujo se logran valores inferiores de sólidos solubles.

Tabla 10

Prueba Tukey 5% para solidos solubles en función de flujo de alimentación.

Flujo de alimentación (L/h)	Medias	n	Desviación Estándar	Rango
14	25,33	12	2,50	a
12	31,06	12	2,18	b

Realizando un análisis en cuanto la incidencia del flujo de alimentación sobre el contenido de solidos solubles, se determinó que para la evaporación del agua del concentrado de zumo de mandarina, influye la viscosidad del producto de entrada, planteándose que, entre menor sea el flujo, más rápida será la concentración de los azúcares presentes en el concentrado.

El calor específico disminuye en la medida en la que lo hace el contenido de agua el cual provoca el aumento del contenido de la materia seca y por ende los niveles de los sólidos solubles como resultado de los procesos de evaporación (Sulla Huamán, 2016).

Se puede señalar como resultado de esta investigación que los tratamientos térmicos influyen sobre los sólidos solubles provocando su aumento lo que concuerda con lo reportado por (Ventura, 2020).

Por otra parte Valdivia, (2019) durante la evaluación del efecto de la temperatura en la cinética de sólidos solubles en la pulpa de níspero (*Eriobotrya japonica L.*) determinó que el contenido de sólidos solubles se incrementa independientemente de la temperatura de operación que se emplee, lo cual concuerda con los resultados obtenidos ya que para las temperaturas estudiadas el contenido de sólidos solubles a 45°C reportó una media ($28,64 \pm 4,61$) superior a la de 55°C ($27,76 \pm 3,33$) de manera general. (Fernandes, dos Santos, & da Silva, 2011) También reportan un discreto aumento en el concentrado de maracuyá obtenido a partir de su jugo bajo la acción de tratamientos térmicos.

3.2.2 Acidez titulable

Los resultados obtenidos se encuentra de manera general entre un mínimo de 3,21 % y un máximo de 4,88 % de acidez titulable reportándose un valor medio de $3,31 \% \pm 0,83$ tal como se muestran el Anexo 7 así como los valores de sesgo y curtosis, los cuales demuestran que los datos obtenidos experimentalmente cumplen con una distribución normal ya que dichos estadígrafos se encuentra dentro del intervalo de -2 a 2, Igual resultado se obtiene de forma gráfica en el Anexo 8, en la cual se puede observar la distribución de forma acampanada en el histograma los cuales es representativo de una distribución normal de los datos.

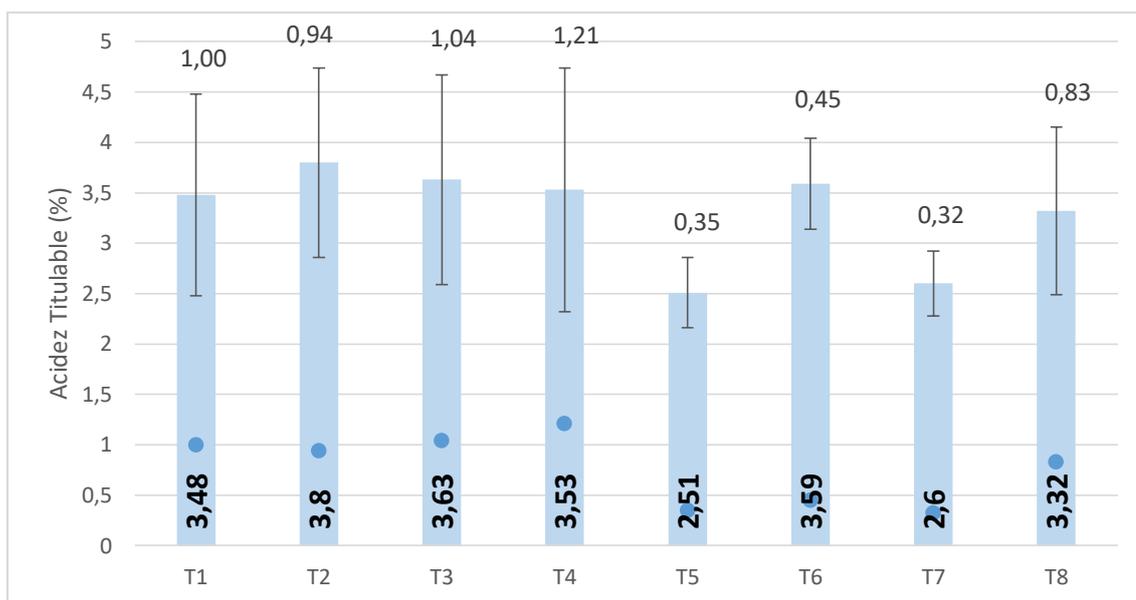
En el Anexo 7 también se observa un aumento importante con relación a la media total de los niveles de acidez titulable (3,31 %) en el concentrado con respecto al jugo, (0,91 %), lo cual ha sido reportado por otros autores tales como (López P. , 2021) quienes en su investigación con del concentrado de babaco *carica pentagona h.* reportan un incremento de la acidez del jugo concentrado (7,62 %) con relación al jugo fresco (1,42 %), como consecuencia de la acción de tratamientos térmicos y es atribuible a la eliminación del contenido de agua durante el proceso de evaporación y por consiguiente al aumento de la concentración de los componentes que infieren esta propiedad así como la disminución de los iones H⁺ en el producto final. Este incremento podría estar asociado a la disminución de los niveles de

humedad y con esto el aumento de los sólidos solubles y por consiguiente el aumento de la concentración de los ácidos orgánicos.

En las Figura 17 se muestra la gráfica de contenido la acidez titulable en el concentrado de zumo de mandarina.

Figura 17

Acidez titulable



3.2.2.1 Análisis de varianza de la Acidez titulable

Los resultados de ANOVA se reportan en la Tabla 11, los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores pudiéndose plantear que: Los factores A, B y C no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez titulable con un 95,0% de nivel de confianza, ($p>0,05$), al igual que las interacciones AB, AC, BC y ABC no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre acidez titulable con un 95,0% de nivel de confianza, ($p>0,05$).

Considerándose que las interacciones ABC corresponden a cada uno de los tratamientos planteados en la investigación podría plantearse con un 95 % de confianza que no existe efecto

estadísticamente significativo de los tratamientos (combinaciones de flujo, temperatura y presión) sobre la propiedad acidez titulable.

Es válido resaltar que los resultados de ciertas mediciones están influenciados por factores tales como la instrumentación y el observador, quienes introducen errores durante la medición. En este caso, si se observa los valores altos de desviación estándar de la Figura 17 se puede determinar que hubo un error de medición, lo cual es un factor que determina la no existencia de diferencias significativas.

Tabla 11

Resultados de ANOVA para la acidez titulable

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Flujo de alimentación	2,1901	1	2,1901	3,17	0,0941
B:Temperatura de concentrado	0,0345042	1	0,0345042	0,05	0,8260
C:Presión de vapor	1,5352	1	1,5352	2,22	0,1556
INTERACCIONES					
AB	0,00150417	1	0,00150417	0,00	0,9634
AC	0,924338	1	0,924338	1,34	0,2645
BC	0,230104	1	0,230104	0,33	0,5720
ABC	0,00120417	1	0,00120417	0,00	0,9672
RESIDUOS	11,0605	16	0,691283		
TOTAL (CORREGIDO)	15,9775	23			

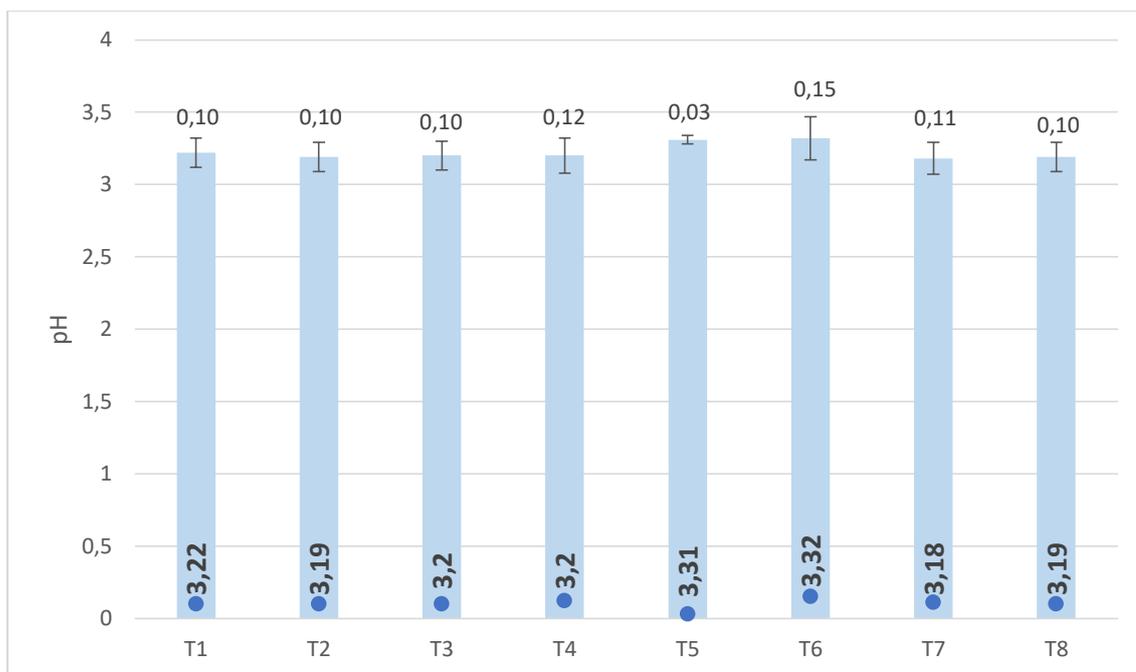
3.2.3 *pH*

Los resultados obtenidos, que se muestran en el Anexo 9, se encuentra de manera general entre un mínimo de 3,08 y un máximo de 3,49; reportándose un valor medio de $3,23 \pm 0,102$. Los valores de sesgo y curtosis evidencian que los datos obtenidos experimentalmente cumplen con una distribución normal ya que dichos estadígrafos se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, Igual resultado se obtiene en el gráfico Histograma, Anexo 10 ya que los datos se encuentran aproximadamente situados sobre una curva que describe una campana simétrica.

En el Anexo 9 se observa una ligera disminución del valor de pH del concentrado (3,23) con relación al pH del jugo (3,87), esto está estrechamente relacionado y en concordancia con el comportamiento de los resultados de acidez ya que esto es indicativo de la disminución de los iones H^+ en el medio, como resultado del proceso de evaporación, el cual tiene lugar la disminución de humedad y el aumento de la concentración de los componentes que le atribuyen el carácter ácido al medio. En las Figura 18 se muestran la gráfica del contenido de pH en el concentrado de zumo de mandarina.

Figura 18

pH



3.2.3.1 Análisis de varianza pH

Los resultados una vez aplicada la herramienta de análisis de varianza se muestran en la Tabla 12, donde se observa como los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores pudiéndose plantear que las variables de diseño Flujo de alimentación (A), Temperatura de concentrado (B) y Presión de vapor (C) no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95,0% de nivel de confianza ($p > 0,05$).

Por otra parte, la interacciones AB, AC, BC y ABC no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre pH con un 95,0% de nivel de confianza, ($p > 0,05$), Considerándose que las interacciones ABC corresponden a cada uno de los tratamientos planteados en la investigación podría plantearse con un 95 % de confianza que no existe efecto estadísticamente significativo de los tratamientos (combinaciones de flujo, temperatura y presión en intervalo previsto) sobre la propiedad pH. Esto se atribuye a que los rangos establecidos para cada factor en la investigación son muy estrechos, para lo cual se sugiere que en investigaciones posteriores estos rangos sean más extensos.

Tabla 12*Resultados de ANOVA para el pH*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Flujo de alimentación	0,0140167	1	0,0140167	1,27	0,2755
B:Temperatura de concentrado	0,0240667	1	0,0240667	2,19	0,1584
C:Presión de vapor	0,0000666667	1	0,0000666667	0,01	0,9389
INTERACCIONES					
AB	0,0228167	1	0,0228167	2,08	0,1690
AC	0,00135	1	0,00135	0,12	0,7306
BC	0,000266667	1	0,000266667	0,02	0,8782
ABC	0,000416667	1	0,000416667	0,04	0,8481
RESIDUOS	0,175933	16	0,0109958		
TOTAL (CORREGIDO)	0,238933	23			

Analizando los resultados de pH, se puede concluir que todos los tratamientos cumplen con lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008, en la cual se establece que el pH será inferior a 4,5.

Pudiéndose plantear como el mejor tratamiento es aquel que posea el valor de pH más bajo, teniendo en cuenta que este parámetro representa la concentración de los iones H⁺ en el producto y por consiguiente su nivel de acidez. Un valor de pH inferior a 7 indica un alimento ácido, y, por tanto, con un pH bajo, la acción conservadora es mayor y, en consecuencia, disminuye el riesgo de contaminación por bacterias patógenas.

La formación y crecimiento de patógenos en los alimentos requiere de nutrientes, agua, temperatura adecuada y ciertos niveles de pH. Se considera que la mayoría de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8. Aunque la mayoría de las bacterias proliferan en ambientes neutros, se debe señalar que algunos lo hacen en alimentos de pH ácido y otros en productos de pH alcalino. El gusto humano distingue estos

tipos de pH; un producto ácido tiene un sabor agrio y un producto alcalino un sabor amargo, según el Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC) (Chavarrías, 2013).

Siendo los tratamientos identificados como T7, T2, T8 los 3 mejores tratamientos ubicados en orden decreciente.

3.2.4 *Vitamina C*

Los resultados obtenidos se encuentran de manera general entre un mínimo de 76,75 mg/100mL y un máximo de 78,75 mg/100mL de Vitamina C reportándose un valor medio de $77,04 \pm 0,79$ mg/100mL tal como se muestra en el Anexo 11.

Polina y Arroyo, (2015) reportan valores superiores a los observados en este estudio para las frutas naranja (138,00 mg/100mL), lima (222 mg/100mL), limón (154 mg/100mL) y toronja (222 mg/100mL) una vez aplicado el proceso de evaporación de película ascendente. Sin embargo, López A. P, (2021) reporta un valor medio de 52,16 mg/100 mL de contenido de vitamina C en el concentrado de babaco.

Los valores de sesgo y curtosis evidencian que los datos obtenidos experimentalmente cumplen con una distribución normal ya que dichos estadígrafos se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, igual resultado se obtiene de forma gráfica en el Anexo 12, en el gráfico de probabilidad normal, ya que los datos describen una campana con tendencia simétrica.

En los resultados reportados en el Anexo 11 se observa un notable aumento del contenido de vitamina C en el concentrado de mandarina 76,75 mg/100mL con relación al jugo fresco el cual reporto un valor de 27,95 mg/100mL. Sin embargo, se observa una pérdida del contenido de vitamina C de 14,76 mg/100mL lo cual representa un 52,8 % de pérdida como promedio.

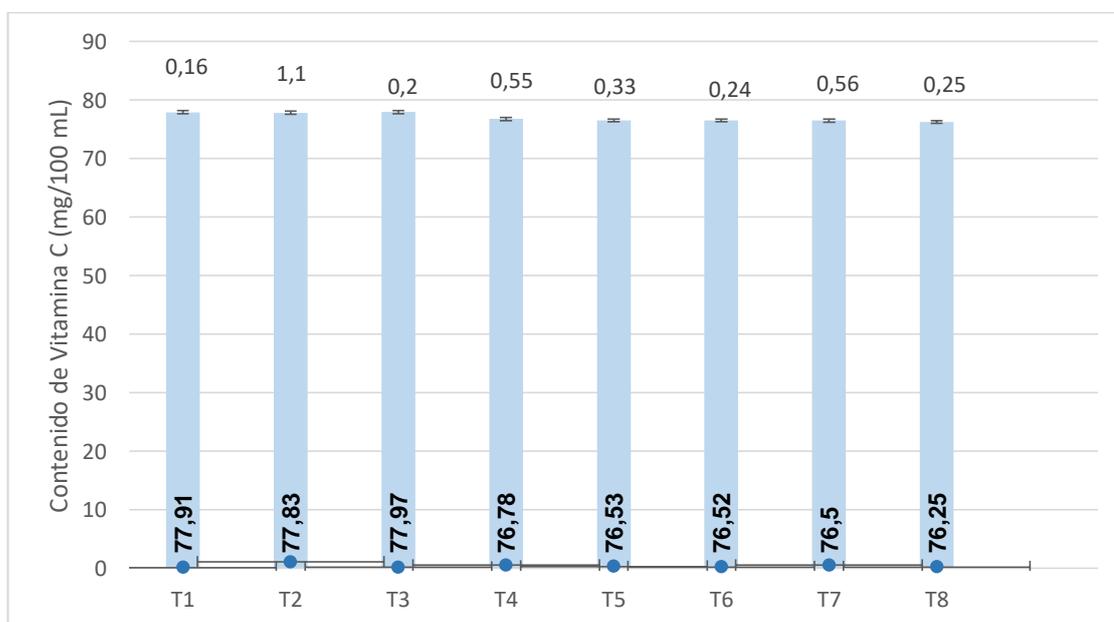
Atribuible estos a las condiciones de operación durante el estudio, ya que se conoce que la vitamina C se caracteriza por ser un compuesto termosensible, que ante efectos térmicos se

desnaturalizan, en la medida en la cual las condiciones sean más agradecidas, mayores temperaturas y/o mayores tiempos de exposición a estas, las pérdidas de esta propiedad aumentarían. Reyes, (2021) en su investigación con el concentrado de naranjilla, reportó una reducción del 23,7 % al 30,8 % del contenido de ácido ascórbico, similar a lo obtenido al evaluar el efecto que tiene la pasteurización en la pérdida de vitamina C en jugos de frutas cítricas tales como: tomate de árbol, naranja, mango y mora de castilla.

En la Figura 19 se muestran los resultados de contenido de Vitamina C para cada uno de los tratamientos evaluados, pudiéndose observar que el tratamiento 3 arrojó el valor más alto seguido de los tratamientos T1 y T2, lo cual era de esperarse si se considera que se trata de los tratamientos menos agresivos sobre todo en cuanto a exposición a las temperaturas analizadas, esto corrobora el carácter termosensible de la vitamina C, por otra parte el tratamiento T5 reportó el valor más bajo de contenido de vitamina C en el concentrado de mandarina.

Figura 19

Vitamina C por tratamientos.



3.2.4.1 Análisis de varianza parámetros vitamina C

Una vez aplicada la herramienta de análisis de varianza cuyos resultados se muestran en la Tabla 13, se pudo constatar que el factor A: flujo de alimentación tiene un efecto estadísticamente significativo sobre vitamina C con un 95,0% de nivel de confianza, ($p < 0,05$) Mientras que los factores B: Temperatura y- factor C: Presión de vapor no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Vitamina C con un 95,0% de nivel de confianza ($p > 0,05$).

Por otra parte, las interacciones AB, AC, BC y ABC tampoco tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de vitamina C con un 95,0% de nivel de confianza ($p > 0,05$). Considerándose que las interacciones ABC representan a cada uno de los tratamientos estudiados podría plantearse con un 95 % de confianza que no existe efecto estadísticamente significativo de los tratamientos (combinaciones de flujo, temperatura y presión en intervalo previsto) sobre la propiedad contenido de Vitamina C.

Tabla 13

Resultados de ANOVA para la vitamina C

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
MODELO	11,26	7	1,61	8,35	0,1661
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Flujo de alimentación	8,26	1	8,26	42,38	0,0304
B:Temperatura de concentrado	0,63	1	0,63	3,25	0,0901
C:Presión de vapor	0,87	1	0,87	4,49	0,0600
INTERACCIONES					
AB	0,18	1	0,18	0,92	0,3525
AC	0,37	1	0,37	1,92	0,1849
BC	0,67	1	0,67	3,49	0,0801
ABC	0,29	1	0,29	1,51	0,2374
RESIDUOS	3,18	16	0,19		
TOTAL (CORREGIDO)	14,35	23			

3.2.4.2 Análisis de la relación entre el flujo de alimentación y contenido de Vitamina C

Los resultados obtenidos durante la aplicación de la Prueba Tukey para la variable Vitamina C según flujo de alimentación se muestran en la Tabla 14, donde se aprecia que los valores medios de los contenidos de vitamina C correspondiente a los tratamientos con flujos de alimentación de 12 L/h supera a los de 14 L/h, lo cual evidencia que en las condiciones de estudio evaluadas en la medida en la cual el flujo de alimentación aumenta, los niveles de contenido de Vitamina C disminuyen. Esto podría estar asociado a la incidencia del aumento del flujo sobre el movimiento de líquido (Mendieta & Escalante, 2013) lo que implica un mínimo contacto con el producto de entrada, es decir mientras menor es el flujo de alimentación mayor será el tiempo de contacto del producto en el evaporador, y por consiguiente mayor será la concentración.

Tabla 14

Prueba Tukey 5% para Vitamina C en función del flujo de alimentación.

Flujo	Medias	n	Desviación Estándar	Rango
14	76,45	12	0,13	a
12	77,62	12	0,59	b

3.2.4.3 Análisis de las pérdidas del contenido de Vitamina C por evaporación

En el Anexo 13 se muestran los resultados obtenidos durante la determinación de los porcentajes de pérdidas y retención asociados a la vitamina C en el zumo concentrado, de tal manera se puede plantear que el valor medio de los porcentajes de pérdidas asciende a 50,74 %, que representa 14,25 mg/100 mL perdidos, lo cual se traduce en un nivel de retención del 49,27 % que representa 13,70 mg/100mL, reportándose como valor mínimo 13,15 mg/100mL y un máximo de 15,15 mg/L correspondiente a los tratamientos T5 y T4 respectivamente.

Resumiéndose los mismos en la Figura 20, donde se puede observar los porcentajes de pérdidas obtenidos en cada tratamiento de manera creciente, pudiéndose plantear como los tratamientos más adecuados aquellos con menor porcentaje de pérdidas del contenido de vitamina C identificados como T1, T2, T3 ubicados en orden creciente.

Figura 20

Porcentajes de pérdidas del contenido de vitamina C



Durante el proceso de evaporación los tratamientos son sometidos a efectos de calor, los cuales tienen lugar un grupo importante de cambios en los alimentos tales como cambios de color y pérdidas de vitamina C los cuales inciden de manera negativa sobre la calidad de los zumos de las frutas. (Ibarz, Pagan, & Garza, 1999). Estas transformaciones podrían explicar la causa de la disminución de los niveles de contenido de vitamina C y las variaciones entre cada uno de los tratamientos, se toma en cuenta que cada uno de estos se realizaron a diferentes combinaciones de temperatura, flujo y presión. Pudiéndose plantear como las mejores combinaciones teniendo en cuenta los resultados anteriores a: T1 (flujo: 12 L/h - temperatura:

45 °C – presión: 0,2), T2 (flujo: 12 L/h - temperatura: 45 °C – presión: 0,4) y T3 (flujo: 12 L/h - temperatura: 55 °C – presión: 0,2)

Los resultados concuerdan con los reportados por Mendoza – Corvis y col., (2015) donde se evidencia una disminución a la mitad del contenido de vitamina C al someterse a un proceso de escaldado a la pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica var magdalena river*) en un tiempo 22,52 minutos de tratamiento, con igual comportamiento a temperatura superiores (85⁰C) en menor tiempo (11,23 minutos). Del mismo modo Ordóñez-Santos y col., (2013) reportan porcentajes de degradación de la vitamina C en el intervalo de 56 % a 70 % para los frutos de guayaba bajo tratamiento térmicos de 75⁰C a 95⁰C de temperatura.

Por otro lado durante la elaboración de jugo concentrado de maracuyá empleándose una película ascendente a intervalos de 60 °C a 63 °C los valores reportados por Castillo y Miranda, (2009) fueron de 29,4 % y 24,5 % de pérdidas

Mientras que otros autores reportan valores superiores de retención del contenido de vitamina C, 75,39 %, en el zumo de arándano sometido a un proceso de clarificación y pasteurización en un intervalo de temperatura y tiempo de 85⁰C a 95⁰C de 14,88 min a 30,22 min (Pesantes Arriola & Tejada Ovalle, Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*)”, 2021). De igual forma Riera y Gómez, (2019) reportan para temperaturas de 65⁰C a 95⁰C y tiempos de tratamientos de 5 a 20 minutos porcentajes de reducción de 66,7 % y 80,0 % para el jugo de lulo (*Solanum quitoense Lam.*)

Varios son los autores que concluyen en sus investigaciones que a mayor tiempo y temperatura de exposición durante un proceso térmico el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante disminuyen considerablemente (Pesantes Arriola & Tejada Ovalle,

Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*)”., 2021)

Las diferencias entre los resultados obtenidos durante esta investigación con otras pueden deberse a aspectos tales como: los procesos de tratamientos térmicos empleados, relación temperatura y tiempo de exposición (Sánchez-Chávez, Juan, Miguel, & Julio, 2015), pH, niveles de humedad, disponibilidad de oxígeno, factores que inciden de manera significativa en la degradación de la vitamina C.

Se atribuye la degradación de las moléculas de vitamina C a la asociación entre las reacciones químicas de oxidación a la forma dehidroascórbico (DHAA), la de hidrólisis del DHAA al ácido 2,3-dicetogulónico, así como la polimerización de compuestos nutricionalmente inactivos (Dewanto, Wu, & Hai, 2002). Pudiéndose plantear tres vías de degradación para la vitamina C hasta su desnaturalización y por consiguiente la pérdida de su valor nutricional, la vía oxidativa catalizada, la oxidativa no catalizada y la anaeróbica.

3.2.5 Capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos para el parámetro capacidad antioxidante del concentrado de mandarina se encuentra de manera general en el intervalo comprendido entre 1977,01 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ y 2289,06 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ reportándose un valor medio de 2169,48 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ tal como se muestra en el Anexo 14.

Los valores de sesgo y curtosis reportados en el Anexo 15, evidencian que los datos obtenidos experimentalmente cumplen con una distribución normal ya que dichos estadígrafos se encuentran en el intervalo entre -2 y 2. Este resultado se reafirma de forma gráfica, en la cual se determina el comportamiento característico de la normalidad de los valores.

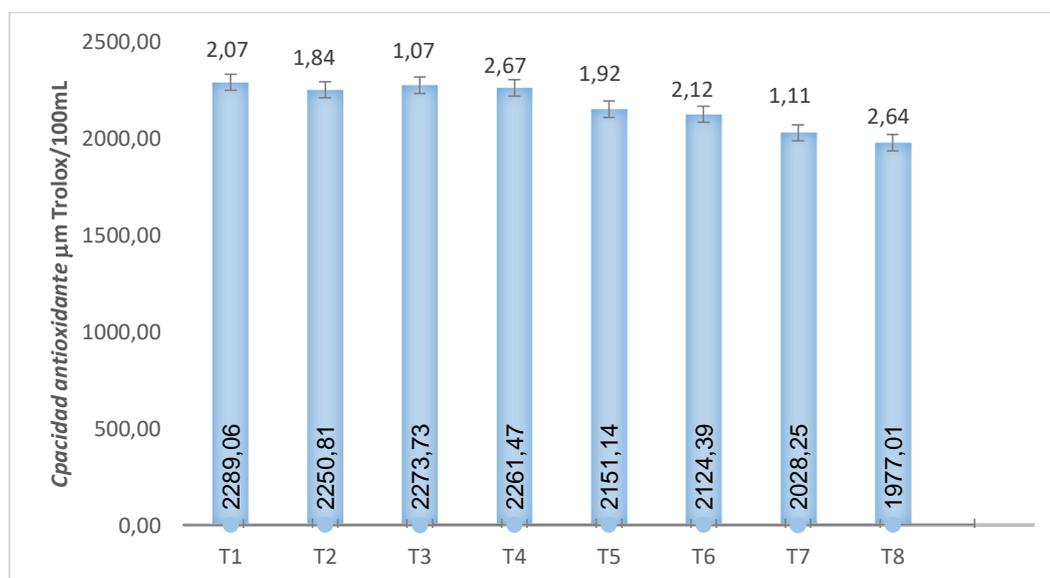
En el Anexo 14 se observa un incremento de los valores de la capacidad antioxidante en el concentrado del zumo 2169,48 $\mu\text{m Trolox}/100\text{ mL}$ debido a su concentración con respecto

al zumo 1002,92 $\mu\text{m Trolox}/100 \text{ mL}$, este comportamiento ha sido reportado por otros autores y es atribuible a la disminución del contenido de agua durante el proceso de evaporación, lo cual conlleva a un aumento de la concentración de los contenidos sólidos, entre los que se encuentran representados aquellos compuestos que brindan el carácter antioxidante. Tal es el caso de (López A. P., 2021) quien en su investigación reporta un aumento de contenido de capacidad antioxidante en la pulpa concentrada de babaco 1381,39 $\mu\text{m Trolox}/100\text{ml}$ con relación al jugo fresco de babaco 442,48 $\mu\text{m Trolox}/100\text{ml}$.

En la Figura 21 se muestran los resultados de capacidad antioxidante correspondiente a cada uno de los tratamientos evaluados, pudiéndose observar que el tratamiento 1 reporto el mayor valor 2289,06 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ seguido de por los tratamientos 3 y 4 con valores de 2273,73 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ y 2261,47 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$ respectivamente, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en los tratamiento 8 (1977,01 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$) y el tratamiento 7 (2028,25 $\mu\text{m Trolox}/100\text{mL}$).

Figura 21

Resultados de capacidad antioxidante por tratamientos.



3.2.5.1 Análisis de varianza parámetros Capacidad Antioxidante

Durante la aplicación del análisis de varianza se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 15 en el cual se observa que los factores evaluados; A: flujo de alimentación ejercen efecto estadísticamente significativo, mientras que los factores B: Temperatura y C: Presión de vapor no ejercen un efecto estadísticamente significativo sobre Capacidad Antioxidante con un 95,0% de nivel de confianza, ($p > 0,05$) para los niveles de estudios previstos.

Por otra parte, las interacciones AB, AC, BC, ABC no reporta un efecto estadísticamente significativo sobre la capacidad antioxidante con un 95,0% de nivel de confianza ($p > 0,05$). Considerándose que las interacciones ABC representan a cada uno de los tratamientos estudiados podría plantearse con un 95 % de confianza que no existe efecto estadísticamente significativo de los tratamientos (combinaciones de flujo, temperatura y presión en intervalo previsto) sobre la propiedad capacidad antioxidante del concentrado obtenido.

Tabla 15

Resultados de ANOVA para la capacidad antioxidante

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
MODELO	298044,8	7	42577,83	10525,05	0,0601
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Flujo de alimentación	236183,3	1	236183,3	58383,48	0,0440
B:Temperatura de concentrado	28209,7	1	28209,7	6973,31	0,0698
C:Presión de vapor	6128,01	1	6128,01	1514,82	0,1254
INTERACCIONES					
Flujo*Temperatura	26321,13	1	26321,13	6506,47	0,0984
Flujo*Presión	269,88	1	269,88	66,71	0,2143
Temperatura*Presión	1,76	1	1,76	0,44	0,6188
Flujo*Temperatura*Presión	931,01	1	931,01	230,14	0,1501
Error	64,73	16	4,05		

Total	298109,51	23
-------	-----------	----

3.2.5.2 Análisis de la relación entre el flujo de alimentación y la Capacidad Antioxidante

Mediante la aplicación de la Prueba Tukey para la variable Capacidad antioxidante en función de los niveles de flujo de alimentación se muestran en la Tabla 16, donde se observa como los tratamientos con flujo de alimentación de 12 L/h presentan valores superiores a los de 14 L/h, lo cual podría indicar de manera discreta el efecto del flujo sobre la capacidad antioxidante, pudiéndose considerar que el aumento de este repercutiría en la disminución de la capacidad antioxidante del concentrado. (Mendieta & Escalante, 2013) Plantean que el aumento del flujo de alimentación implica el mínimo contacto con el producto de entrada, provocando una disminución en la concentración del jugo.

Tabla 16

Prueba Tukey para la Capacidad antioxidante en función del flujo de alimentación.

Flujo de alimentación (L/h)	Medias	n	Desviación Estándar	Rango
14	2070,36	12	14,98	a
12	2268,77	12	73,52	b

3.2.5.3 Análisis de las pérdidas del contenido de capacidad antioxidante.

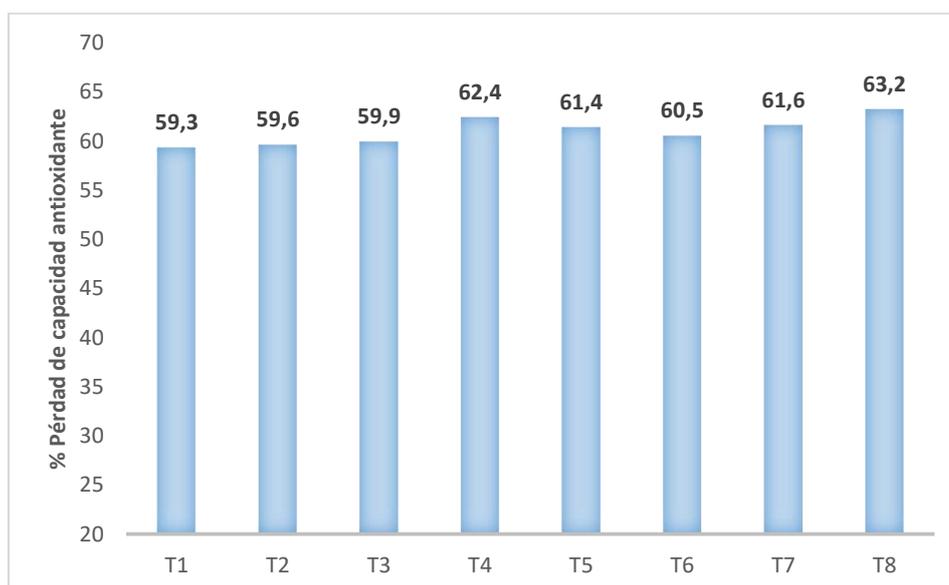
En el Anexo 16 se muestran los resultados obtenidos durante la determinación de los porcentajes de pérdidas y retención asociados a la capacidad antioxidante en el concentrado de mandarina, reportándose como promedio un porcentaje de pérdida de 61 %, lo representa 611,64 μm Trolox/100mL degradados como promedio entre los tratamientos analizados, lo cual corresponde con un 39 % de retención de la propiedad evaluada.

Este comportamiento es explicable a partir del efecto de los tratamientos térmicos sobre los compuestos que aportan capacidad antioxidante al medio, los cuales causan la desnaturalización o degradación de estos, ya que estos son caracterizados como compuestos termosensibles.

En la Figura 22 se resumen los porcentajes de pérdidas para cada tratamiento, teniendo en cuenta que los tratamientos más adecuados serán aquellos con menor porcentaje de pérdidas, se establecen como mejores tratamientos: T1, T2, T3 y T6 listados en orden decreciente. Mientras que los tratamientos T4, T5, T7 y T8 son identificados como los menos adecuados ya estos presentan los porcentos más bajos de retención.

Figura 22

Porcentaje de pérdidas del contenido de Capacidad Antioxidante



De todo esto se desprende que la disponibilidad de contenido de vitamina C y su actividad antioxidante se reducen significativamente como consecuencia del procesamiento industrial y almacenamiento debido a la acción de factores tales como la temperatura, el oxígeno, la luz, la presión, los iones metálicos, los azúcares reductores y el pH (Domínguez & Ordoñez, 2013)

Los tratamientos en los cuales se empleó menores temperaturas 45°C se obtuvo los valores de medias más altos 2078,26 cual concuerda con lo planteado por (Aduato Osorio, 2012) quien establece que la variable temperatura de concentración es inversamente proporcional a la capacidad antioxidante, del mismo modo concuerda con lo planteado por (Llantoy, 2020) quien establece que a mayor temperatura menor capacidad antioxidante aplicándose tratamientos térmicos al zumo de arándanos y Valencia & Guevara (2013) reportaron la disminución de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*rubus fruticosus* L.)

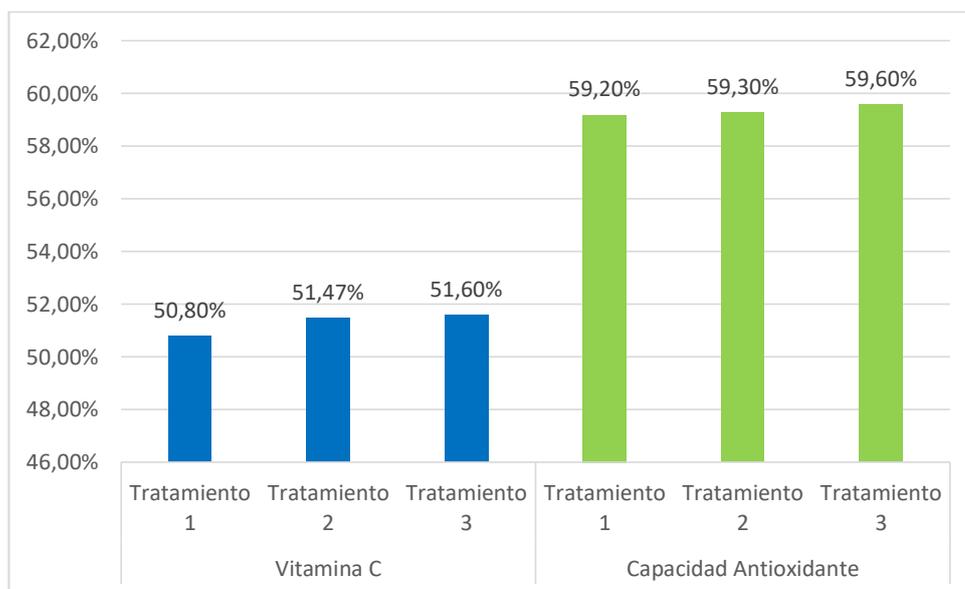
3.2.6 Selección del mejor tratamiento

Las características tales como: contenido de vitamina C, capacidad antioxidante, sólidos solubles, pH, acidez entre otras como: la humedad y la actividad microbianas son empleadas como indicadores de la calidad comercial de los jugos concentrados, parámetros a considerar durante las etapas de procesamiento y comercialización. (Johnston & Bowling, 2002) (Avalo, Perez, & Tovar, 2009)

De ahí que en el caso de los parámetros estudiados es de vital importancia, garantizar la menor variabilidad de estos en el zumo concentrado con relación al zumo de fruta. Por lo que se consideraron los tratamientos con menores porcentajes de pérdidas y por consiguiente mayores porcentajes de retención del contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante, como los mejores tratamientos tal como se muestra en la Figura 23.

Figura 23

Mejores tratamientos según porcentaje de pérdidas de vitamina C y capacidad antioxidante



En la misma se puede observar que los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron los más bajos valores en cuanto al porcentaje de pérdida de contenido de vitamina C y Capacidad antioxidante según las condiciones de estudio: flujo de alimentación 12L/h a una temperatura de 45°C y 0,2 bar para T1; flujo de alimentación 12L/h a 45°C y 0,4 bar para T2 y flujo de alimentación 12L/h a 55 °C y 0.2 bar para T3.

Pupiales y Edmundo (2021) reportaron un descenso de la actividad antioxidante hidrosoluble y el contenido de vitamina C en función del tiempo de tratamiento térmico a 70 °C, 80 °C y 90°C para naranja, mandarina y limón. Obteniéndose los menores valores para el tratamiento a 90°C. Resultados similares a los reportados por Ordoñez (2012) en la guayaba a temperaturas de 75 – 95°C donde se lograron porcentajes de reducción del contenido de vitamina C de 56,70 % al 60 %. Por otra parte, Ore y col (2020) concluyeron que la temperatura y el tiempo del proceso térmico tienen un efecto significativo sobre la degradación.

Acevedo y col., (2004) concluyen la disminución de la capacidad antioxidante durante el estudio cinético de la degradación de la actividad antioxidante en jugos cítricos de naranja,

mandarina y limón por tratamiento térmico, en un intervalo de temperatura de 70°C a 90 °C pudiéndose observar en los resultados reportados estos autores la disminución de la capacidad antioxidante en la totalidad de los jugos evaluados en función del aumento de la temperatura.

El decrecimiento de la concentración de vitamina C se debe probablemente a la interacción entre la temperatura y el oxígeno tal como indican Verbeyst y col., (2012) quienes establecen esta interrelación como un factor determinante en la degradación de la vitamina C, ya que estos aseveran que la estabilidad de este compuesto depende en gran medida de la relación molar entre el contenido de oxígeno y ácido ascórbico.

Por otra parte la disminución de la capacidad antioxidante se encuentra estrechamente vinculada a la reducción de algunos metabolitos secundarios, entre ellos los compuestos fenólicos y los flavonoides (Quispe, y otros, 2022)

3.3 Análisis de las características sensoriales y estabilidad del producto final.

3.3.1 Análisis de las características sensoriales

Una de los mayores inconvenientes de los procesos de evaporación, el cual es un tratamiento térmico es que hace más susceptible al alimento a los efectos de la oxidación y destruye componentes aromáticos (Kimball, 2002) los cuales pueden afectar en alguna medida las propiedades sensoriales del mismo y con ello su calidad y comercialización.

3.3.1.1 Atributo olor.

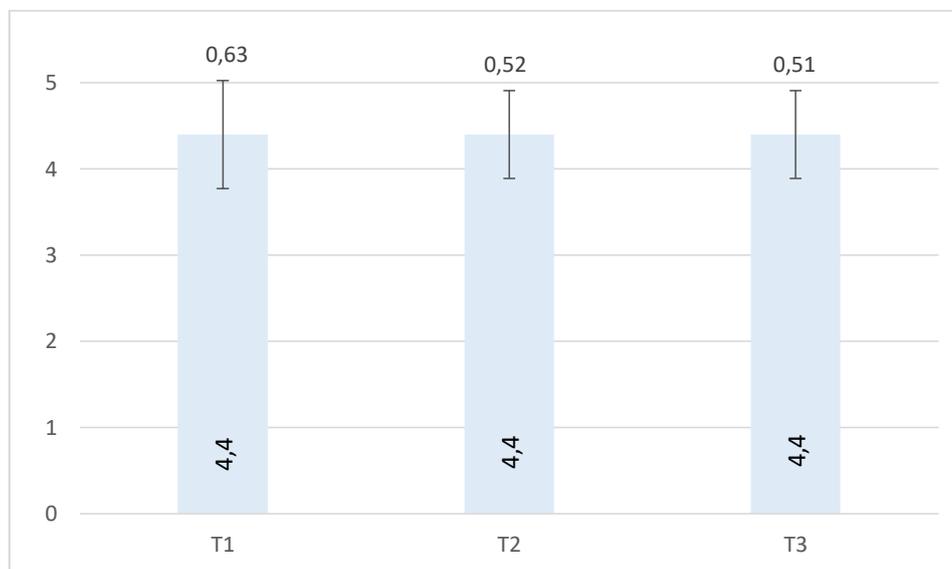
En el Anexo 17 se muestran los resultados obtenidos una vez realizada la evaluación sensorial a un total de 30 jueces afectivos, reportándose valores mínimos de 4 puntos para los tratamientos T2 y T3 mientras que para el T1 el valor fue de 3, así como máximos de 5 puntos para los 3 tratamientos.

Por otra parte, la puntuación promedio para cada tratamiento fue de $4,40 \pm 0,51$ para los tratamientos T2 y T3, y de $4,40 \pm 0,63$ para el T1.

En la Figura 24 se muestran los valores promedios obtenidos para el atributo olor correspondiente a cada uno de los tratamientos estudiados.

Figura 24

Puntuación promedio atributo olor



Mediante un análisis de la misma se puede plantear que los tratamientos T1, T2 y T3 presentan igual aceptación con relación al atributo olor. Según escala establecida para la evaluación sensorial de manera general los tratamientos seleccionados se encuentran entre los criterios *me gusta* y *me gusta muchísimo* con una mayor tendencia al primero ya que no superan la puntuación de 4,5 puntos.

3.3.1.2 Atributo sabor.

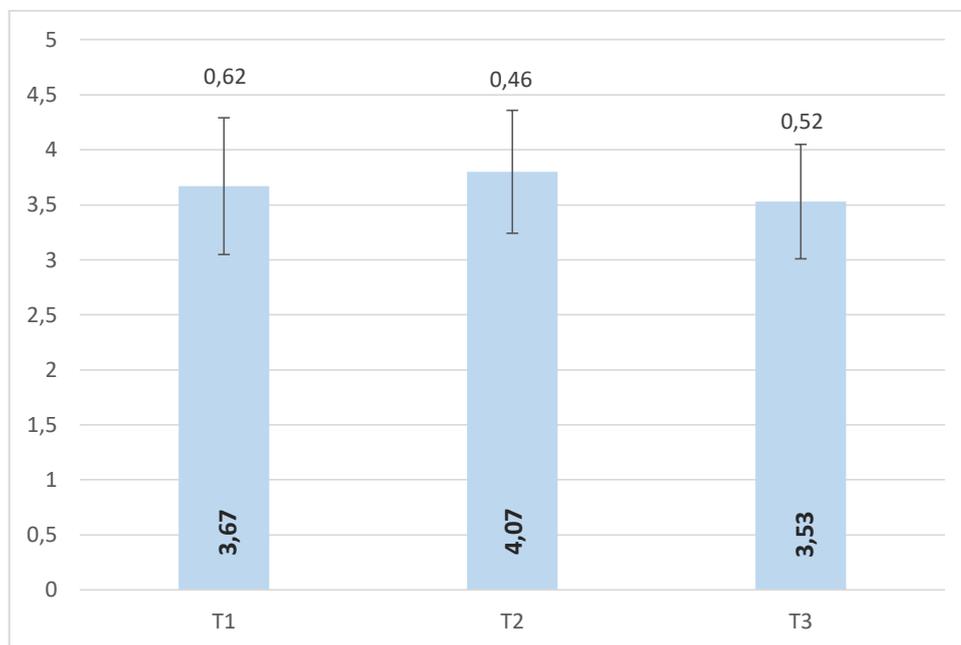
Por otra parte se muestran los resultados obtenidos una vez realizada la evaluación sensorial prestando atención al atributo sabor en el Anexo 18, reportándose valores mínimos de 3 puntos y máximos de 5 para la totalidad de los tratamientos.

Mientras que la puntuación promedio para cada tratamiento fue $3,67 \pm 0,62$ para T1; $4,07 \pm 0,46$ para T2 marcando una diferencia entre los tratamientos evaluados y $3,53 \pm 0,52$ para T3.

En la Figura 25 se muestran los valores promedios obtenidos para el atributo sabor correspondiente a cada uno de los tratamientos estudiados.

Figura 25

Puntuación promedio atributo sabor



En esta se evidencia que el tratamiento con mayor puntuación es del Tratamiento 2 (T2), seguido de los tratamientos T1 y T3. Según la escala prevista para la evaluación sensorial los tratamientos seleccionados se encuentran entre los criterios de ni me gusta, ni me disgusta y me gusta con una mayor tendencia hasta este último si tomamos en cuenta que todos los tratamientos exceden la puntuación de 3,5.

En la Tabla 17, se muestran los resultados obtenidos una vez realizada la prueba Tukey para el atributo Sabor

Tabla 17

Prueba Tukey para el atributo sabor

Tratamiento	Sabor	Rango
T3	3,53	a
T1	3,67	a b

T2	4,07	b
----	------	---

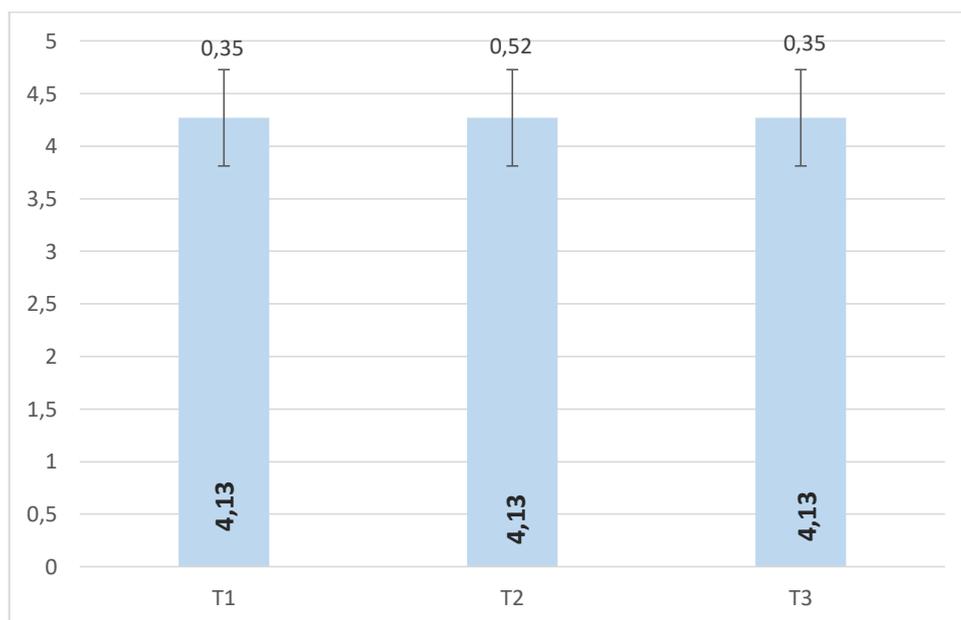
3.3.1.3 Atributo color.

En cuanto a los resultados obtenidos una vez evaluado el atributo color según se muestra en el Anexo 19, pueden plantearse que se reportan valores mínimos de 4 y máximos de 5 para la totalidad de los tratamientos evaluados.

La puntuación promedio otorgada a cada tratamiento excede los 4 puntos siendo esta de $4,13 \pm 0,35$ para T1, $4,13 \pm 0,52$ para T2 y $4,13 \pm 0,35$ para T3. En la Figura 26 se muestran los valores promedios obtenidos para el atributo color correspondiente a cada uno de los tratamientos estudiados.

Figura 26

Puntuación promedio atributo color



En esta se evidencia no se reportan diferencias perceptibles por los jueces para el atributo color entre los tratamientos estudiados, ubicándose los resultados entre los criterios de me gusta y me gusta muchísimo con una mayor tendencia al me gusta si consideramos que el valor de la puntuación es inferior a 4,5 valor medio entre ambos criterios. Este resultado coloca

a todos los tratamientos en igual posición pudiéndose seleccionar uno u otro en función del atributo color.

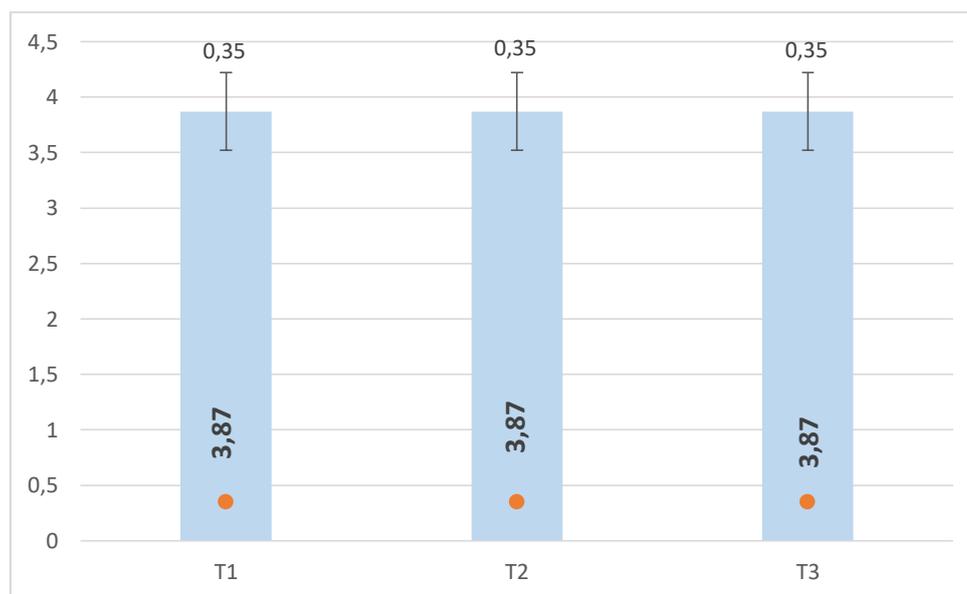
3.3.1.4 Nivel de agrado (palatabilidad).

En cuanto a los resultados obtenidos una vez evaluado el nivel de agrado que se muestran en el Anexo 20, pueden plantearse que se reportan valores mínimos de 3 y máximos de 4 para la totalidad de los tratamientos evaluados.

La puntuación promedio otorgada por tratamientos fue de $3,87 \pm 0,35$ para todos los tratamientos estudiados, valido considerar que el valor de moda reporta una puntuación de 4 en todos los tratamientos pudiéndose plantear que la mayoría de las calificaciones correspondían con el criterio de *me gusta*. En la Figura 27 se muestran los valores promedios obtenidos para el nivel de agrado correspondiente a cada uno de los tratamientos estudiados.

Figura 27

Puntuación promedio nivel de agrado



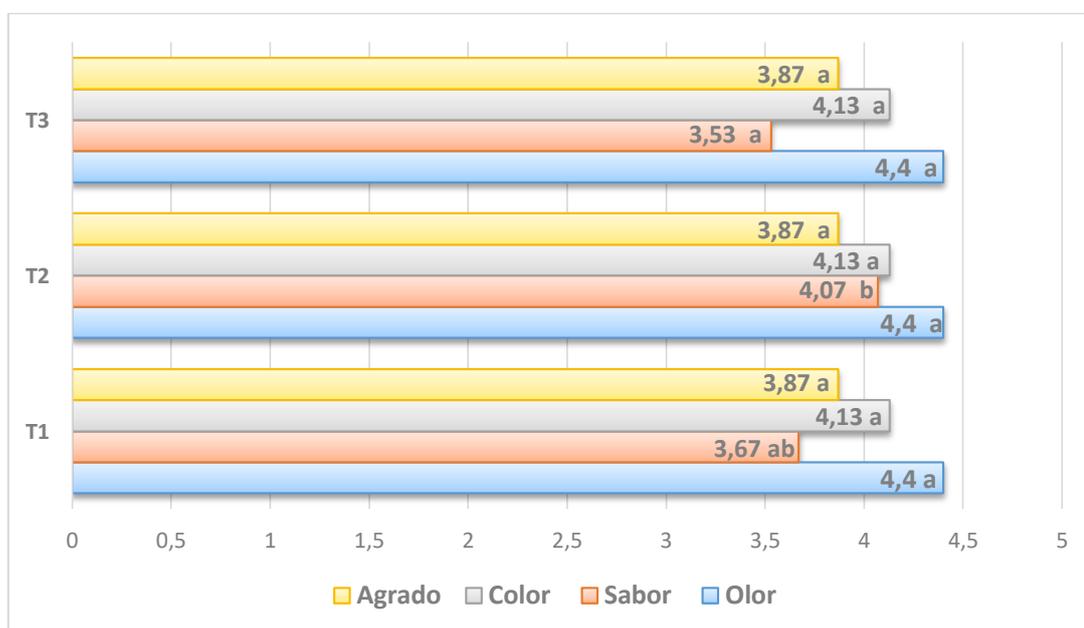
Los resultados reportan que no fue detectado por parte de los jueces afectivos durante la evaluación sensorial según escala de criterios empleadas diferencias entre los tratamientos evaluados, colocándose el promedio obtenido entre los criterios ni me gusta, ni me disgusta y

me gusta con una mayor tendencia hacia este último, si consideramos que los promedio superan el valor de 3,5 en sus puntuaciones. Este resultado coloca a los 5 tratamientos evaluados en igual condición de agrado, sobre un criterio de aceptación de me gusta.

En la Figura 28 se muestra un resumen de los resultados obtenidos durante el análisis sensorial, en la misma se puede observar como todos los atributos evaluados superan la puntuación de 3 criterio traducible en la escala de análisis como ni me gusta, ni me disgusta. De manera general todos los tratamientos se encuentran en el criterio de me gusta, lo cual aporta un nivel de aceptación del concentrado ante jueces afectivos.

Figura 28

Resultados obtenidos durante el análisis sensorial



Además del mismo podría concluirse que desde el punto de vista sensorial el tratamiento 2 es el mejor tratamiento entre los 3 evaluados ya que este se encuentra en el primer lugar de aceptación en el atributo sabor, el cual marcarían la diferencia ante un proceso de selección entre un tratamiento u otro, donde se confirma con el valor más alto de puntuación (4,07).

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Alaya, (2014) los cuales fueron calificados de bueno, no declarado excelente debido al sabor amargo del cítrico estudiado (lima).

Otras investigaciones obtuvieron resultados similares durante el tratamiento térmico (pasteurización a 85 °C a 90 °C) a los jugos de mora, tomate, mango y naranja donde reportaron valores de 4,1 a 4,8 concluyéndose que no se evidencian cambios significativos en los atributos color, olor y sabor de los jugos obtenidos durante el procesamiento y el jugo fresco.

Varios autores han reportado el deterioro de los atributos sensoriales una vez aplicado un proceso de tratamiento térmico como consecuencia de la degradación de estos compuestos. Pinto, (2005) durante su estudio de la concentración de la guanábana reporta la pérdida de los componentes volátiles que aportan sabor, al igual que Cisse, (2005) quien concluye que la evaporación al vacío a temperatura superiores a los 50 °C incide en la degradación del sabor de la fruta naranja. Pudiéndose atribuir las puntuaciones de 3,53 a 4,07 alcanzados durante el estudio para el atributo sabor a la degradación de los compuestos responsables de este en los concentrados obtenidos.

Sin embargo desde el punto de vista estadístico, todos los tratamientos son iguales ya que no existen diferencias significativas en cuanto a los parámetros evaluados.

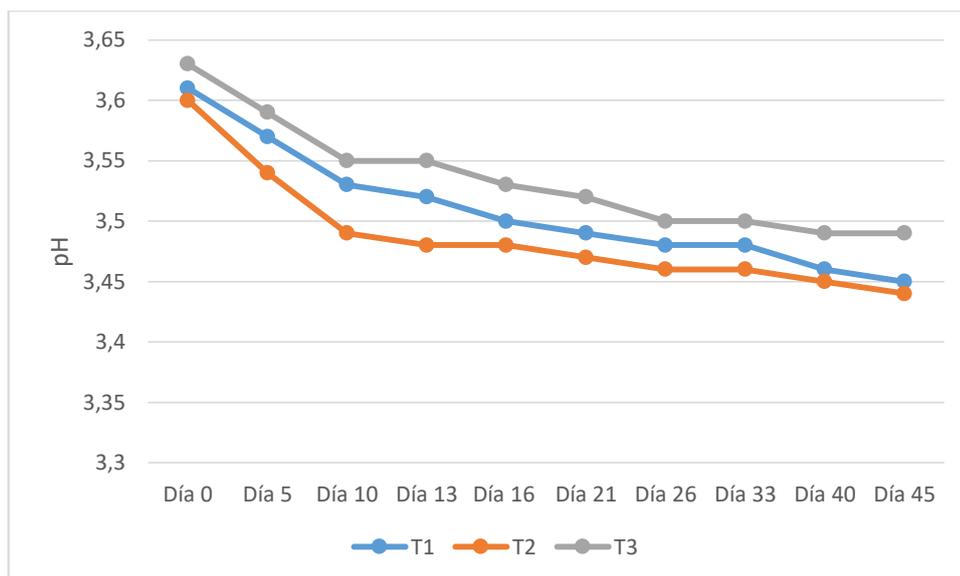
3.3.2 Análisis de la estabilidad del producto durante su almacenamiento.

3.3.2.1 Análisis del pH.

Para cada tratamiento se obtuvo de manera general una disminución de los valores de pH en el tiempo tal como se muestra en la Figura 29 a continuación.

Figura 29

Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad pH.



Presentando el Tratamiento T3 aquel que presenta menor variación en cuanto al valor de pH inicial día 0 y al valor de pH final día 45, siendo esta de 0,14. Y para los Tratamientos T1, T2 las variaciones son de 0,16 y 0,16 respectivamente. Es evidente que el descenso de pH en todos los tratamientos durante el almacenamiento de 10 días existe variaciones entre 0,08 a 0,11 sin embargo a partir de este periodo las muestras se mantuvieron estables presentando ligeros cambios hasta el día 45. Los resultados obtenidos son aceptables. Pudiéndose plantear que en cuanto al parámetro pH la vida útil del producto concentrado de jugo de mandarina almacenado a la temperatura de 5°C supera el periodo de 45 días próximo del valor establecido como límite por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 en la cual se implanta que el pH será inferior a 4,5.

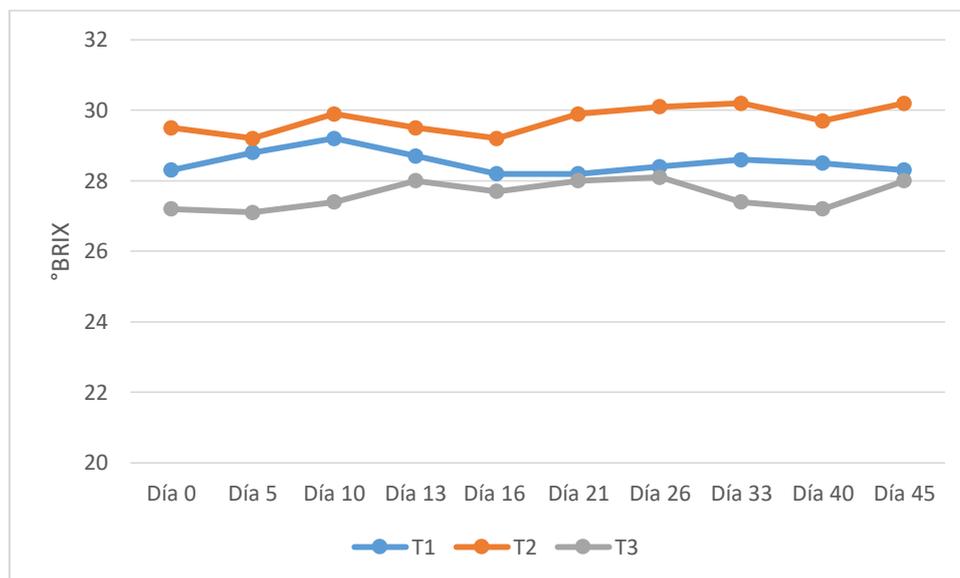
En comparación con los resultados obtenido por otros autores, los correspondientes a esta investigación no concuerdan con lo planteado por Franco et al., (2016) quienes reportan un aumento de pH durante 42 días de almacenamiento bajo condiciones similares, 4°C ± 2°C, del néctar de bayas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) liofilizadas, mezcladas con agua y azúcar luego de ser sometida a un proceso térmico.

3.3.2.2 Análisis de los sólidos solubles.

Con respecto al contenido de sólidos solubles, se mostró un aumento de los valores iniciales para los tratamientos T1, T2 y T3, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 30

Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad sólidos solubles.



Las diferencias entre el día 0 y el día 45 son mínimas, planteado así que los tratamientos se mantienen estables desde el día 0 de almacenamiento. Teniendo en cuenta que la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 establece un mínimo de sólidos solubles para el zumo de mandarina de 10 Brix a 20 °C, y en cuanto al concentrado se establece que debe contener al menos el 50% más sólidos solubles en relación al zumo inicial.

Analizado los resultados podría plantearse en función del estudio que el concentrado de mandarina es aceptable una vez transcurrido 45 días de almacenamiento.

Díaz y Heredia (2020) y Agudelo-Martínez & Luna-Ramírez (2020) reportan un comportamiento análogo durante el estudio de estabilidad a bebidas fermentadas en un plazo de 15 días, con relación al aumento de los sólidos solubles en similares condiciones.

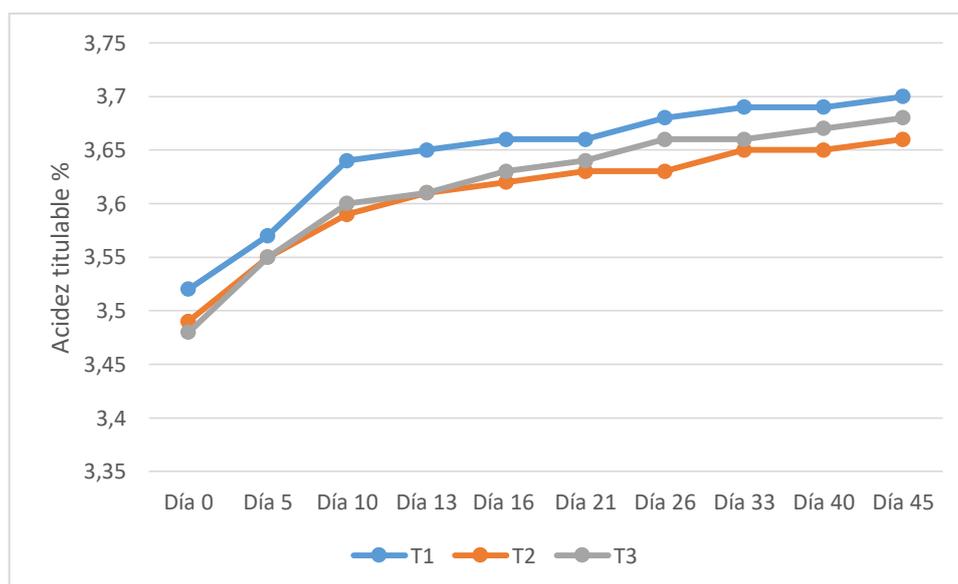
En efecto, se observa un aumento del contenido de los sólidos solubles cumplido los 45 días, comportamiento muy similar a los reportados por otros autores bajo condiciones de congelación tales como: mamón y pomelo con varios índices de madurez (Fernández, Montenegro, Yamul, & Navarro, 2016), la pulpa de la parcha real (*Passiflora quadrangularis* L.) (Gamez-Villazana & Garcia-Rujano, 2012 .), la pulpa de jabuticaba (Sousa Nunes, Souza, Cordeiro de Sousa, de Melo Silva, & Palmeira Gomes de Gouveia, 2014). Dicho comportamiento puede ser resultado de la conversión de los azúcares

3.3.2.3 Análisis de la acidez titulable.

En relación a la acidez titulable se muestra un aumento de los porcentajes de acidez titulable. Tal como se muestra en la Figura 31.

Figura 31

Resultados obtenidos durante el estudio de estabilidad acidez titulable



Observando la Figura 31 se puede decir que existe un aumento en cuanto al porcentaje de acidez durante el tiempo de almacenamiento, lo cual en va en correspondencia con los valores de pH (si el pH disminuye la acidez aumenta).

Similares resultados reportado por Franco et al., (2016) donde la acidez presento un comportamiento tendiente al aumento con un valor de 3,5 g/100 mL de ácido cítrico en el néctar de agraz al día 42 de su almacenamiento a 4°C.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008 para jugos, concentrados, pulpas, néctares, bebidas de frutas y vegetales, indica que el producto debe tener un mínimo de acidez correspondiente al 0.50% de lo que evidencia que los valores obtenidos se consideran aceptables.

La acidez titulable se encuentra relacionado con la presencia de sustancia ácidas presentes en las frutas y vegetales, especialmente los ácidos tartárico, málico, cítrico, los cuales pueden aparecer de manera natural o mediante adición de sustancias ácidas al jugo o concentrado con el fin de proporcionar propiedades funcionales o nutricionales a estos.

Mex-Álvarez et al., (2022), plantean que el pH está relacionado proporcionalmente, aunque no lineal con la acidez ya que esta mide la suma de protones libres y ácidos no disociados en el jugo, mientras que el pH la concentración de protones libres, de ahí que el pH se vea influenciado por la naturaleza del ácido y concentración de este en el jugo (Alarcón, Barreiro, Boicet, Ramos, & Morales, 2018). Mex-Álvarez et al., (2022) reportan la existencia de una correlación negativa entre el pH y la acidez (concentración de ácidos) ya que al aumentarse la acidez el pH descendió, como consecuencia del aumento de la concentración de los iones hidrógenos en el medio estudiado por estos investigadores.

La evaluación del pH y la acidez titulable pueden ser una herramienta importante para determinar la cantidad de ácido necesario para la elaboración de estos productos y su conservación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se determina que los parámetros fisicoquímicos del zumo de mandarina utilizado, están de acuerdo a lo que establece la norma NTE INEN 2 337:2008, asegurando que la materia prima contiene las características óptimas para elaborar un producto concentrado.
- Se establece como parámetros óptimos de operación un flujo de alimentación de 12 L/h, con temperaturas de 45°C y 55°C una presión de 0,2 y 0,4 bar; ya que se determinó que de acuerdo a estos parámetros el porcentaje de pérdida de contenido de vitamina C y capacidad antioxidante es menor.
- Los tratamientos: T1, T2 Y T3 son estadísticamente iguales ya que no presentan diferencias significativas, con lo cual se puede concluir que los parámetros de temperatura 45°C -55 °C, flujo de alimentación 12 L/h – 14 L/h y una presión de 0,2 -0,4 bar; contribuyen a las mejores características sensoriales del producto final.
- Existe estabilidad en el producto luego de 45 días de almacenamiento a 5 °C, ya que sus propiedades permanecen relativamente constantes, a diferencia de la acidez que aumenta progresivamente la cual está estrechamente relacionada con el pH, debido a que es un indicativo de la disminución de iones de H⁺ en el medio.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación realizada, se acepta la hipótesis nula, ya que el proceso de evaporación de película ascendente no afecta significativamente el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante del concentrado de zumo de mandarina *Citrus reticulada L.*

4.2 RECOMENDACIONES

- Investigar el desarrollo de nuevos productos utilizando como materia prima el concentrado de mandarina, así como también el condensado obtenido durante el proceso de evaporación.
- Trabajar con rangos más amplios en los factores de estudio en cuanto a temperatura del concentrado y presión de vapor.
- Estudiar el comportamiento de otras propiedades de interés tales como: la actividad de agua, humedad y rendimiento asociado al proceso de concentración de jugo de la fruta mandarina con el fin de evaluar la eficiencia del mismo.
- Evaluar la posibilidad de adición de azúcares o edulcorantes con el objetivo de disminuir el carácter ácido del concentrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, B., Montiel, M., & Avanza, J. (2004). ESTUDIO CINETICO DE LA DEGRADACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE HIDROSOLUBLE DE JUGOS CITRICOS POR TRATAMIENTO TÉRMICO. *FACENA*, 91-95.
- ACEVEDO, B., MONTIEL, M., & AVANZA, J. (2004). Estudio cinético de la degradación de la actividad antioxidante hidrosoluble de jugos cítricos por tratamiento térmico. *FACENA*, 20, 91-95.
- ACTIVO. (30 de MARZO de 2019). *4 frutas que contienen más vitamina C que la china*. Obtenido de <https://activopr.com/cuidate/2019/03/30/frutas-con-vitamina-c-china.html>
- Adauto Osorio, A. Y. (2012). EVALUACION DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VITAMINA C EN PULPA CONCENTRADA EN DOS ESTADIOS (FISIOLOGICAMENTE MADURO Y MADURO) DEL FRUTO ZARZAMORA (*Rubus sp.* *Facultad de ingeniería en industrias alimentarias tesis - Ingeniero en Industrias Alimentarias*. Huancayo-Perú.
- Adib, T., & Vasseur, J. (2008). Bibliographic analysis of predicting heat transfer coefficients in boiling for applications in designing liquid food evaporators. *Journal of Food Engineering*, 87, 149–161.
- Agudelo-Martínez, P. A., & Luna-Ramírez, J.-C. (Enero - Junio de 2020). Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus Benth*) enriquecido con calcio y vitamina C. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(1), 56-63.
- Ajila M, N. K. (2005). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chem.*, 105, 982-988.
- Alarcón, A., Barreiro, P., Boicet, T., Ramos, M., & Morales, J. A. (2018). Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y físico-químicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 243-255.
- Alaya, S. A. (2014). Determinación experimental de parametros operacionales del sumo de lima (*Citrus Aurantifolia*) en la planta automatizada de evaporacion simple efecto en el laboratotio de operaciones unitarias. Trujillo - Peru: Universidad Nacional de Trujillo.
- Andrade, C. (15 de Mayo de 2016). Guanábana de Carchi se exporta a Europa. (E. Norte, Entrevistador)
- Andrade, R. D., Blanquicett, K., & Rangel, R. D. (2016). Efecto del pH, Sólidos Solubles y Zumo Adicionado sobre el color y la Vitamina C de Zumo de Naranja Agria Cocrystalizado. *Información Tecnológica*, 27(6), 129-134.
- AOAC . (1990). *Official methods of analysis*. USA.
- AOAC. (1990). *OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS*. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

- Araguez, Y., & A, P. J. (agosto de 2019). Conservacion de un saborizante de jugo deshidratado de naranja con maltodextrina secado por aspersion. *Ciencia y Tecnologia de alimentos*, 29(3), 1 - 5.
- Arias, C., & Toledo, J. (26 de JUNIO de 2007). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO)* . Obtenido de MANUAL DE MANEJO POSTCOSECHA DE FRUTAS TROPICALES(Papaya, piña, plátano, cítricos): http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:taXyJUzIS_oJ:www.fao.org/3/a-ac304s.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec&client=opera
- Aristizábal, G. (2004). *CÍTRICOS* . Obtenido de Caracterizacion de frutas y hortalizas en Colombia : <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/9/Cítricos.pdf>
- Arrazola, G., Heraz, I., & Armando, A. (2014). Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante Secado por Aspersion y Evaluación de la Estabilidad de su Color y Capacidad Antioxidante. *Información Tecnológica*, 25(3), 31 - 42.
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 191 - 200.
- Avalo, B., Perez, S., & Tovar, M. (2009). Caracterización preliminar del proceso de concentración del jugo natural de naranja en un evaporador de tres efectos. *Interciencia*, 34, 784-790.
- Avendaño, G. P., & Acevedo, B. B. (2014). Microencapsulation process of natural dye from strawberry. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1), 76 - 82.
- Ávila, R. d., Pérez, M. d., Giménez, A., & Hernández, E. C. (Junio de 2012). La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. *REDIP. UNEXPO. VRB. Venezuela*, 2(2).
- Ávila, R., & Bullón, J. (2013). *Scielo*, 53-64.
- Bakowska-Barczaka, A. M., & Kolodziejczyk, P. P. (2011). Black currant polyphenols: Their storage stability and microencapsulation. *Industrial Crops and Products*, 34, 1301–1309.
- Balaguera-Lopez, H. E., & Palacio O., E. A. (mayo-agosto de 2018). Comportamiento poscosecha de frutos de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) var. Arrayana: efecto de diferentes tratamientos térmicos. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS.*, 12(2), 369-378.
- Baraona, M., & Sancho, E. (2003). *Fruticultura especial*. lima: Universidad Estatal a Distancia.
- BBC. (6 de junio de 2015). *Cuáles son los alimentos más ricos en vitamina C*. Obtenido de BBC mundo:

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150604_salud_alimentos_vitamina_c_finde_vs

- Beltrán-Orozco, M. T.-C.-V.-R. (2009). Ascorbic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of red, cherry, yellow and white types of pitaya cactus fruit (*Stenocereus stellatus* Riccobono). *Agrociencia*, 43, 153-162.
- Bernal, E. A., & Díaz, C. (2003). *Tecnología para el cultivo del tomate de árbol*. Rionegro: impresos Begón Ltda.
- Bonilla, M. (6 de Marzo de 2016). *Revista Líderes*. Obtenido de El productor de guanábana busca mercados en el país: <https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-guanabana-mercados-exportacion.html>
- Borrero, F. V., Hernández, E., Jiménez, R., & Roa, A. (1995). Determinación de índices de madurez de cosecha en guanábana (*Annona muricata* L.) en dos regiones de Colombia . *IV simposio Internacional de Manejo, Calidad u Fisiología Postcosecha de Frutas.*, 42:52-43.
- Bradie , N., & Schauss, A. (2010). *Soursop (Annona muricataL.): composition, nutritional value, medicinal uses, and toxicology*. En *Bioactive foods in promoting health: fruits and vegetables*. UK: Elsevier Inc.
- Brand Williams. (1995). *Método DPPH* .
- Burga, F., & Vallejos, J. (2020). *Simulación vía MATLAB de un sistema de evaporación por múltiple efecto utilizado en la industria azucarera en régimen transitorio*. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8879>
- Cahuaya, R. G. (2017). Efecto del secado por aspersion en el contenido de vitamina C, capacidad antioxidante y características fisicoquímicas de jugo de naranja. Huancayo, Peru: Universidad Nacional del Centro de Perú: Facultad de Ingeniería e Industrias Alimentarias.
- Campelo, P. S. (2018). Stability of lime essential oil microparticles produced with protein-carbohydrate blends. *Food Research International*, 105, 936-944. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.034>
- Candelas Cadillo, M. G., Alanís Guzmán, M. G., & Río Olague, F. (julio-diciembre de 2006). Cuantificación de licopeno y otros carotenoides en tomate y polvo de Tomate. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 10(19). Obtenido de Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14101911>
- Cano, A., & Arnao, M. B. (2004). Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina C de zumos de naranja. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 185-189.
- Cardenas, P. E., & Huaman, M. A. (2015). Evaluación de tipo de encapsulante y temperatura de aire de secado por atomización en el contenido de ácido ascórbico, carotenoides totales y capacidad antioxidante de tumbo (*passiflora mollissima* l.). *Titulo profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias*. Huancayo – Perú.

- Carpenter, R., Lyon, D., & Hasdell, T. (2000). Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de los Alimentos. . *Arancibia*.
- Carrillo, M. L., & Reyes, A. M. (Enero - Junio de 2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3).
- Carrillo, M. L., & Reyes, A. M. (Enero - Junio de 2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3).
- Casanova, L. M. (2013). Secado por aspersion de jugos de frutas: efecto de las variables de proceso sobre el producto final. *Universidad del Valle*.
- Casanova, M. a. (2013). Secado por aspersion de jugo de frutas: efecto de las variables de proceso sobre el producto final. Santiago de cali.
- Casanova, M. A. (Junio de 2014). Estudio de viabilidad para la comercialización de fruta en polvo .
- Cassano, A., Drioli, E., Galaverna, G., Marchelli, R., Silvestro, G., & Cagnasso, P. (27 de Mayo de 2003). Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *J. of Food Technol.*, 153-163. Obtenido de ALTAGA: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358120409487769?needAccess=true>
- Castillo, P. S., & Miranda, L. S. (3 de marzo de 2009). Cinética de la degradación de la vitamina C en el jugo concentrado y congelado de maracuyá. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1780>
- Ceballos Peñalosa , A. M. (1 de Octubre de 2008). *Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/1055/1/adelaMariaceballospenalosa.2008.pdf>
- Chavarrías, M. (16 de septiembre de 2013). *Eroski Consumer*. Obtenido de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-ph-de-los-alimentos-y-la-seguridad-alimentaria.html>
- Cisse, M. V. (2005). The quality of orange juice processed by coupling crossflow microfiltration and osmotic evaporation. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 105-116.
- Cisse, M., Vaillant, F., Pérez, a., Donier, M., & Reynes, M. (2005). The quality of orange juice processed by coupling crossflow microfiltration and osmotic evaporation. *International Journal of Food Scienci. Technology*, 40, 105-116.
- Clamens, C., Chacín, J., Hernández, C., Guerrero, R., & García, M. (3 de Diciembre de 2014). *Evaluación del contenido de fenoles y vitamina C del fruto de Annona muricata L. (Guanábana) en diferentes estadios de crecimiento*. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/19051>
- CODEX STAN . (2005). *NORMA GENERAL DEL CODEX PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS*. Obtenido de [file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/CXS_247s%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/CXS_247s%20(1).pdf)

- COMEFRUTA. (2015). *FRUTA CON SABRO*. Obtenido de Beneficios y propiedades de la mandarina para nuestra salud y belleza: <https://comefruta.es/beneficios-de-la-mandarina-para-salud-y-belleza>
- Concha Valencia, J., Guevara Pérez, A., & Araujo Vargas, M. (junio de 2002). Obtención de polvo de papaya de monte (*Carica Pubescens*) por atomización. *Revista INGENIERÍA UC*, 9(1).
- Copa, S. M. (2021). Secado de pulpa de arazá (*Eugenia stipitata*) en un secador de planta piloto por el método de atomización. *Trabajo de Titulación modalidad Proyecto Técnico para la obtención del título de Ingeniera Química*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- CORPOICA. (2016). *MANUAL TÉCNICO ASPECTOS BÁSICOS PARA EL CULTIVO DE MANDARINA Citrus reticulada*. Colombia. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6159/3/UDLA-EC-TIAG-2016-20.pdf>
- Correa, G. J., Ortiz, D., Larrahondo, J. E., Sánchez, M. M., & Pachón, H. (2012). *Actividad antioxidante en guanábana (Annona muricata L.): una revisión bibliográfica*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.
- CORTES R., M., CIRO V., H. J., RODRÍGUEZ S., E., & LARGO A., E. (enero-abril de 2012). Secado por aspersión de concentrado de caña panelera: una tecnología apropiada para mejorar la competitividad de la cadena. *Vitae*, 19(1), 51-S53.
- Cortés-Rojas, D. F. (2015). Optimization of spray drying conditions for production of *Bidens pilosa* L. dried extract. *Chemical Engineering Research and Design*, 93, 366-376. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.06.010>
- Couto, M. A., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2010). Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Food Science and Technology*, 30(1), 15-19.
- da COSTA, J. d., de Freitas Felipe ROCHA, É. M., & Correia da COSTA, J. M. (octubre-diciembre de 2014). Study of the physicochemical characteristics of soursop powder obtained by spray-drying. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 34(4), 663-666.
- Delgado Olivares, L., Betanzos Cabrera, G., & Sumaya Martínez, M. T. (septiembre-diciembre de 2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*(50), 10-15.
- Dewanto, V., Wu, X., & Hai, L. R. (14 de Agosto de 2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. . *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4959-4964.
- Dewanto, V., Wu, X., & Liu., R. (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Food Chemistry*, 4959-4964.
- Díaz, A., Campos, F., Díaz, A. O., Hernadez, Y., & López, P. (2007). Evaluación de los parámetros de secado para la obtención de guarapo deshidratado empleando un. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XLI(1), 48-51.

- Díaz, A., Campos, F., Díaz, A. O., Hernandez, Y., & López, P. (2007). Evaluación de los parámetros de secado para la obtención de guarapo deshidratado empleando un. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 48-51.
- Díaz, S. P., & Heredia, N. G. (Septiembre de 2020). ESTUDIO DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE ELABORACIÓN, ESTABILIDAD Y ALMACENAMIENTO DE TRES TIPOS DE BEBIDAS FERMENTADAS DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ), CON KÉFIR Y LEVADURA. *Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros*. Universidad técnica de Cotopaxi, Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales. Carrera de ingeniería agroindustrial.
- Díaz, Y. L., Torres, L. S., Serna, o. A., & Sotelo, L. I. (2017). Efecto de la Encapsulación en secado por atomización de biocomponentes de Pitahaya Amarilla con interés funcional. *Información tecnológica*, 28(6). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600004>
- Do Sacramento, K. C., Faria, J. C., Da, C., W F. L. de S. Barretto, J.; Gaspar, W. e Viera, & L. J. B. (2003). Caracterización física e química de frutos de tres tipos de graviroleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Jaboticabal.*, 25:329-331.
- Domínguez, E., & Ordoñez, E. (15 de Enero de 2014). *EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, VITAMINA C DE ZUMOS CÍTRICOS DE LIMA DULCE (Citrus limetta), LIMÓN TAHITÍ (Citrus latifolia), LIMÓN RUGOSO (Citrus jambhiri Lush) Y MANDARINA CLEOPATRA (Citrus reshni) ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN*. Obtenido de Investigación Amazónica: [file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/78-209-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/78-209-1-PB%20(1).pdf)
- Domínguez, E., & Ordoñez, E. (2013). Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina c de zumos cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), limón tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus jambhiri lush*) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. *Investigación y Amazonía*, 30(1), 30-35.
- Domínguez, M., & Pachón, E. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. (Instituto de Investigación Nutricional – AgroSalud, Ed.) Lima.: Disertación doctoral.
- Dorado, J., Hurtado- Benavides, A. M., & Martínez Correa, H. A. (2016). Extracción con CO2 Supercrítico de aceite de semillas de guanábana (*Annona muricata* L.): Cinética, perfil de ácidos grasos y esterol. *Informacion Tecnologica*, 27(5), 37 – 48.
- Duque, A., Giraldo, G., & Quintero, V. (2011). Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Temas agrarios*, 77-82.
- Ecuaguanabana. (1 de Enero de 2015). *Manual de Cultivo*. Obtenido de Producto: Guanábana (*Annona muricata*): <http://www.ecuaguanabana.com/files/Manual.pdf>
- EL NORTE. (15 de Mayo de 2016). *Guanábana de Carchi se exporta a Europa*. Obtenido de <https://www.elnorte.ec/carchi/guanabana-de-carchi-se-exporta-a-europa-DAEN63948>

- EN FORMA 180. (2014). *4 jugos cítricos más poderosos de lo que pensabas*. Obtenido de <https://www.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/4-jugos-citricos-mas-poderosos-de-lo-que-pensabas>
- Encalada, A. J. (2022). Microencapsulación del jugo de mandarina secado por aspersión. *MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA CON MENCIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*. LATACUNGA-ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Esquivel, G. B., Ochoa, M. L., & Rutiaga, Q. O. (2015). *Microencapsulacion mediante secado por aspercion de compuestos bioactivos*. Obtenido de Rev. Iber. Tecnología Postcosecha Vol 16(2):180-192: <https://www.redalyc.org/html/813/81343176006/>
- Esteves, A. (2008). Introduccion. In C. Arcos , & B. Espinosa, *Desafios para la educacion en el Ecuador calidad y equidad* (p. 16). Quito - Ecuador: FLACSO.
- FAO. (Enero de 2015). *Fichas Técnicas*. Obtenido de Productos frescos de frutas: <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf>
- Fernandes, A. G., dos Santos, G. M., & da Silva, D. S. (julio - septiembre de 2011). Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3).
- Fernández - Pachón, M. S. (2013). Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 56(2), 110–122.
- Fernández, L. T. (2017). *Diseño de un sistema de costos para la toma de decisiones en la planta de consercar de la empresa pesquera vlacar S.A.C*. Trujillo -Perú.
- Fernández, N., Montenegro, S., Yamul, D., & Navarro, A. (2016). Parámetros fisicoquímicos de calidad y textura de frutos del noreste argentino sometidos a almacenamiento congelado. *VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos 2016*, 185-196.
- Ferrari, C. S., Marconi, & Aguirre, J. (2012). *Effects of spray-drying conditions on the physicochemical properties of blackberrypowder*. . Drying Technology.
- Fito, P., Andres, A., Barat, J., & Albors, A. (2001). Introduccion al secado de alimentos por aire caliente. 1 - 216. Valencia: Universidad Politécnica de valencia.
- Franco, D. P., & Vargas, M. L. (2017). Estandarización de procesos y costos de producción para la deshidratación y pulverización de cebolla junca (*allium Fistulosum*) (con enfoque bpm), para la asociación asoparcela del municipio aquitania boyacá. *Trabajo modalidad de grado: Monografía*. Duitama: Universidad pedagógica y tecnológica de colombia, Escuela de administración de empresas agropecuarias.
- Franco, Y. N., Rojano, B. A., Alzate, A. F., Saavedr, M. D., & Maldonado, M. E. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *ARCHIVOS*

LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, 66(4).

- Fundación Española de la Nutrición. (2015). *Mandarina Citrus reticulada*. Obtenido de Frutas: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/mandarina.pdf>
- Gallastegui, K. (2012). Salchicha. *Bohemia*, 23.
- Gamez-Villazana, J., & Garcia-Rujano, T. (abril de 2012). Efecto de la congelación sobre algunas características físicas y químicas en la pulpa de la parcha real (*Passiflora quadrangularis* L.). *Biogrado*, 24(1), 61-64.
- García, G. M. (2004). Microencapsulación del jugo de cebada verde mediante secado por aspersión. *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 262-266.
- García, J. C. (Julio de 2019). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Diseño de una unidad de evaporación multiefecto para la concentración del zumo de granada: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://riunet.upv.es:443/bitstream/handle/10251/126321/Gómez+-+Diseño+de+una+instalación+de+evaporación+multiefecto+para+la+obtención+de+zumo+de+granada....pdf?sequence%3D2&isAllowed=y>
- García, K. (2011). *Cuantificación del ácido ascórbico por HPCL evaluación de la capacidad antioxidante en pulpa fresca y concentrada de Taperiba*. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/251>
- García, M. E. (2010). *La guanábana propiedades y usos*. Revista Citrifrut.
- Garrido, Y. B., Merino, L. C., & Colcha, R. O. (2018). Casos prácticos resueltos de contabilidad de costos.
- Georgetti, S., Casagrande, R., Fernandes-Souza, C., Oliveir, W., & Fonseca, M. (2008). Spray drying of the soybean extract: Effects on chemical properties and antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 41, 1521-1527.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, O., Chambin, A., & Voilley, R. S. (2007). *Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview*. Food Research International.
- Gil-Giraldo, E. J., & Duque-Cifuentes, A. L.-C. (Julio - Diciembre de 2019). Efecto del baño químico sobre la conservación de propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de fresa (*Fragaria x ananassa*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(2), 36-45.
- Gómez, C. A., Herrera, A. O., & Flórez, V. J. (2015). Efecto de 1-metilciclopropeno y temperatura de almacenamiento en la poscosecha de mandarina (*Citrus reticulata* L.) var. Arrayana. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 47(2), 27-41.
- González, E. ..., Martínez, O. ..., & Rutiaga-Quiñones, O. (2015). Microencapsulación mediante secado por aspersión de compuestos bioactivos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2), 180-192.

- González, S. H., González, P. S., & Rosales, R. T. (enero-abril, de 2011). Caracterización de compuestos volátiles durante el secado por aspersión de jugo de sandía (*Citrullus lanatus* ThunB.). *Investigación y Ciencia*, 19(51), 10-15.
- González, S., & Hernández, A. E. (Septiembre - Diciembre, de 2015). Guanábana (*Annona muricata* L.) en polvo secado por aspersión. *Reaxxion*, 3(1).
- Heredia, W. S., García, J. J., Párraga, C. A., Heredia, E. M., & Salvatierra, J. J. (2021). Néctar de fruta con extracto acuoso de hoja de guanábana (*Annona muricata* L.): Calidad fisicoquímica, sensorial y funcional. *Manglar*, 18(2), 181-186.
- Hernán, P. R. (abril de 2019). Diseño de una planta de producción de encapsulados de carotenoides a partir de pulpa de mango (*mangifera indica* l), y de pulpa de melón (*cucumis melo*), mediante deshidratación por aspersión. *Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial*. Quito, Ecuador.
- Herrera Campos, S. L. (2018). Efecto de la concentración de goma arábica y temperatura de aire de secado por aspersión en el contenido de carotenoides totales, vitamina c y actividad antioxidante de la pulpa de tomate de árbol (*cyphomandra betacea* de *solanum betaceum*)". *Titulo profesional de ingeniero en industrias alimentarias*.
- Huertas, G. G., & Moreno, G. A. (07 de enero de 2015). Optimización del proceso de Atomización del zumo de Toronja (*Citrus paradisi*). *Tesis Titulo profesional de Ingeniero AgroIndustrial*. Nuevo Chimbote, Peru: Universidad Nacional del Santa:Facultad de Ingenieria: Escuela Academico Profesional de Ingenieria Agroindustrial.
- Hurtado, Y. E. (2003). *Diseño de un secador por atomización a nivel piloto para jugo concentrado de tomate de árbol*. Colombia.
- Ibarz, A., Pagan, J., & Garza, S. (1999). Kinetic models for color changes in pear puree during heating at relatively high temperatures. . *J. Food Eng.*(39), 415-422. .
- INEC. (2011). *III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf
- IPRONA. (2012). *The Fruit company*. Obtenido de <https://www.iprona.com/es/concentrates/jugos-concentrados>
- JaeGeR, I., Bento, C., GaVa, J., & Abadio, F. (2002). Commercial sterilization of fruit juices by ultrafiltration/microfiltration membranes. *Alimentaria*, 333, 123-128.
- Jiménez Zurita, J. O., Balois Morales, R., Alia Tejacal, I., Juárez López, P., Sumaya Martínez, M. T., & Bello Lara, J. E. (1 de Julio de 2016). *Caracterización de frutos de guanabana (Annona muricata L.) en Tepic, Nayarit, México*. Obtenido de Revista mexicana de ciencias agrícolas: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000601261#aff1

- Jiménez, D. O. (2011). Color and chemical stability of spray-dried blueberry extract using mesquite. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6), 889-894.
- Jiménez, E. A., Rincón, M., Pulido, R., & Saura, C. F. (2001). Guava fruit. 5493: *J. Agric. Food Chem.*
- Jiménez, Z. J., Morales, B. R., Tejacal, A. I., López, J. P., & Lara, S. M. (14 de agosto - 27 de septiembre de 2016). Caracterización de frutos de guanabana (*Annona muricata* L.) en Tepic, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6), 1261-1270.
- Johnston, C., & Bowling, D. (2002). Stability of ascorbic acid in commercially available orange juices. *J. Am. Diet. Ass.*, 102, 525-529.
- Kang, B., Kim, K., & Lee, D. (2007). Fluid flow and heat transfer on a falling liquid film with surfactant from a heated vertical surface. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 1807 - 1812.
- Kanhaa, N., Regenstein, J., Surawanga, S., Pitchakarn, P., & Laokuldiloka, T. (2021). Properties and kinetics of the in vitro release of anthocyanin-rich microcapsules produced through spray and freeze-drying complex coacervated double emulsions. *Food Chemistry - Elsevier*, 340(15).
- Kimball, D. (2002). Procesado de Cítricos. *Acribia*, 463.
- Krishnaiah, D., Sarbatly, D., & Nithyanandam. (2012). Microencapsulation of *Morinda citrifolia* L. extract by Spray-Drying. *Chemical Engineering Research and Design*, 90(5), 622-632.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de los Alimentos*, 25(4), 726-732.
- Laboratorio de Geomática. (10 de junio de 2014). *CARTOGRAFÍA BASE ANALÓGICA DIGITAL*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Laboratorio de Geomática. (10 de Junio de 2014). *CARTOGRAFÍA BASE ANALÓGICA DIGITAL*.
- Lascarro, C. A. (22 de Mayo de 2014). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lascarro1/cosecha-y-transporte-de-la-guanabana-a-la>
- Lima, M., A. C., Alves, R. E., Filgueiras, H., A. C., & Enéas, F. J. (2003). *Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (Annona muricata L.) 'morada' sob temperatura ambiente*. *Rev. Bras. Frutic.*
- Llantoy, M. M. (junio de 2020). Efecto del tratamiento térmico sobre la capacidad antioxidante y la retención de antocianinas del néctar de arándano (*vaccinium corymbosum*). *Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial*. Peru: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Llauce, T. y. (2015). Evaluación del zumo de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) secado por atomización. *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(1), 2313-1926.

- López, A. (2014). *EFECTO DEL ZUMO DE MANDARINA SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO: ESTUDIO EXPERIMENTAL Y EN PATOLOGÍAS MEDIANAS POR RADICALES*. Obtenido de Departamento de Bioquímica y Biología Molecular: <https://core.ac.uk/download/pdf/71022848.pdf>
- López, A. P. (2021). Evaluación de los parámetros de evaporación por película ascendente sobre las propiedades funcionales físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco carica pentagona h. *TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL*.
- López, B. C. (2009). Establecimiento de condiciones de la. *Vitae. Revista de la Facultad de Química Farmaceutica*, 16(3), 287-296.
- López, P. (2021). *Evaluación de los parámetros de evaporación por película ascendente sobre las propiedades funcionales físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco carica pentagona h*.
- Lopez, S. W., Miñan, G. S.-O., -Oliveros, G. G., & Castillo, W. E.-M. (2020). Deshidratado por diferentes métodos para la conservación de su contenido de vitamina C. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development" "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy"*, 27-31. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.114>
- Ma, K., & Dolan, K. (2011). Effects of spray drying on antioxidant capacity and anthocyanidin content of blueberry by-products. *Journal of Food Science*, 76(7), 156-164.
- MAGAP. (2016). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de Mandarina de Pimampiro alimenta a 15.266 estudiantes en Pimampiro: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-pelileo-proveeran-tomate-de-arbol/>
- Malaquias, M. (2011). *La guanábana (graviola annona muricata) usos y beneficios en la cura contra el cáncer*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos91/guanabana-usos-beneficios-cura-cancer/guanabana-usos-beneficios-cura-cancer2.shtml>
- Manfugás, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Ciudad de La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- Martínez A., O. L., Román M., M. O., Gutiérrez E., E. L., Medina, G. B., & Flórez A., O. A. (2003). Caracterización sensorial de fibras de algunas frutas comunes en Colombia. (C. Universidad de Antioquia - Medellín, Ed.) *Vitae*, 10(2), 9-19.
- Martinez, A. I. (junio de 2015). Efecto de la maltodextrina y la temperatura sobre el kiwi deshidratado por atomización. *Tesis Titulo de Ingenieria Agroalimentaria y del medio rural*. Universidad Publica de Navarra: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Agronomos.
- Martínez, N. B. (2011). Análisis bromatológico del carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y determinación de su capacidad antioxidante. *Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana*. .

- Matsuura, A. F., Folegatti, d. S., Cardoso, R. L., & Costa, D. F. (Nov./Dec. de .61, n.6, p.604-608, 2004). SENSORY ACCEPTANCE OF MIXED NECTAR OF PAPAYA, PASSION FRUIT AND ACEROLA. *Scientia Agricultura Sinica*.
- Matta, V., MoRetti, R., & Cabral, I. (2004). Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. *Journal. of Food Engeneer*, 61, 477-482.
- Medina Torres, L. E., García Cruz, F., Calderas, R., González Laredo, G., Sánchez Olivares, J., Gallegos Infante, N. E., . . . Rodríguez Ramírez. (2013). *Microencapsulation by spray drying ofgallic acid with nopal mucilage (Opuntia 'ficus' indica)*. LWT Food Science and Technology. .
- Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (junio de 2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición ALAN*, 54(2), 209-215.
- Méndez, L. G., Granados Conde, C., & Osorio, M. (2016). Caracteización de la pulpa de *Annona muricata* L. cultivada en el Norte del Departamento de Bolivar-Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 7.
- Mendieta, M. O., & Escalante, H. H. (julio - diciembre de 2013). Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria - AGROENERGÍA*, 14(2), 113-127.
- Mendieta, O., & Escalante, H. (2013). Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana. *Corpoica cienc. tecnol. agropecu. Scielo*, 113-127.
- Mendoza, F. (19 de mayo de 2022). *El Telegrafo. Decano Digital*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/empresa-agua-quito-busca-optimizar-consumo-liquido>
- Mendoza, F. A., Arteaga, M. M., & Pérez, O. S. (junio de 2016). Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (*Mangífera Indica* /.) durante el secado por aspersión. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 159 - 166.
- Mendoza-Corvis, F. A., Hernández, E. J., & Ruiz, L. E. (2015). Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica* var magdalena river). *Información Tecnológica*, 26(3), 9-16.
- Mercadante, A., & Rodriguez-Amaya, D. (1998). Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 128-130.
- Mex-Álvarez, R. M., Guillen-Morales, M. M., & Ceh-Ac, C. A. (ene./jun. de 2022). Microtitulación para la determinación de la acidez titulable de tés (*Camellia sinensis*). *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24).

- Ministerio de Agricultura de Brasil. (1 de Enero de 1999). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 136. Obtenido de Diario Oficial.
- Ministerio de Energía y Minas. (10 de mayo de 2022). *www.recursosyenergia.gob.ec*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el-2022/>
- Montagud, A. H. (2020). *Propiedades fisicoquímicas relevantes en la prevención*. Obtenido de Instituto de seguridad e higiene en el trabajo: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_663.pdf/cd21d5e3-e5ea-4a10-a18f-a44acf45e16d
- Montaño, A. M. (2011). Determinación, cuantificación y comparación de la concentración de vitamina C en naranja (*citrus aurantium*), limón (*citrus aurantifolia*) y mandarina (*citrus reticulata*) por HPLC. *Título Licenciado en Ciencias Químicas, especialización en Química Analítica*. Quito - Ecuador : Pontificia universidad católica del ecuador, Facultad de ciencias exactas y naturales Escuela de ciencias químicas.
- Monzón, R. A. (2021). Efecto de la temperatura en la cinetica de acidez, azucares reductores y vitamina C en pulpa de ciruela de huesito (*Spondias purpurea L.*). *Universidad Nacional de Trujillo*. Trujillo - Peru.
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (12 de JUNIO de 1998). *Tablas de composición de alimentos*. Madrid. Obtenido de <https://twitter.com/agriculturaec/status/609480625247113216>
- Moret, J. (1997). *Vitamina Cy la influencia en la cicatrización y alteraciones de la cavidad bucal*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Naddaf, L., Avalo, B., & Oliveros, M. (2012). Secado por aspersion de jugo natural de naranja utilizando los encapsulantes maltodextrina y goma arábica. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 35(1).
- Naddaf, L., Belkis, A., & Oliveros, M. (abril de 2012). Secado por aspersion de jugo natural de naranja utilizando los encapsulantes maltodextrina y goma arábica. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 35(1).
- NTE INEN. (2012). *Normas Ecuatorianas*. Ecuador.
- NTE INEN 2337. (Diciembre de 2006). *Jugos, pulpas, concentrados nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n3/mode/2up>
- NTE INEN 2337. (2008). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Obtenido de NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: <https://ia801903.us.archive.org/15/items/ec.nte.2337.2008/ec.nte.2337.2008.pdf>
- Oberoi, D., & Sogi, D. (November de 2015). Effect of drying methods and maltodextrin concentration on pigment content of watermelon juice powder. *Journal of Food Engineering*, 165, 172-178.

- Ojeda , G. d., Coronado, J., Nava, R., Sulbarán, B., Araujo , D., & Cabrera , L. (2007). Caracterización físicoquímica de la pulpa de la guanábana (*annona muricata*) cultivada en el occidente de venezuela. *Boletín del centro de investigaciones biológicas.*, 41(2), 151 - 160.
- Oliva, H., Rodríguez, M., Gutiérrez, C., & Trómeta, E. (2012). *Estudio Mercadotécnico en relación con la Vitamina C obtenida de fuentes naturales*. Obtenido de <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5177/Mercadotecnia%20acerola.pdf>
- Onimawo, I. A. (2002). *Proximate composition and selected chemical properties of the seed, pulpan doilof soursop (Annona muricata)*. Plan Food Hum.Nutr.
- Onyechy, U., Uchena, A., Vivienne, I., Kiruka, N., & Eze, P. (2012). *Nutrient and Phytochemical, Composition and Sensory evaluation of soursop*. Internatonal Journal of Basic and Applied Sciences.
- Orak , H. H., Bahrisefit , I. S., & Sabudack, T. (2019). Actividad antioxidante de los extractos de hojas, pulpas de frutos, cáscaras y semillas de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Polaca de Ciencias de la Alimentación*, 359-366.
- Ordoñez, L. &. (2012). Cinética de degradación térmica de vitamina C en pulpa demango (*Mangifera indica* L). . *Vitae* , 81-83.
- Ordóñez-Santos, L. E., Ospina Portilla, M. A., & Rodríguez Rodríguez, D. X. (julio-diciembre, de 2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 44-51.
- Ore, H., Aldana, W., Salazar, C., & Ludeña, A. (Abril-Junio de 2020). Efecto de temperatura, presentación, tiempo y tipo de envase en la degradación de vitamina C en mandarina (*Citrus unshiu*) mínimamente procesada y su modelamiento cinético óptimo. *Revista Pakamuros*, 8(2), 50-64.
- Orejuela, J., & Pardo, M. (2014). *Estudio de la producción de los cítricos en las parroquias de Lita y La Carolina (Corredor Ibarra – San Lorenzo) en el periodo 2009-2012 y propuestas de medidas de mejoramiento*”. . Obtenido de [file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/T-UCE-0005-492%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mayra%20Guachamin/Downloads/T-UCE-0005-492%20(1).pdf)
- Orna, J. (2012). Estandarización del diseño de secaderos por aspersión de materiales pastosos (tesis de grado). . Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Ortolá, D., Fito, P., & Castro, M. (2013). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Tipos de evaporadores en la industria alimentaria : <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://riunet.upv.es:443/bitstream/handle/10251/102965/Ortolá;Fito;Castro+-+TIPOS+DE+EVAPORADORES+EN+LA+INDUSTRIA+ALIMENTARIA.pdf?sequence%3D1&isAllowed=y>
- Pablo, F. (2006). *VIX*. Obtenido de <https://www.vix.com/es/imj/salud/2011/04/03/beneficios-de-la-mandarina>

- Palomares, S. G., Estrada, A. H., & González, H. M. (Septiembre - Diciembre, de 2015). Guanábana (*Annona muricata* L.) en polvo secado por aspersion. *Reaxxion Ciencia y Tecnologia Universitaria*, 3(1).
- Park, N. (2001). Fibra dietética en alimentos chilenos . En *En fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud: Obtención, Caracterización, Efecto Fisiológico y Aplicaciones en Alimentos*. (págs. 179-185). Sao Paulo: Varela .
- Paull, R. E., & Duarte, O. (2011). Tropical fruits. *CABI Publishing*, 371.
- PEÑARANDA, I. C. (2019). Influencia del secado por atomización de mucílago de cacao (*theobroma cacao* l.) en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante”. *TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS*. Lima - Perú: Universidad nacional agraria La Molina - Facultad de industrias alimentarias.
- Pesantes Arriola, G. C., & Tejada Ovalle, S. E. (2021). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*)”. Universidad Nacional del Callao - Escuela de Posgrado.
- Pesantes Arriola, G. C., & Tejada Ovalle, S. E. (2021). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium Corymbosum*)”. Universidad Nacional del Callao - Escuela de Posgrado.
- Petrotos, K., & LazaRides, H. (2001). Osmotic concentration of liquid foods. *Journal of Food Engineering*, 49, 201-206.
- Pinto, A. c. (2005). Annonas Species. *International Centre for Underutilised Crops. University of Southampton, Southampton, U.K.*
- Pinto, A., Cordeiro, M., Ferreira, F., Filguerria , H., Alves, R., & Kimpara, D. (2005). Annona species. UK: SO17 IBJ.
- Pinzón, I. M., & Fischer Gerhard y Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83 - 95.
- PlanetaSaber. (2014). *Gran enciclopedia planeta* . Obtenido de Fermantación, transformación de biomoléculas orgánicas: <http://www.planetasaber.com/theworld/gats/secciones/cards/default.asp?pk=958&art=59>
- Polina, C. Y., & Arroyo, G. Z. (2015). Valorización integral de productos derivados de cítricos (naranja, limón,lima). *Verano de la Investigación Científica*, 1(2), 584 - 588.
- Porcar, M. (junio de 2016). *Universidad Politécnica de València* . Obtenido de ESTUDIOS DE VIDA ÚTIL DE ZUMO DE FRUTAS ENVASADOS: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69202/PORCAR%20-%20Estudios%20de%20vida%20útil%20de%20zumos%20de%20fruta%20envasados..pdf?sequence=1>
- Pupiales, E. D., & Edmundo, S. A. (2021). Incidencia de la pasteurización lenta en la capacidad antioxidante hidrosoluble, calidad microbiológica y las propiedades físico químicas del

jugo del limón meyer citrus meyeri y. tan. Trabajo de grado : FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.

- Queck, S. C. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing*, 46, 386- 392.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., & Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing*, 46(5), 386-392.
- Quispe, H. R., Carlos, B. F., QUISPE SOLÍS1, H., PAREDES VALVERDE, Y., CAHUANA MAMANI, P., & VALLES CORAL, M. Á. (2022). Capacidad antioxidante del néctar de Ungurahui (*Oenocarpus bataua*). *Nutr Clín Diet Hosp*, 42(1), 80-86.
- Quitral, V. R., Pinheiro, A. C., Carrera, C. P., & Gallo, G. U. (Marzo de 2015). Efecto de edulcorantes no calóricos en la calidad sensorial de jugo de naranja. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(1).
- Ramírez, A., & Pacheco de Delahaye, E. (1 de Enero de 2011). *Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana*. Obtenido de Asociación Interciencia Caracas, Venezuela: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33917727011.pdf>
- Ramírez, A., & Pacheco de Delahaye, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 293-298.
- Ramulo, P., & Udatasekhara, P. (2003). Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *J. Food Comp. Anal.*
- Repo, R. d., & Encina, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev Soc Quím Perú*, 74(2), 108 - 124.
- Reyes, Y. (28 de junio de 2021). *Evaluación de compuestos bioactivos de naranjilla (Solanum quitoense) en diferentes estados de madurez y efecto de la concentración al vacío*. Obtenido de Universidad Nacional Del Centro de Perú: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6717?show=full>
- Riera, M. A., & Gómez, Y. S. (2019). CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN TÉRMICA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL JUGO DE LULO (*Solanum Quitoense Lam.*). *Ciencia y Tecnología*, 35(1), 1-7.
- Rios , S. A., & Gil, M. G. (2021). Microencapsulación por secado por aspersión de compuestos bioactivos en diversas matrices: una revisión. *Tecnologicas*, 24(51).
- Robles, D. (Mayo de 2016). *Estudio de la concentración de jugo de mora mediante evaporación osmótica a nivel de planta piloto*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3615/1/39729.pdf>
- Rocha, P. (2020). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*. Obtenido de Determinación de la capacidad antioxidante del zumo de la especie cítrica híbrida: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22545/1/T-UCE-0008-CQU-288.pdf>
- Rodriguez, O., & Viégas, F. (1991). *Citricultura Brasileira*. Campinas : Fundação Cargill.

- Rodríguez, L., Pulido, N. A., & Andrés, J. A. (2011). Formulación de néctar de marañón (*anacardium occidentale* L) usando la metodología de superficie de respuesta para optimizar la aceptación sensorial y la actividad antioxidante. *Revista Alimentos Hoy*, 20(24), 47-52.
- Ruíz, V. P., & CofréMarcela, S. (2017). Costeo de producto derivado de maqui a través de la técnica de secado por aspersión.
- Rustom, A. J. (2012). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA, PROBABILIDAD E INFERENCIA. Una visión conceptual*. Santiago de Chile: Departamento de Economía Agraria.Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- Saikia, S., Kumar, N. M., & Mahanta, L. C. (March 2015 de 2015). Optimisation of phenolic extraction from *Averrhoa carambola* pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry*, 171(15), 144-152.
- Sánchez-Chávez, W., Juan, C.-A., Miguel, S.-C., & Julio2, V.-R. (2015). Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) y miel de abeja. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 111-118.
- Santos, A. B. (2008). Spraydried tomato powder: reconstitution properties and colour. *Biology And Technology*, 51(4), 807-814.
- Santos, M. T., Silva de Jesusa, A. d., & Lennon, J. (2019). Effect of spray drying on bioactive and volatile compounds in soursop. *Food Research International*, 124, 70 - 77 .
- Sartori, I. A., Koller, O., Schwarz, S., Bender, R., & Schafer, G. (2002). Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira De Fruticultura*, 24, 364-369.
- Schwartz M., M., Nunez K., H., & Munoz A., A. M. (marzo de 1999). Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49(1).
- SERPA GUERRA, A. M., VASQUEZ OSORIO, D. C., & CASTRILLON MARTINEZ, D. C. (2015). Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 10-20.
- Shishir, M., & Talib, N. (2014). Physical Properties of Spray-dried Pink Guava (*Psidium Guajava*) Powder. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 74-81.
- Siccha , A., & Lock de Ugaz, O. (1995, Junio). *Revista de Química*. Retrieved from Secado por atomización (Spray Dryer): <http://www.revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/viewFile/8354/8661>
- SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. (21 de Junio de 2000). Obtenido de <http://www.valoryempresa.com/archives/costobeneficio.pdf>

- Solis , J. F., Amador , F. H., Hernández, M. M., & Durán , M. d. (enero - marzo de 2010). Caracterización fisicoquímica y comportamiento térmico del aceite de “almendra” de guanábana (*Annona muricata*, L). *GRASAS Y ACEITES*, 61(1), 58-66.
- Sousa Nunes, J., Souza, D. d., Cordeiro de Sousa, F., de Melo Silva, L. M., & Palmeira Gomes de Gouveia, J. (abril-junio de 2014). Collection and physico-chemical characterization of pulp blemish (*Myrciaria cauliflora* Berg) frozen. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Artigo Científico*, 9(11), 234-237.
- Stacey, A. (2014). *Universidad Internacional del Ecuador*. Obtenido de Estudio y análisis de la variedad de mandarina tipo común: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9992>
- Sulla Huamán, R. I. (2016). Influencia de los sólidos solubles en el calor específico de la pulpa concentrada de piña (*Ananas comosus*), zumo concentrado de naranja (*Citrus sinensis*) y comparación con los modelos matemáticos de Choi y Okos, Siebel y Heldman. Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado.
- Técnicoagrícola. (25 de noviembre de 2013). *Índice de Color IC Índice de Madurez cítricos IM*. Obtenido de Índice de Color IC Índice de Madurez cítricos IM
- Teiko, J. (2001). *La Producción De Zumo De Cítricos Y La Aplicación De Tecnología*. Obtenido de FAO Simposio Sobre Cítricos: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/006/x6732s/x6732s11.pdf>
- Telis , V., & Martínez Navarrete , N. (2010). Application of compression test in analysis of mechanical and color changes in grapefruit juice powder as related to glass transition and water activity. *Food Science and Technology*, 43(5), 744 - 751.
- Terán, E. B., Tejacal, A. I., Balois-Morales, R., Juárez-Lopez, P., Graciela G. López, G., Pérez, G. A.-A., & A.-Colín, N. C. (2019). Caracterización física, química y morfológica de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agrociencia*, 53(7), 1013-1027.
- Toneli, J. P. (2006). Spray drying optimization to obtain inulin powder. . *In: Proceedings of the 15th International Drying Symposium*. Budapest, Hungary.
- Tonon, R., Brabet, C., & Hubinger, M. (2010). Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried acai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*, 43(3), 907- 914.
- Tonon, V. B. (2008). Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*, 88(3), 411-418.
- Tupuna, S., Vera, E., & Ruales, J. (septiembre de 2016). *Obtención de Jugo Clarificado Concentrado de Mortiño (Vaccinium)*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Quito, Ecuador: <file:///C:/Users/Personal/Downloads/4739.pdf>
- Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., & Álvarez, H. (2014). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Portoviejo Programa de Fruticultura*. Obtenido de GUÍA TÉCNICA SOBRE EL MANEJO DE LOS

CÍTRICOS EN EL LITORAL ECUATORIANO:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1194/1/iniap-Manual%20Técnico%20No.%20101.pdf>

- Valdivia, C. C. (2019). Efecto de la temperatura en la cinética de acidez, sólidos solubles y azúcares reductores en pulpa de nispero (*Eriobotrya japonica* L.). Trujillo - Perú : Universidad Nacional de Trujillo .
- Valecillos, H. (2006). Establecimiento de una parcela demostrativa con la mandarina. *Revista Agricultura Andina*, 64-69.
- Valencia Sullca, C. E., & Guevara Pérez, A. (abril-junio de 2013). Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú.*, 79(2), 116-125.
- Valencia, C. E., & Guevara, A. P. (2013). Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(2).
- Ventura, Y. G. (2020). Efecto de temperatura y tiempo de pasteurización en el Concentrado de maracuyá envasado en bolsas de Polietileno de alta densidad. *Escuela académico profesional de ingeniería en industrias Alimentarias*. Universidad Nacional de Cajamarca-Facultad de Ciencias Agrarias.
- Vera, E., Sandeaux, J., Persin, F., Pourcelly, G., Dorniel, M., & Ruales, J. (2009). Deacidification of passion fruit juice by electrodialysis with bipolar membrane after different pretreatments. *J. of Food Eng. Scielo* , 67-73.
- Verbeyst, L., Bogaerts, R., Van der Plancken, I., & Hendrickx, M. (abril de 2012). Modelling of Vitamin C Degradation during Thermal and High-Pressure Treatments of Red Fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 6(4).
- Villén, M. (3 de marzo de 2012). *CONASI*. Obtenido de Que es la fermentación: <https://www.conasi.eu/blog/productos/levaduras-ecologicas-en-polvo-madre-pasteleria/que-es-la-fermentacion/>
- Vit, P., De Santiago, B., & Pérez Pérez, E. M. (2015). *Dialnet*. Obtenido de Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana *Annona muricata* L.: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5504806>
- Yamaguchi, M. (2013). Role of carotenoid β -cryptoxanthin in bone homeostasis. *Journal of Biomedical Science*, 19-36.
- Yousefi, S., Emam - Djomeh , Z., & Mousavi, S. (2011). Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (*Punica Granatum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 48(2), 677- 684.
- Zambrano, C. (19 de febrero de 2018). *Cultivo de mandarina en el Ecuador*. Obtenido de Cultivo de mandarina: <http://agrocarloz zambrano.blogspot.com/2018/02/cultivo-de-mandarina-en-ecuador.html>

Zanin, T. (1 de Febrero de 2019). *TUASAÚDE*. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/guanabana/>

Zeberga, S. (2010). Production and Quality Evaluation of Spray Dried Fruit Products. *Tesis de maestria. Etiopia: Addis ababa University*.

ANEXOS

Anexo 1 Determinación de parámetros fisicoquímicos y funcionales

Determinación de la acidez titulable			
En 5 ml de muestra se añadió 5 gotas de fenolftaleína al 1%			
Luego se tituló la muestra con Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 Normal hasta el cambio de color a rosa pálido			
Los resultados se presentaron en porcentaje de ácido cítrico mediante la siguiente ecuación.			
$\% (A) = \frac{ml\ NaOH \cdot NaOH\ N \cdot meq.}{5\ ml\ zumo} \times 100$			
Donde			
• ml NaOH= ml NaOH gastados en la titulación			
• NaOH N= normalidad del NaOH (0.1 N)			
• meq = 0.064			
• ml zumo= 5 ml			
Determinación de pH			
Se colocó 50 ml de muestra (jugo de mandarina) en un vaso de precipitación, donde le realizó un proceso de inmersión de los electrodos del potenciómetro Jenway (Modelo 3510)			
Determinación de sólidos solubles			
* Se colocó tres gotas de muestra en la unidad de iluminación en el refractómetro			
* A continuación se manipuló el mando de ajuste óptico y se presionó el pulsador “read”			
* Se registro los resultados obtenidos en °Brix			

Determinación del contenido capacidad antioxidante (Método ABTS)

* Se colocó a un tubo de vidrio un volumen de 5 ml de muestra con una micropipeta.

* Luego se adicionó 5 ml de agua destilada con una micropipeta

* Con una micropipeta se añadió 3,8 ml de solución activada ABTS.

* Con la ayuda de un agitador de Vortex se procedió a homogenizar la muestra

* Se dejaron reposar las muestras por 45 minutos.

* Se colocó un 1 ml de muestra en el espectrofotómetro UV visible

* Se midió la absorbancia final de cada muestra por duplicado a una longitud de onda de 734 nm.

Determinación del contenido vitamina C (Método Reflectométrico)

* Se pesó 30 g de muestra, luego se licuó y llevo a un volumen conocido de (200 ml) con agua destilada.

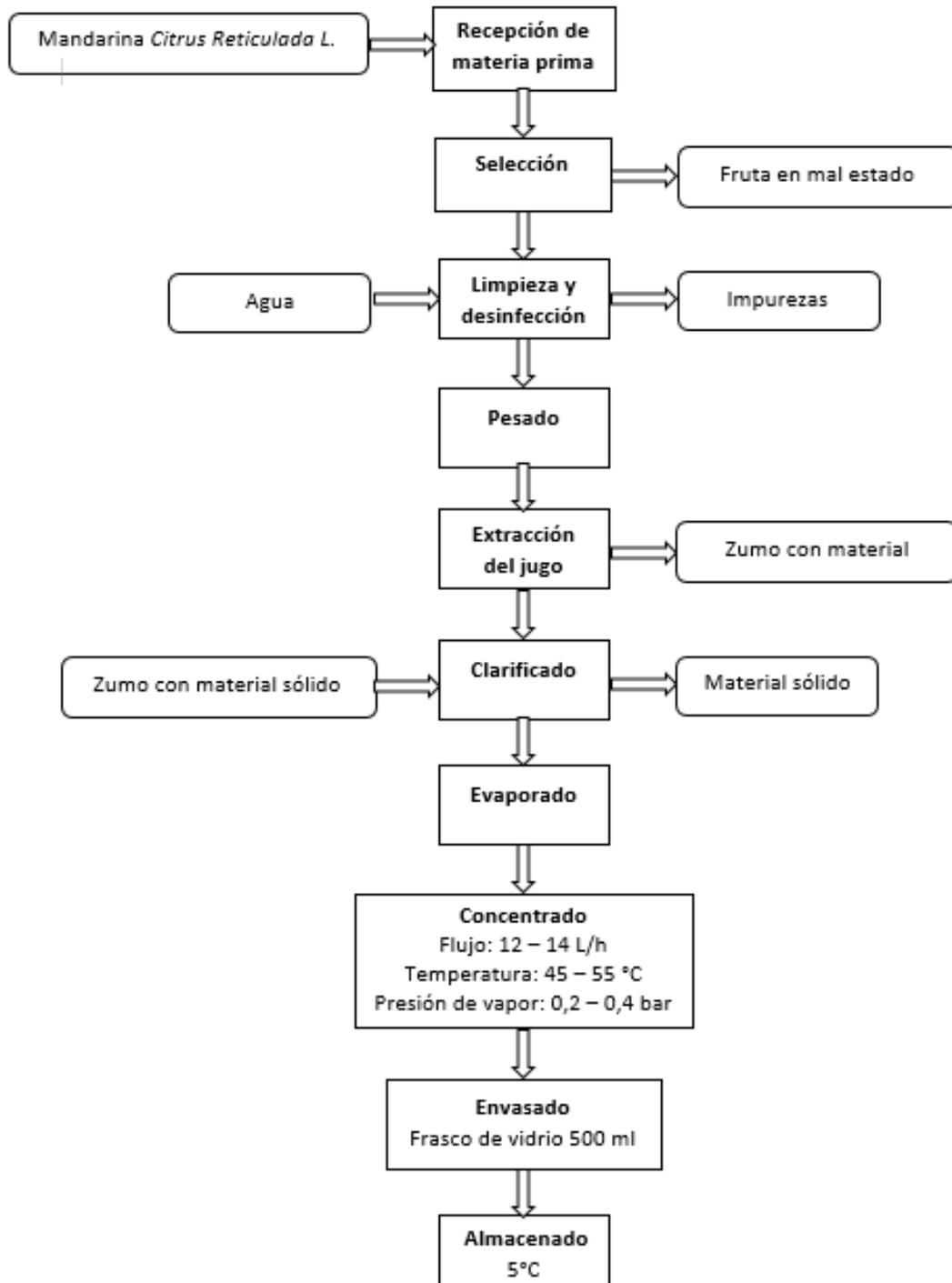
* Se introdujo simultáneamente la varilla de código de barras que se encuentra en cada frasco del Test Reflectoquant, una vez ingresado el código se procedió a medir las muestras.

* Para medir la muestra se retiró del frasco una tirilla y se ingresó a la muestra de concentrado de mandarina, se esperó 5 segundos y se eliminó el exceso de líquido de la varilla, sacudiéndola manualmente.

* Luego se introdujo la varilla con la zona de reacción en dirección a la pantalla hasta el tope en el adaptador de varillas.

* Finalmente se leyó el valor de medición en la pantalla, el valor se almacena automáticamente.

Anexo 2 Diagrama de Bloques del proceso de concentrado de zumo de mandarina



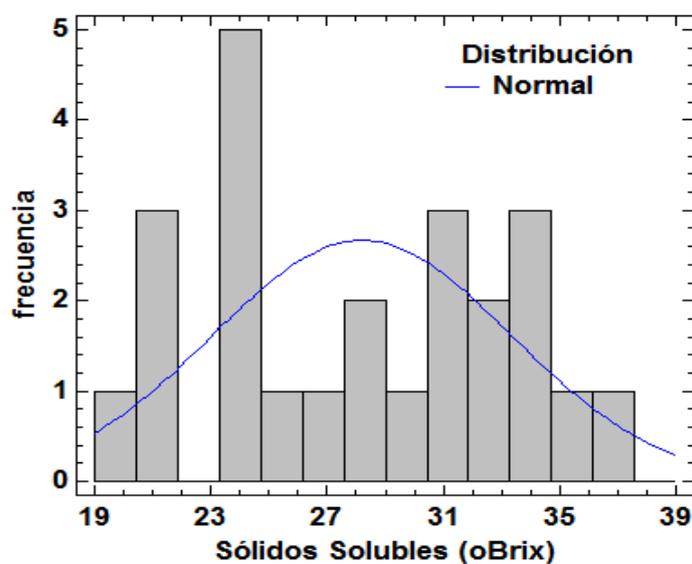
Anexo 3 Resultados obtenidos una vez aplicado los tratamientos previstos

Casos de estudio					Sólidos Solubles	Acidez titulable	pH	Vitamina C	Capacidad Antioxidante
					(oBrix)	(%)		(mg/100mL)	(μ m Trolox/100mL)
Jugo de mandarina					9,1	0,91	3,87	27,95	1002,92
T1R1	A1B1C1	12	45	0,2	26,4	2,58	3,3	76,85	1815,42
T1R2	A1B1C1	12	45	0,2	30	3,31	3,25	77,85	2984,17
T1R3	A1B1C1	12	45	0,2	33,2	4,55	3,11	78,5	2069,59
T2R1	A1B1C2	12	45	0,4	31,4	3,18	3,28	87,75	1996,67
T2R2	A1B1C2	12	45	0,4	34,5	3,35	3,2	87,5	2436,25
T2R3	A1B1C2	12	45	0,4	37	4,88	3,08	86,25	2317,5
T3R1	A1B2C1	12	55	0,2	24,5	2,44	3,29	82,75	1690,42
T3R2	A1B2C1	12	55	0,2	32,7	4,08	3,23	83	2965,42
T3R3	A1B2C1	12	55	0,2	33,9	4,37	3,09	81,75	2163,34
T4R1	A1B2C2	12	55	0,4	33,5	3,41	3,21	73,25	2025,83
T4R2	A1B2C2	12	55	0,4	20,4	2,39	3,31	74	1434,17
T4R3	A1B2C2	12	55	0,4	35,2	4,80	3,08	71,75	2315,42
T5R1	A2B1C1	14	45	0,2	24,9	2,43	3,28	73,75	1632,09
T5R2	A2B1C1	14	45	0,2	23,8	2,90	3,3	72,25	2705
T5R3	A2B1C1	14	45	0,2	21,5	2,21	3,34	70,75	1513,33
T6R1	A2B1C2	14	45	0,4	21,2	3,43	3,49	77,71	1509,17
T6R2	A2B1C2	14	45	0,4	31,1	4,10	3,27	76,59	1930
T6R3	A2B1C2	14	45	0,4	28,6	3,25	3,2	77,25	2030
T7R1	A2B2C1	14	55	0,2	21,8	2,30	3,3	76,13	1646,67
T7R2	A2B2C1	14	55	0,2	23,8	2,94	3,09	78,27	2702,92
T7R3	A2B2C1	14	55	0,2	23,4	2,57	3,16	78,09	1734,17
T8R1	A2B2C2	14	55	0,4	28,4	3,18	3,29	78,5	1909,17
T8R2	A2B2C2	14	55	0,4	31,3	4,21	3,1	78	2044,59
T8R3	A2B2C2	14	55	0,4	24,2	2,18	3,19	76,25	1586,25

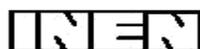
Anexo 4 Resultados de media, mínimo y máximos para sólidos solubles

Tratamientos	Media	Desviación	Mínimo	Máximo	
Testigo					
Concentrado de Mandarina	T1	29,8667 ^{ab}	3,40196	26,4	33,2
	T2	34,3000 ^b	2,80535	31,4	37,0
	T3	30,3667 ^{ab}	5,11599	24,5	33,9
	T4	29,7000 ^{ab}	8,09877	20,4	35,2
	T5	23,4000 ^a	1,73494	21,5	24,9
	T6	26,9667 ^{ab}	5,14814	21,2	31,1
	T7	23,0000 ^a	1,0583	21,8	23,8
	T8	27,9667 ^{ab}	3,56978	24,2	31,3
	Total	28,1958	5,12848	20,4	37,0
	Sesgo <i>Estandarizado</i>	0,075452	Curtosis <i>Estandarizada</i>	-1,41226	

Nota: La letra indicada en superíndice dentro de las columnas hace referencia a los grupos homogéneos establecidos por ANOVA ($p < 0,05$) según LSD en cuanto al flujo de alimentación.

Anexo 5 Histograma y curva de distribución normal sólidos solubles.

Anexo 6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 337:2008



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.

AI 02.03-465

CDU: 663.8

CIU: 3113

ICS:67.160.20

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojoa spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	9,0
Naranja (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

a) En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

TABLA 2. Especificaciones para el néctar de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	% Aporte de jugo de fruta	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	25	1,5
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	40	4,6
Arándano (mirtilo.)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	40	4,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	*	*
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	25	1,25
Banano	<i>Musa, spp</i>	25	5,25
Borojo	<i>Borojoa spp</i>	25	1,75
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	25	1,25
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	50	6,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,25
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	40	3,6
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	40	2,4
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	40	2,8
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	25	2,75
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	25	2,75
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	25	1,25
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	*	*
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	20	2,24
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	25	1,13
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	25	1,13
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	50	5,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	25	2,75
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	50	3,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	*	*
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	25	2,88
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	35	1,75
Mora	<i>Rubus spp</i>	30	1,8
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	50	4,5
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	*	*
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	25	2,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	40	4,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	40	4,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	40	2,4
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	*	*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	25	2,0
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i> L.	50	2,25
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	50	4,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	50	5,5
Otros:			
- Alto contenido de pulpa o aroma fuerte		25	--
- Baja acidez , bajo contenido de pulpa o aroma bajo a medio		50	--
*Elevada acidez , la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,5 % (como ácido cítrico)			
^{a)} En grados Brix a 20°C (con exclusión de azúcar)			

(Continúa)

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 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

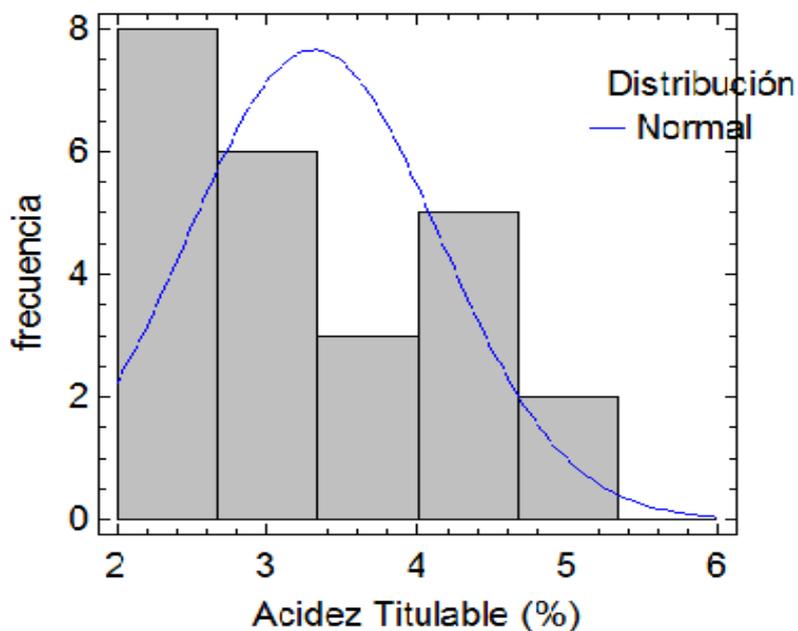
1) Para productos enlatados.

(Continúa)

Anexo 7 Resultados de media, mínimo y máximos para acidez titulable

Tratamientos	Media	Desviación	Mínimo	Máximo	
Concentrado de Mandarina	T1	3,48 ^a	0,995942	2,58	4,55
	T2	3,80 ^a	0,936287	3,18	4,88
	T3	3,63 ^a	1,04072	2,44	4,37
	T4	3,53 ^a	1,20972	2,39	4,8
	T5	2,51 ^a	0,352467	2,21	2,9
	T6	3,59 ^a	0,447921	3,25	4,1
	T7	2,60 ^a	0,321299	2,3	2,94
	T8	3,32 ^a	0,828915	2,57	4,21
	Total	3,31	0,833471	2,21	4,88
	Sesgo	1,01142	Curtosis	-0,935286	

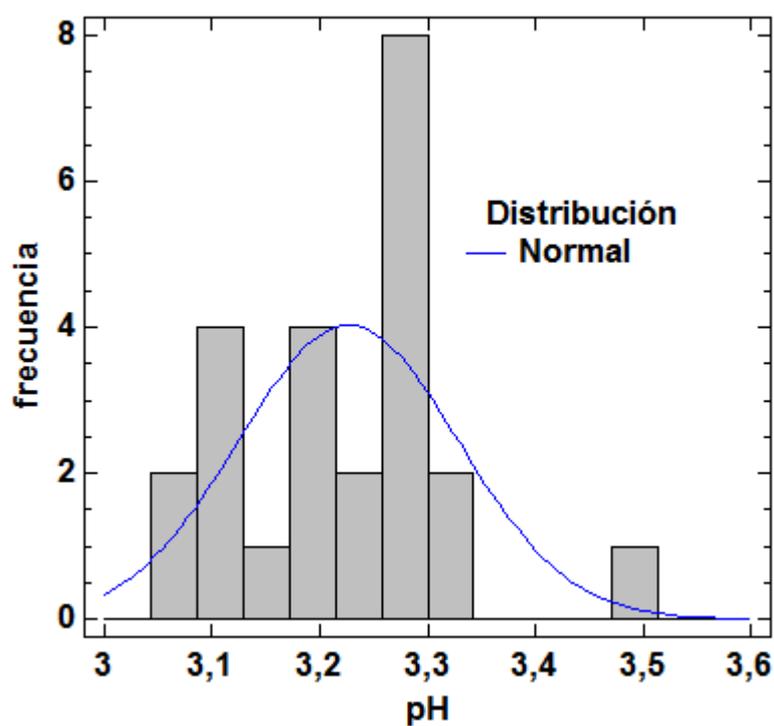
Nota: La letra indicada en superíndice dentro de las columnas hace referencia a los grupos homogéneos establecidos por ANOVA ($p < 0,05$) según LSD y Tukey en cuanto a los parámetros estudiados.

Anexo 8 Histograma y curva de distribución normal acidez titulable.

Anexo 9 Resultados de media, mínimo y máximos para pH.

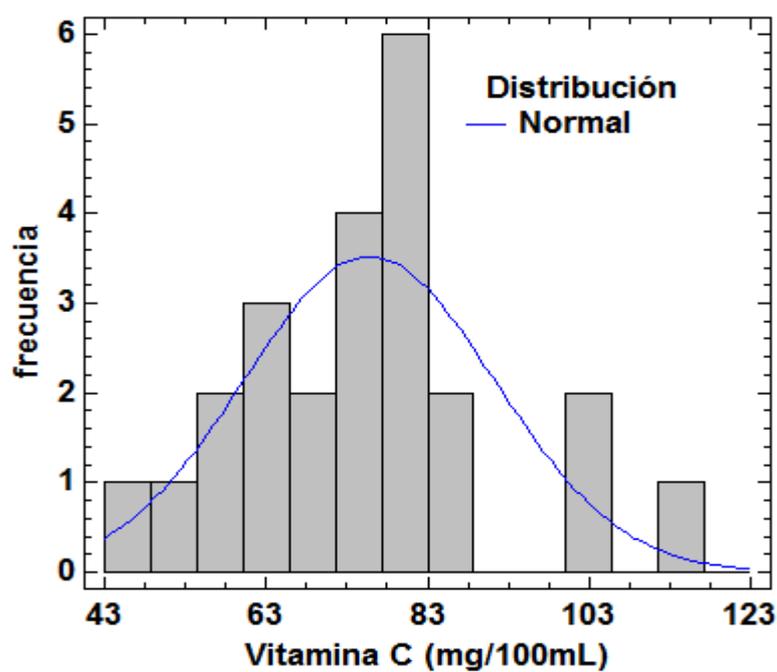
Tratamientos	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
T1	3,22 ^a	0,0984886	3,11	3,3
T2	3,18667 ^a	0,100664	3,08	3,28
T3	3,20333 ^a	0,102632	3,09	3,29
T4	3,2 ^a	0,115326	3,08	3,31
T5	3,30667 ^a	0,0305505	3,28	3,34
T6	3,32 ^a	0,151327	3,2	3,49
T7	3,18333 ^a	0,106927	3,09	3,3
T8	3,19333 ^a	0,0950438	3,1	3,29
Total	3,22667 ^a	0,101924	3,08	3,49
	Sesgo	0,623578	Curtosis	0,357913

Nota: La letra indicada en superíndice dentro de las columnas hace referencia a los grupos homogéneos establecidos por ANOVA ($p < 0,05$)

Anexo 10 Histograma y curva de distribución normal para el pH.

Anexo 11 Resultados de media, mínimo y máximos para vitamina C.

Tratamientos	Media	Desviación	Mínimo	Máximo	
Concentrado de Mandarina	T1	77,91	0,13	71,0	72,5
	T2	77,83	0,80	77,75	78,25
	T3	77,97	0,20	75,75	77,75
	T4	76,78	0,55	76,0	77,75
	T5	76,53	0,33	76,75	78,75
	T6	76,58	0,24	73,3	75,25
	T7	76,50	0,56	73,5	74,5
	T8	76,25	0,25	75,25	79,5

Anexo 12 Histograma y curva de distribución normal para la vitamina C.

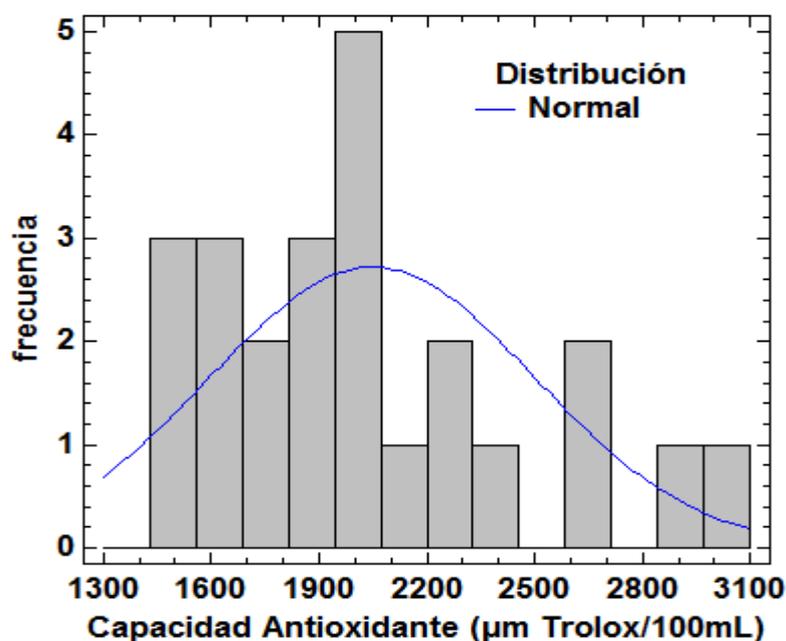
Anexo 13 Pérdidas de la vitamina C durante la concentración del jugo de mandarina.

Tratamiento	Jugo fresco (mg/100ml)	Concentrado (mg/100mL)	% pérdida de vitamina C	% retención de vitamina C	Vitamina C pérdida (mg/100mL)
T1	27,95	412,9	50,8	49,2	14,19
T2	27,95	404,7	51,7	48,3	14,46
T3	27,95	405,4	51,6	48,4	14,44
T4	27,95	383,9	54,2	45,8	15,15
T5	27,95	390,3	53,5	46,5	14,94
T6	27,95	382,6	54,4	45,6	15,20
T7	27,95	390,2	53,5	46,5	14,95
T8	27,95	396,5	52,7	47,3	14,73
Promedio	27,95	395,8	52,8	47,2	14,76

Anexo 14 Resultados de media, mínimo y máximos para la capacidad antioxidante.

Tratamientos	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
T1	2289,73 ^a	1,686	2975,42	2984,17
T2	2250,14 ^a	2,451	2916,67	2936,25
T3	2273,06 ^a	1,543	2690,42	2865,42
T4	1925,14 ^a	1,171	2434,17	2515,42
T5	1950,14 ^a	1,419	2413,33	2505,02
T6	1823,06 ^a	1,394	2009,17	2030,09
T7	2027,92 ^a	1,202	1946,67	1982,92
T8	1846,67 ^a	1,475	1986,25	194,59
Total	2048,23	2,272	1934,17	1984,17
	Sesgo	1,41846	Curtosis	-0,307334

Nota: La letra indicada en superíndice dentro de las columnas hace referencia a los grupos homogéneos establecidos por ANOVA ($p < 0,05$) según LSD y Turkey en cuanto a los parámetros estudiados

Anexo 15 Histograma y curva de distribución normal para la capacidad antioxidante.**Anexo 16** Pérdidas de la capacidad antioxidante durante la concentración del jugo

<i>Tratamiento</i>	<i>Jugo fresco (mg/100ml)</i>	<i>Concentrado (mg/100mL)</i>	<i>% pérdida de Capacidad Antioxidante</i>	<i>% retención de Capacidad Antioxidante</i>	<i>Pérdidas de Capacidad antioxidante</i>
T1	1002,92	12246,5	59,3	41	594,70
T2	1002,92	12154,4	59,6	40	597,77
T3	1002,92	12050,8	59,9	40	601,23
T4	1002,92	11307,4	62,4	38	626,01
T5	1002,92	11616,2	61,4	39	615,71
T6	1002,92	11896,6	60,5	40	606,37
T7	1002,92	11561,0	61,6	38	617,55
T8	1002,92	11075,0	63,2	37	633,75
Promedio	1002,92	11738,5	61,0	39	611,64

Anexo 17 Resultados sensoriales atributo: olor

Atributo	Olor	T7	T6	T2	T3	T1
Jueces afectivos	1	4	5	4	4	5
	2	5	5	5	5	5
	3	5	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4
	5	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4
	7	4	4	4	4	4
	8	4	4	4	4	3
	9	4	4	4	4	4
	10	5	5	5	5	5
	11	4	4	4	4	4
	12	5	5	5	5	5
	13	5	5	5	5	5
	14	5	5	5	5	5
	15	5	5	5	5	5
Mínimo		4	4	4	4	3
Máximo		5	5	5	5	5
Moda		4	4	4	4	5
Promedio		4,47	4,47	4,40	4,40	4,40
Desviación estándar		0,52	0,52	0,51	0,51	0,63

Anexo 18 Resultados sensoriales atributo: sabor.

Atributo	Sabor	T7	T6	T2	T3	T1
Jueces afectivos	1	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4
	3	4	4	4	4	4
	4	3	3	3	4	3
	5	3	3	4	3	3
	6	3	3	4	3	3
	7	4	3	4	3	4
	8	3	3	4	3	3
	9	4	4	4	4	4
	10	3	3	3	3	3
	11	5	5	5	3	5
	12	3	3	3	3	4
	13	4	3	4	4	3
	14	4	4	3	4	4
	15	4	4	4	4	4

Mínimo	3	3	3	3	3
Máximo	5	5	5	4	5
Moda	4	3	4	4	4
Promedio	3,67	3,53	3,80	3,53	3,67
Desviación estándar	0,62	0,64	0,56	0,52	0,62

Anexo 19 Resultados sensoriales atributo: color.

Atributo	Color	T7	T6	T2	T3	T1
<i>Jueces afectivos</i>	1	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4
	3	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4
	5	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4
	7	4	4	4	4	4
	8	4	4	4	4	4
	9	4	4	4	4	4
	10	4	4	4	4	4
	11	5	5	5	5	5
	12	5	5	5	5	5
	13	4	4	4	4	4
	14	5	5	5	5	5
	15	5	5	5	5	5
Mínimo		4	4	4	4	4
Máximo		5	5	5	5	5
Moda		4	4	4	4	4
Promedio		4,27	4,27	4,27	4,27	4,27
Desviación estándar		0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

Anexo 20 Resultados sensoriales atributo: agrado.

Atributo	Agrado	T7	T6	T2	T3	T1
<i>Jueces afectivos</i>	1	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4
	3	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4
	5	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4
	7	4	4	4	4	4
	8	3	3	3	3	3
	9	4	4	4	4	4
	10	3	3	3	3	3

11	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4
Mínimo	3	3	3	3	3
Máximo	4	4	4	4	4
Moda	4	4	4	4	4
Promedio	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87
Desviación estándar	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
