



Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

Evaluación de la efectividad del mucílago de chía (*Salvia hispánica*) como estabilizante en néctar de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*)

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Químico

Autores:

Verónica Valeria Fajardo Ortega

Jesús Steve Vega Serpa

Director:

Daniela Estefanía Zúñiga García

ORCID:  0000-0001-6351-0401

Cuenca, Ecuador

2023-10-18

Resumen

El estudio investigó la eficacia del mucílago de semilla de chía (MSC) como estabilizante en néctar de tomate de árbol, en contraste con el uso tradicional de carboximetilcelulosa (CMC), cuestionado por su impacto en las propiedades del producto. Se realizaron pruebas cuantitativas experimentales y se obtuvo MSC a través de tres técnicas, con la liofilización mostrando el mejor rendimiento (0,12%). Se llevaron a cabo cinco tratamientos para evaluar el efecto de MSC (T1: sin estabilizante, T2: CMC al 0,1%, T3: MSC 0,1%, T4: MSC 0,3%, T5: MSC 0,5%). Se aplicó un diseño experimental y se evaluaron seis variables a lo largo de 60 días, incluyendo pH, acidez titulable, sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$), sólidos en suspensión, turbidez y viscosidad. El análisis estadístico identificó diferencias significativas. El tratamiento T4 con MSC al 0,3% demostró resultados sobresalientes, con estabilidad en los sólidos solubles (13,7 $^{\circ}\text{Bx}$), menor variabilidad en los sólidos en suspensión (55,0 ml a 61,0 ml) y alta turbidez (2,025 UA a 1,770 UA). La adición de MSC mejoró la apariencia del néctar sin afectar el sabor, el olor o la acidez, lo que resultó en una mayor aceptación general.

Palabras clave: estabilización de néctar, liofilización, comparación de tratamientos, análisis de varianza



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The study investigated the efficacy of chia seed mucilage (CSM) as a stabilizer in tree tomato nectar, in contrast to the traditional use of carboxymethylcellulose (CMC), which has been questioned for its impact on product properties. Quantitative experimental tests were conducted, and CSM was obtained through three techniques, with freeze-drying showing the best performance (0.12%). Five treatments were carried out to assess the effect of CSM (T1: no stabilizer, T2: CMC at 0.1%, T3: CSM 0.1%, T4: CSM 0.3%, T5: CSM 0.5%). An experimental design was applied, and six variables were evaluated over 60 days, including pH, titratable acidity, soluble solids ($^{\circ}\text{Bx}$), suspended solids, turbidity, and viscosity. Statistical analysis identified significant differences. Treatment T4 with CSM at 0.3% demonstrated outstanding results, with stability in soluble solids (13.7 $^{\circ}\text{Bx}$), reduced variability in suspended solids (55.0 ml to 61.0 ml), and high turbidity (2.025 UA to 1.770 UA). The addition of CSM improved the nectar's appearance without affecting the taste, odor, or acidity, resulting in greater overall acceptance.

Keywords: nectar stabilization, lyophilization, treatment comparison, analysis of variance



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.
Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción	10
Objetivos	12
1. Capítulo: Marco teórico	13
1.1. Chía.....	13
1.2. Estabilizantes alimentarios	14
1.3. Gomas y mucílagos.....	15
1.4. Tomate de árbol	18
1.5. Néctar	20
2. Capítulo: Metodología	23
2.1. Tipo de investigación	23
2.2. Lugar de ejecución	23
2.3. Materiales y métodos	23
2.4. Análisis fisicoquímicos en el néctar de tomate	26
2.5. Análisis microbiológico	28
2.6. Diseño experimental y estadístico.....	29
2.7. Análisis sensorial del mejor experimento.....	30
3. Capítulo: Análisis de resultados	31
3.1. Rendimientos de los diferentes métodos de obtención del mucílago de semilla de chía (MSC)	31
3.2. Dosificación de ingredientes en la elaboración del néctar	32
3.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos.....	33
3.4. Resultados de análisis microbiológicos	41
3.5. Selección del mejor tratamiento para el néctar con estabilizante de mucílago de semilla de chía.....	43
3.6. Resultados del análisis sensorial	43
3.7. Resultados del análisis de costo-beneficio	44
4. Capítulo: Discusión de resultados	46
Conclusiones	54
Referencias.....	55
Anexos.....	65

Índice de figuras

Figura 1 Variación del pH de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.	34
Figura 2 Variación de la acidez titulable de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.	35
Figura 3 Variación de los sólidos solubles (°Bx) de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.....	36
Figura 4 Variación de los sólidos en suspensión de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.....	38
Figura 5 Variación de la turbidez de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.	39
Figura 6 Variación de la viscosidad de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días. ..	40

Índice de tablas

Tabla 1 Composición química de la chía.	14
Tabla 2 Valor nutricional del tomate de árbol.	19
Tabla 3 Parámetros generales y fisicoquímicos del néctar de fruta.	22
Tabla 4 Parámetros requeridos para el néctar de frutas pasteurizado según NTE INEN 2337-2008.	29
Tabla 5 Descripción de los tratamientos en el diseño experimental.	30
Tabla 6 Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante liofilización.	31
Tabla 7 Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante secado en estufa.	32
Tabla 8 Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante atomización.	32
Tabla 9 Cantidad de aditivos utilizados en la elaboración del néctar de tomate de árbol. ...	33
Tabla 10 Prueba de Tukey para control de pH.	35
Tabla 11 Prueba de Tukey para control de los sólidos solubles (°Bx).	37
Tabla 12 Prueba de Tukey para control de los sólidos en suspensión.	38
Tabla 13 Prueba de Tukey para el control de la turbidez.	40
Tabla 14 Prueba de Tukey para control de la viscosidad.	41
Tabla 15 Resultados microbiológicos para mohos, levaduras y coliformes totales en diferentes días de control (Día 1, Día 30 y Día 60).	42
Tabla 16 Resultados obtenidos para cada uno de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados para los tratamientos con diferente concentración de mucílago de semilla de chía.	43
Tabla 17 Prueba de Tukey para el análisis sensorial y sus parámetros.	44
Tabla 18 Costo total y unitario de producción de néctar de tomate de árbol con el tratamiento T4 y valor de la producción de 100g de MSC.	45

Dedicatoria

A mi madre Carmita quien ha sido mi ejemplo a seguir, me ha brindado su amor incondicional y ha sido parte de cada uno de mis logros, gracias por creer en mí.

A mi padre Wilson quien me ha proporcionado su apoyo en mi vida estudiantil y por aportarme su ejemplo de superación.

A mi hermano Byron quien me ha obsequiado momentos y experiencias inolvidables a lo largo de mi vida.

A mis abuelitos Teresita, María Elena y René Ortega (†), por entregarme su cariño y sus sabios consejos.

A Christian por brindarme su amor, apoyo y compañía en mi vida universitaria, gracias por ser la persona con la que siempre puedo contar.

A mi familia y amigos quienes han confiado en mí y me han obsequiado palabras de motivación y aliento para culminar esta etapa.

-Verónica Fajardo-

Dedicatoria

A mi madre, Luisa (†), quien su recuerdo me ha mantenido fuerte a lo largo de los años por el gran amor que me tuvo en vida. Que esta meta cumplida sea mérito de orgullo en su memoria.

A mi padre, Pablo, quien me ha brindado su constante cariño y consejo a lo largo de las etapas de mi vida, incentivando mi desarrollo personal y mi búsqueda de superación. Que este logro sea uno de los tantos que comparta a mi lado.

A mis hermanos, Pablo, Alexy, Hildita y Royer, que juntos me han apoyado de diferentes maneras en las distintas circunstancias de la vida. Valorare eternamente cada recuerdo que hayamos forjado y los que quedan por forjar.

A demás familiares, amigos y personas cercanas con quienes he contado de forma incondicional. Su presencia ha hecho de esta etapa estudiantil una grata trayectoria.

-Jesús Vega-

Agradecimientos

A Dios por darnos la vida, guiarnos y entregarnos sabiduría, fortaleza y todas las capacidades necesarias para culminar esta etapa universitaria.

A nuestras familias por estar siempre presentes, darnos ánimo y apoyarnos en cada uno de los pasos que hemos dado para salir adelante.

A la Universidad de Cuenca que nos abrió sus puertas y a los **docentes** que nos ayudaron a cumplir el sueño de ser profesionales capacitados para la sociedad

A nuestra tutora la Ing. Daniela Zúñiga quien ha sido parte fundamental en este trabajo de titulación, gracias por su paciencia, sus consejos y enseñanzas impartidas a lo largo de nuestra carrera universitaria como en la elaboración de esta investigación.

A las Ingenieras Verónica Saetama y Alexandra Criollo por habernos brindado su tiempo y su confianza en la parte experimental de este proyecto, así como al **Doctor Giovanni Larriva** por aportar sus conocimientos en el análisis microbiológico desempañado en esta tesis.

A nuestros amigos y compañeros que permanecieron con nosotros a lo largo de este periodo universitario y a quienes se sumaron a nuestras vidas en el trayecto del mismo, gracias por las experiencias que hemos compartido, esperamos que todos tengan una excelente vida laboral.

-Verónica y Jesús-

Introducción

En los últimos años el consumo de productos derivados de frutas, como jugos y néctares se ha incrementado a nivel mundial a raíz de la pandemia causada por el Covid-19 (Mordor Intelligence, 2021), que ha obligado a la población a adquirir productos semiperecederos y que mantengan sus características organolépticas, higiénicas y sanitarias. Ante esta necesidad, la industria ha buscado mejorar sus productos y reemplazar los aditivos alimentarios artificiales por otras opciones más naturales o con menos procesos industriales que cumplan dichas expectativas (Wu et al., 2022). Es por ello, que se ha incluido en la elaboración de néctares ciertos aditivos naturales que ayuden a solucionar problemas como la pérdida de turbidez y consistencia, separación de fases, decoloración y gelificación, provocada por enzimas pécticas como la enzima pectinmetilesterasa (Basak & Ramaswamy, 1996).

Un aspecto importante en los néctares de frutas es la separación de fases, que se da por la presencia de sólidos en el fondo de los envases lo que da una apariencia desagradable, producida por errores en la elaboración como un pulpeado/refinado deficiente, adición excesiva de agua, inadecuada homogeneización, baja viscosidad, etc., (Barrial, Rodrigo, et al., 2021). Para evitar este comportamiento en el néctar se emplean estabilizantes, que son sustancias que posibilitan la formación o el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias no miscibles, debido a que al momento de hidratarse forman puentes de hidrógeno en todo el producto reduciendo su movilidad en el envase al aumentar su viscosidad (Ávila Mora & Sánchez Solórzano, 2016).

Existe suficiente información sobre el uso del estabilizante carboximetilcelulosa (CMC), con un empleo universal en la producción de néctares de manzana, durazno, naranja, mango, etc., que no cambia las características propias del néctar, soportando temperaturas de pasteurización y actúa muy bien en medios ácidos (Castillo Párraga & Rivera Vergara, 2023). Un ejemplo del uso de CMC en néctares se observa en el estudio realizado por Ashraf et al (2020) en el que se utilizó porcentajes entre 0.1% y 0.4% de CMC en néctar de calabaza para obtener una mejora en la estabilización, logrando su objetivo; otro ejemplo se visualiza en la investigación realizada por Ćorković et al (2021) en la que se observó una mejoría de la estabilidad y una mayor capacidad de retención de fenoles en néctar de cereza ácida, también existe aporte respecto a la CMC en la investigación de Aini et al (2022) donde se compara su poder estabilizante con otros compuestos como carragenina y pectina. Sin embargo, este aditivo presenta algunos inconvenientes como sensación arenosa y pegajosa en la boca por su uso en grandes cantidades (Canadian Intellectual Property Office, 2011). Otro problema existente del uso de CMC en néctares de fruta se ha generado en la FAO donde la comisión

del CODEX Alimentarius presenta un programa sobre las normas alimentarias en el cual el uso de CMC no es apoyado ya que compromete la autenticidad del producto (Comisión del CODEX Alimentarius, 2023).

En los últimos años, se ha buscado otras alternativas que cumplen con los mismos parámetros de este estabilizante CMC, que presenten un mayor beneficio técnico y financiero, como son los mucílagos de ciertas frutas y vegetales ya que poseen una estructura molecular similar a las gomas y un comportamiento cercano a lo observado con otros estabilizantes (Muñoz & Zúñiga, 2017). La efectividad de los mucílagos en varios estudios, presentan resultados satisfactorios según la dosis aplicada, así en el estudio realizado por (Chambi & Puraca, 2017) el porcentaje que evidenció mejores resultados en un néctar de fresa fue del 0,1% de mucílago de semilla de chía presentando una mejor viscosidad y apariencia en general. En el estudio realizado por (Huarachi Follegatti & Loza Machicao, 2016) en néctar de mango el porcentaje de 1,0% y 1,5% fueron de mejor aceptación en factores como color, textura y sabor. En Ecuador, la producción de chía se desarrolló a gran escala en el año 2013, donde consolidó su presencia en mercados internacionales clave como Estados Unidos, Canadá y Australia, sin embargo la pandemia de COVID-19 en 2020 interrumpió las exportaciones, impulsando la promoción a nivel local (Redacción Primicias, 2021a). La chía se incorporó a las dietas y productos nacionales debido a sus beneficios. Hoy en día, su demanda es alta tanto a nivel nacional como internacional. Las exportaciones se recuperaron, alcanzando los USD 100.000 en enero de 2023, triplicando las cifras del año anterior y destacando su resiliencia (Redacción Primicias, 2023).

Además, un fruto que ocupa una importante área comercial en Ecuador es el tomate de árbol, con 5000 ha localizado en zonas interandinas como los valles de las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja, donde se han registrado rendimientos de 60 a 80 toneladas por hectárea en el periodo de un año (Feicán Mejía et al., 2017). Su néctar presenta proteínas y compuestos fenólicos que al oxidarse forman compuestos fenólicos oxidados y en combinación con las proteínas de las bebidas generan sedimentos que se agregan y floculan ocasionando el aumento del tamaño de las partículas del néctar y permiten la formación de fases (Zeng et al., 2019)., aspecto no tan agradable a la vista del consumidor, es por ello que este trabajo analizó su estabilidad empleando una alternativa al estabilizante comercial más ampliamente empleado CMC.

Entonces, el propósito de este estudio consistió en evaluar la efectividad del mucílago extraído de las semillas de chía (MSC) como un agente estabilizador en el néctar de tomate de árbol.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la efectividad del mucílago de la semilla de chía (MSC) como estabilizante en néctar de tomate de árbol.

Objetivos específicos.

- ✓ Obtener el mucílago de semilla de chía seco (MSC) por tres técnicas diferentes.
- ✓ Evaluar la efectividad del MSC a diferentes concentraciones en el néctar de tomate de árbol, mediante pruebas fisicoquímicas (pH, acidez titulable, °Bx, sólidos en suspensión, turbidez y viscosidad) y microbiológicas (mohos, levaduras y coliformes totales).
- ✓ Analizar las características organolépticas del mejor experimento con MSC mediante pruebas de aceptabilidad para evaluar las diferencias con la muestra que contiene CMC y un blanco.

1. Capítulo: Marco teórico

1.1. Chía

La palabra “Chía” proviene de un vocablo náhuatl que reúne diversas especies botánicas de géneros Hyptis, Amaranthus, Chenopodium y Salvia. Por su denominación en lengua indígena y especificaciones de uso, se reconoce que el entendimiento y domesticación de estas plantas descende de la etapa previa a la época prehispánica. La chía es importante por su aceite y harina que se utilizaban en la medicina, alimentación, arte y religión. Las características morfológicas y fenológicas que determinan a las variedades domésticas de Salvia hispánica son: cálices cerrados, semilla de mayor tamaño, inflorescencias compactas, flor alargada, dominancia apical y uniformes períodos de floración y maduración (Rosas-Mendoza et al., 2017).

La descripción taxonómica de la planta de chía comprende el Reino: Plantae, Subreino: Tracheobionta - Planta vascular, Superdivisión: Spermatophyta - Planta de semillas, División: Magnoliophyta – Planta con flores, Clase: Magnoliopsida - Dicotiledónea, Subclase: Asteridae, Orden: Lamiales, Familia: Lamiaceae, Género: Salvia y Especie: Hispánica (Encina, 2019).

La chía es una planta herbácea que mide de 1,0 a 1,5 m de altura, posee tallos ramificados con sección cuadrangular y hueco, pubescencias cortas y blanquecinas; sus hojas son opuestas con bordes dentados de 8 y 10 cm de longitud y de 4 a 6 cm de ancho. Sus flores son hermafroditas de color azul/violeta o blanco, sus semillas son ovaladas de 1,5 a 2,0 mm de longitud y 1,0 a 1,2 mm de diámetro; son tersas y brillantes, su color mayoritario es grisáceo con manchas rojizas oscuras o blancas, cultivada en climas tropicales o subtropicales, se necesita de un suelo arenoso o de moderada fertilidad. Las plantaciones de chía se cultivan y producen principalmente en Centro y Suramérica en países como Guatemala, México, Argentina, Bolivia y Ecuador (Xingú López et al., 2017).

- **Composición química**

La composición química se destaca porque contiene una buena fuente de ácidos grasos poliinsaturados: omega-3 y omega-6, fibra dietética soluble. La semilla de chía contiene una cantidad apreciable de proteínas y fitoquímicos. El valor nutricional de la chía es la razón por la que se utiliza en la profilaxis de varias enfermedades no infecciosas como la obesidad, la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer y la diabetes (Marcinek & Krejpcio, 2018). Sus principales componentes se observan en la Tabla 1.

Tabla 1*Composición química de la chía.*

Componentes	En 100 g
Fibra dietética	33,0
Materia grasa	27,9
Proteína	9,9
Hidratos de carbono	8,6
Humedad	6,2
Cenizas	4,5

Nota. (Jiménez P et al., 2013)

- **Producción**

La producción de chía a nivel internacional se potenció en el periodo 2011-2014 con un crecimiento anual de 106%, siendo los principales productores actuales Argentina, Bolivia y Paraguay con un 80% de la producción mundial, seguidos por Nicaragua, México, Australia, Perú y Ecuador (Xingú López et al., 2017).

A nivel nacional la venta y consumo interno del producto es bajo en comparación a su exportación a países como Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, etc., no obstante, su consumo local se ve incrementado como ingrediente en otros productos como bebidas, galletas, cereales, etc. Según información recopilada de productores la tonelada de chía orgánica, cultivada sin filtros, puede alcanzar un valor entre USD 6000 y USD 7000 (Redacción Primicias, 2021b).

1.2. Estabilizantes alimentarios

Los estabilizantes alimentarios son sustancias hidrofílicas empleadas con el fin de estabilizar suspensiones que modifican propiedades como la viscosidad, evitan la separación de fases en néctares u otros alimentos durante el almacenamiento, ya que aumentan la turbidez y controlan la sedimentación de partículas sin afectar las demás características físico químicas o sensoriales (Castulovich & Franco, 2018). Estos productos se hidratan en contacto con el agua, provocando su disolución que conlleva a la formación de enlaces o puentes de hidrógeno por el líquido, y reducen la movilidad del agua restante no enlazada (Torres Núñez, 2011).

Estos estabilizantes pueden clasificarse en proteínas e hidratos de carbono. Las proteínas se refieren a aquellas propias de la leche como albúmina, caseína y globulina, además también se incluyen las gelatinas. En los hidratos de carbono pueden ser coloides marinos, hemicelulosas y derivados de estos como las células modificadas. Los principales estabilizantes de este segundo grupo son alginatos, agar-agar, carragenina, goma guar,

goma xanthan, pectina, metilcelulosa, carboximetilcelulosa, etc (Loor Mora & Zambrano, 2020).

1.3. Gomas y mucílagos

Las gomas son moléculas de polisacáridos con alto peso molecular que poseen características hidrofóbicas con propiedades coloidales que crean geles luego de combinarse generalmente con proteínas y minerales. Su obtención procede de plantas o mediante procesos microbiológicos (Amiri et al., 2021). Estas gomas se obtienen mediante procesos como: extracción ácida o alcalina, filtrado, molido, tamizado, precipitado, horneado, entre otras (S. H. Silva et al., 2019). Las gomas se clasifican según su origen en: obtenidas de plantas marinas, exudados de plantas, semillas, procesamiento microbiológico, animal y según su función en: espesante, agente gelificante y estabilizador (Linge et al., 2022). Ciertas gomas se utilizan como fijadores de aromas, emulsionante de aceites esenciales, saborizantes en fabricación de bebidas con gas, como agentes de hinchamiento de carnes procesadas, etc., (D. A. da Silva et al., 2020).

Los mucílagos son sustancias de origen vegetal que tienen reacciones ácidas o neutras con diferentes funciones que dependen del peso molecular y la planta de la que se genere. Los mucílagos se diferencian de las gomas por las propiedades físicas que poseen como el producir coloides poco viscosos con presencia de actividad óptica (Villa Uvidia et al., 2020).

El paso fundamental para la extracción de los mucílagos es la humectación de la materia vegetal con un solvente de extracción, generalmente agua. Entre los métodos de obtención mayormente utilizados se encuentran: la extracción en frío y la extracción en caliente que evita la pérdida de compuestos hidrolizables o termolábiles. Cabe recalcar que para el secado del mucílago se prefiere la liofilización ya que no trabaja con altas temperaturas manteniendo las propiedades fisicoquímicas y reológicas del material (S. Silva et al., 2019).

Los mucílagos se clasifican en mucílagos neutros como glucomananas, galactomananas, galactoglucomananas y mucílagos ácidos como plantas pertenecientes a las familias *Plantagináceas*, *Malváceas* y *Linaceae* (Serván Alcántara, 2018).

Los mucílagos se han utilizado dentro de la industria alimentaria como espesantes, potenciadores de textura, gelificantes, emulsionantes y además como recubrimientos comestibles (Olawuyi et al., 2021).

Caracterización de gomas y mucílagos

La composición química de las gomas depende de su método de obtención, planta de origen, especie, etc. Se encuentra constituida generalmente por 1,5% de ácido 4-O-metil-glucurónico, 17,5% de ácido glucurónico, 39% de galactosa, 28% de arabinosa y 14% de ramnosa (D. A. da Silva et al., 2020).

La composición química de los mucílagos depende de los mismos factores. Se encuentran constituidos por polisacáridos con una fracción neutra y otra ácida. La primera formada por una cadena principal de β – D – xilano y arabinoxilano, mientras que la segunda por una cadena principal de α – L – ramnopiranosil y residuos del ácido D – galactopiranosilurónico con cadenas de fucosa y galactosa (Castañeda-Cachay et al., 2019).

Las gomas y los mucílagos tienen ciertas similitudes; los dos son hidrocoloides vegetales y también son una mezcla de polímeros amorfos claros y polímeros de monosacáridos que se combinan con ácido urónico. Las gomas y los mucílagos contienen moléculas hidrofílicas que pueden combinarse con agua para formar soluciones con mayor viscosidad mediante la formación de puentes de hidrógeno entre las cadenas del polisacárido y el solvente. Estas cadenas están compuestas por moléculas que pueden ser lineales, ramificadas o ramificadas lineales. Dependiendo del grado de ramificación estas influyen sobre las propiedades físicas como la solubilidad en agua, viscosidad, gelificación, etc., (Amiri et al., 2021).

- **Acción estabilizante**

Los mucílagos son polisacáridos que luego de hidratarse forman un hidrogel, posee en su mayoría grupos funcionales hidrófilos que se encuentran unidos al esqueleto polimérico del polisacárido. Las redes que se forman son capaces de absorber una gran cantidad de agua gracias al hinchamiento y pueden utilizarse en procesos de emulsión y espumación.

Los polisacáridos que componen la red del mucílago de chía se encuentran en las tres capas exteriores de la cubierta de la semilla. Los polisacáridos exudan, absorben agua y se deshacen hasta su máxima extensión luego de la adición de agua (Brütsch et al., 2019). El mucílago de semilla de chía es comparado referente a su poder estabilizante con la goma guar y es cuatro veces mayor que la goma arábica (Feizi et al., 2021).

- **Mucílago de semilla de chía (MSC)**

El mucílago de la semilla de chía se lo define como un complejo polisacárido con alto peso molecular que es extraído de su semilla luego de entrar en contacto con agua, aumentando la viscosidad de la disolución (Rodríguez Vallejo, 2019). Este polisacárido es aniónico y

contiene D-xilosa, D-manosa, L-arabinosa, D-Residuos de glucosa, ácido galacturónico y ácido glucurónico (da Silveira Ramos et al., 2021).

Las investigaciones acerca de hidrocoloides naturales han aumentado en los últimos años por lo que han puesto al descubierto las propiedades del mucílago de chía. Se conoce que la capacidad de retención de agua y aceite que posee la semilla es mayor a la de los espesantes comerciales. El mucílago extraído de la chía es utilizado como estabilizador de espumas, emulsionante y aglutinante en la industria alimentaria como en yogures, salsas, pasteles, estabilizante de salsas, mayonesas y ciertos productos cárnicos (Dinçoğlu & Yeşildemir, 2019). Según Chiang et al (2021) el mucílago de semilla de chía puede mejorar las propiedades nutricionales y de textura de los productos alimenticios funcionando como sustitutos del huevo, emulsionantes, estabilizantes y sustitutos del gluten.

El mucílago de la semilla de chía se encuentra principalmente conformado por un 50-60% de fibra dietética y un 5% de fibra soluble, además de proteínas y ácidos grasos propios de la semilla (Matos & Wilkeidy, 2021).

Los beneficios destacables del mucílago de chía se deben a que contiene una gran cantidad de oligosacáridos que promueven una buena salud estomacal, además de otros componentes relevantes como antioxidantes, proteínas sin gluten que contienen todos los aminoácidos esenciales, fibras dietéticas y minerales (Munda et al., 2022).

- **Extracción de mucílago de chía**

El mucílago de semilla de chía se obtiene mediante un proceso de maceración, para ello se hidrata la semilla con agua a elevadas temperaturas y por un tiempo determinado para lograr el desprendimiento del mucílago. Posteriormente, se emplean diferentes métodos como la liofilización, el secado en estufa y la atomización para su obtención en polvo (A. Silva et al., 2022; Yedida et al., 2020).

- a. Método de liofilización

La liofilización es una técnica de deshidratación que consiste en la congelación de la muestra a una temperatura de -40°C hasta llegar a su estado sólido y mediante la aplicación de vacío se elimina el agua convirtiéndose en vapor a una temperatura de 20°C sin el paso por el estado líquido (sublimación). La ventaja del uso de este método es que la muestra permanece a temperaturas de congelación conservando los componentes termolábiles de la muestra (color, sabor y proteínas), además no existe crecimiento microbiano durante el proceso (Ellab

Validation Solutions, 2018). Esta técnica se aplica luego de separar el mucílago de su semilla para ser pulverizada mediante molienda.

b. Método de secado en estufa

El secado por estufa es considerado un método sencillo debido a que se basa en la evaporación del agua de la muestra mediante la elevación de temperatura de la estufa, el calor ingresa a la muestra desde su exterior y es considerado un método lento, los rangos de tiempo que se utilizan para el secado de la muestra según su composición varían entre 24 y 72 horas y el rango de temperatura del equipo oscila entre los 20°C y 300°C.

Entre las ventajas que posee este método se presenta su precisión, flexibilidad de muestras a colocar, menor probabilidad de descomposición de muestras por secado a bajas temperaturas, evaporación constante y recomendado para compuestos volátiles orgánicos (Artos García & Gutiérrez León, 2022).

c. Método por atomización

El secado por atomización es un método que pulveriza y deshidrata una solución o suspensión que pasa por una aguja mediante goteo. Dentro del equipo circula aire caliente que al impactar con las gotas de la suspensión se pulverizan de manera instantánea. Las temperaturas que se utilizan en el equipo varían entre 50°C a 200°C y el volumen de aire seco de 0,20 a 0,65m³/min.

Existen varias ventajas del uso de este método como la mayor homogeneidad de la producción, obtención del producto en polvo sin la necesidad de triturarlo posteriormente, así como, la generación de un producto al instante por el manejo de temperaturas elevadas (Llabrés, 2019).

1.4. Tomate de árbol

El tomate de árbol es un fruto endémico de los Andes, cultivado principalmente por antiguos pobladores del actual Perú y desplazado por otros alimentos después de la llegada de los españoles. Actualmente, el tomate de árbol es consumido en gran parte de la región andina y se ha dispersado a zonas lejanas como Nueva Zelanda y California (Buono et al., 2018).

- **Características y variedades**

La descripción taxonómica del tomate de árbol parte del Reino: Plantae, División: Angiospermae, Clase: Magnoliopsida, Orden: Solanales, Familia: Solanaceae, Género:

Solanum, Especie: Solanum Betaceum y Nombre común: Tomate de árbol (Buono et al., 2018).

La planta es arbustiva con tallos semileñosos de forma erecta y ramificada con hojas ovaladas de color verde y flores pequeñas. Su fruto es una baya de forma ovoide cuyo color depende del estado de madurez. Es una fruta ácida con una longitud de hasta 7 cm y un ancho de hasta 4 cm con un peso que varía entre 40 y 70 g. El fruto posee una gran cantidad de semillas cuyo número se encuentra alrededor de entre 300 y 500 (Buono et al., 2018).

Las variedades de tomate de árbol difieren en longitud, ancho, peso y color. Los más representativos son el Tomate de árbol Rojo Común, Amarillo redondo, Amarillo común, Rojo morado y el tomate de árbol sin semilla (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

El tomate de árbol tiene una variedad de nutrientes que incluyen fibras dietéticas, polifenoles, vitaminas A, B, C y E, carotenoides, potasio y hierro (Wang & Zhu, 2020). Referente a su composición química posee un alto contenido de humedad (89,21%), sólidos solubles (10,7%), azúcares totales (4,49%), ácido cítrico (1,91%), entre otros (Buono et al., 2018). Su valor nutricional se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Valor nutricional del tomate de árbol.

Nutrientes	Por cada 100 g
Calorías	41,000
Agua	87,500g
Proteínas	1,300 g
Grasa total	0,300 g
Hidratos de carbono	9,800 g
Fibra	1,700 g
Calcio	18,000 mg
Hierro	0,200 mg
Fósforo	28,000 mg
Magnesio	18,000 mg
VITAMINAS	
Vitamina A	76,670 mg
Vitamina C	2,300 mg

Nota. (Ministerio de salud del Perú, 2009)

● Producción regional y nacional

El tomate de árbol tiene una producción asociada a países ubicados en la región andina sudamericana, sin embargo, las principales naciones productoras y exportadoras de tomate de árbol son Colombia y Ecuador en donde se han observado incrementos en la cantidad

producida, así como los terrenos destinados a su cultivo de hasta un 70% en el periodo 2015-2017 (Moreno et al., 2020). En el Ecuador, la exportación de tomate de árbol en 2018 alcanzó la cantidad de 20 toneladas de tomate de árbol dirigida a países como España, Holanda, Bélgica, Francia, Emiratos Árabes Unidos, Italia, Suiza y Alemania, sumándose a esta lista Estados Unidos en el año 2019 con una cantidad exportada de 600 kg (AGROCALIDAD, 2019).

1.5. Néctar

- **Definición y componentes**

En la normativa NTE INEN 2337 (2008) se describe al néctar como “el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no”. Según Barrial et al (2021) el néctar se encuentra constituido por “jugo y/o pulpa de frutos finamente dividida y tamizada, adicionada con agua potable, azúcar, ácido orgánico, preservante químico y estabilizador si fuera necesario”.

- **Estabilidad del néctar**

La metodología empleada para el análisis de parámetros en néctares de fruta se encuentra proporcionada por organismos reguladores como la INEN en Ecuador e ISO a nivel internacional. Dichos organismos observan las características óptimas de cada ensayo a realizar sobre los néctares para que cualquier análisis arroje resultados fidedignos sin alteración. Estos análisis van asociados a los problemas que presentan los néctares de fruta, siendo de mayor relevancia aquellos que surjan en tiempos de almacenamiento. Los problemas principales que se han podido observar son variaciones en SST (sólidos solubles totales), en la cantidad de ácido ascórbico, en la acidez, en azúcares (°Brix), de pH, oscurecimiento y crecimiento microbiano. Todas estas variaciones se deben a factores externos como el medio de almacenamiento, temperaturas, humedad, etc., y a factores internos como reacciones producidas dentro del mismo néctar (Singh & Sharma, 2017). Otro problema relevante es la sedimentación de partículas del néctar o separación de fases, debido al asentamiento por diferencia de viscosidad que provoca a su vez variaciones en la turbidez del néctar, provocando una apariencia desagradable al consumidor (Barrial et al., 2021).

- **Aditivos permitidos**

Los problemas de sedimentación y mala apariencia en el néctar se han logrado superar mediante la adición de aditivos alimentarios, que cumplen la función tecnológica de disminuir o eliminar las variaciones previamente mencionadas. Según la norma CODEX STAN 192 (1995) en la sección 14.1.3.1 se encuentran los aditivos permitidos en la elaboración de néctares de fruta, los cuales son fosfatos, pectinas, sacarinas, sorbatos, sucralosa, sulfitos y tartratos. Además, se permite el uso de algunos coadyuvantes como antiespumantes, clarificantes, floculantes, preparados enzimáticos y gas de envasado (CODEX STAN 247, 2005). Para controlar la estabilidad del néctar se pueden emplear:

- **Pectinas**

Las pectinas son aditivos hidrocoloides extraídos de diferentes frutas, en su mayoría dulces o cítricas que poseen diversas clases funcionales dentro de la industria alimenticia como emulsionantes, agentes gelificantes, estabilizadores, espesantes y agentes de glaseado (CODEX STAN 192, 1995c).

- **Fosfatos**

Los fosfatos son sales de ácido fosfórico que se presentan en alimentos con alta proteína, utilizados como aditivos en la industria alimentaria debido a que actúan como reguladores de acidez, agentes endurecedores, antiaglutinantes, estabilizantes, espesantes, entre otros. Algunos de estos aditivos pueden ser el ácido fosfórico, ortofosfato monosódico, fosfato trisódico, fosfato tricálcico, entre otros (CODEX STAN 192, 1995c).

- **Tartratos**

Los tartratos son sales provenientes del ácido tartárico que cumplen funciones como reguladores de acidez, antioxidantes, secuestrantes, estabilizadores, sales emulsionantes, entre otras. Ejemplos de estos compuestos son: ácido tartárico, tartrato de sodio y tartrato de potasio y sodio (CODEX STAN 192, 1995c)

- **Carboximetilcelulosa (CMC)**

La carboximetilcelulosa es un compuesto orgánico derivado de la celulosa, se compone de grupos carboximetil enlazados a grupos hidroxilo. La CMC es soluble en agua fría, se presenta en forma de un polvo amarillento o blanquecino (Zschimmer y Schwarz, 2022).

La CMC posee diferentes clases funcionales como, emulsionante, agente endurecedor, agente gelificante, estabilizador, incrementador de volumen, humectantes, entre otros. Su uso

va dirigido a diferentes categorías alimenticias como lácteos, pastas y fideos, productos congelados a base de huevo, zumos y néctares, etc (CODEX STAN 192, 1995c).

Entre las ventajas que posee la carboximetilcelulosa se puede mencionar que, actúa como espesante y estabilizante de los ingredientes utilizados en la composición del néctar generando una apariencia nítida sin provocar turbidez, forma complejos solubles y estables que facilitan estabilización de proteínas y evita la formación de fases sin agregar calorías ni sabor al néctar final (Juárez, 2020).

Entre sus desventajas en los últimos meses este producto ha sido tema de evaluación debido a que el Comité del CODEX sobre aditivos alimentarios, ha propuesto solicitar información sobre el uso de este aditivo en zumos y néctares, caso contrario se suspenderá (Comisión del CODEX Alimentarius, 2023), además estudios han demostrado que la ingesta regular de CMC provocan alteración dentro de la microbiota intestinal generando enfermedades inflamatorias crónicas (Haridy, 2021).

- **Parámetros generales y físico químicos del néctar de fruta**

La normativa NTE INEN 2337: 2008 para requisitos de jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales establece una serie de parámetros que se deben seguir para cumplir con el control de calidad. Otros parámetros de interés fueron consultados de otras fuentes, todos estos requisitos se observan en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros generales y fisicoquímicos del néctar de fruta.

Parámetros	Valores mínimos	Valores máximos	Norma
% de jugo de fruta en el néctar	25%	---	NTE INEN 2337
pH	---	< 4,5	NTE INEN 2337
Sólidos solubles	12 °Brix	18 °Brix	NTP 203.110 2009
Acidez titulable (porcentaje)	0,4%	0,6%	NTP 203.110 2009 Varas, 2019
Vacío de cabeza	12 mm Hg	15 mm Hg	Boatella et al., 2004

Nota. Normativas y bibliografías utilizadas para control de parámetros generales y fisicoquímicos del néctar de fruta.

2. Capítulo: Metodología

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó fue cuantitativo y experimental, donde se planteó la siguiente hipótesis nula: “El emplear diferentes cantidades de estabilizante (MSC) y utilizar un método de extracción de mucílago adecuado, para ser añadido en el néctar en estudio, no afecta sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas”.

2.2. Lugar de ejecución

Los análisis realizados se llevaron a cabo en el laboratorio de conservas vegetales, dentro de las instalaciones del Laboratorio Tecnológico de la Universidad de Cuenca.

2.3. Materiales y métodos

- **Obtención de mucílago de chía**

Se adquirió semillas de chía, de una marca comercial proveniente de la ciudad de Quito. Se emplearon diferentes técnicas para la obtención del mucílago, en todas ellas se realizó un proceso de hidratación en una proporción 1:50 p/v (chía:agua) empleando agua destilada como solvente empleando un agitador magnético con calentamiento (Thermo Scientific SP8850107), a su vez se realizó filtrado al vacío mediante una bomba de vacío (Pilot 5000) con papel Whatman 40 como malla para separar el mucílago de la semilla de chía. Los parámetros de cada técnica se detallan en los siguientes párrafos.

a. Por liofilización

Las semillas se hidrataron a una temperatura de $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se realizó el filtrado al vacío y se obtuvo el mucílago líquido que se colocó en las bandejas del equipo liofilizador (Armfield FFT33-B) y se congelaron a -40°C por 24 horas, luego se programó al equipo para introducir aire caliente y elevar la temperatura hasta 20°C en condiciones de vacío durante otras 24 horas hasta que el producto se retiró, al finalizar la liofilización se observó el mucílago con características similares a una esponja, la cual se trituró con ayuda de un mortero y pilón hasta la obtención del polvo de mucílago de semilla de chía (Chambi & Puraca, 2017a).

b. Por secado en estufa

Se realizó la hidratación de las semillas y la mezcla se calentó y agitó por una hora a 40°C hasta visualizar la aparición del mucílago. Se filtró al vacío y se añadió 75 ml de etanol 96°GL para la precipitación del mucílago obtenido. La mezcla se colocó en un embudo de decantación y se observó una separación de fases, la parte precipitada se dispuso en una

bandeja de aluminio y se secó en una estufa a 60°C por 24 horas. Se obtuvo una película fina de mucílago, la cual se trituró con un mortero y pilón para obtener el polvo de mucílago de semilla de chía (Villa Uvidia et al., 2020).

c. Por secado mediante atomización

Se procedió con la hidratación y la solución se calentó y agitó a 95°C por 20 minutos y se dejó enfriar. Se filtró al vacío y se colocó en el equipo de secado por atomización (Armfield Lab plant SD basic FT30MKIII) a 60°C y un flujo de aire de 160°C a 200°C con velocidad de 5 a 15 rpm. En este procedimiento cabe resaltar que el producto obtenido ya se encontró en polvo (Villa-Uvidia et al., 2020).

Para obtener el rendimiento por cualquiera de las técnicas descritas anteriormente, se aplicó la Ecuación 1.

$$Rendimiento = \frac{\text{Peso del mucílago seco}}{\text{Peso del mucílago líquido}} \times 100 \quad (1)$$

- **Elaboración del néctar de tomate de árbol**

Se ha empleado el método utilizado por Rojas Benites et al (2017) (Anexo A).

1. Recepción de la materia prima: Se emplearon 15 kg de tomates de árbol (Solanum Betaceum) de la variedad rojo común, provenientes de la parroquia Bulán del cantón Paute, en la provincia del Azuay. Los tomates se almacenaron a temperatura ambiente (18°C) en un área con ventilación sin exposición a la luz, dentro de las instalaciones del Laboratorio Tecnológico de la Universidad de Cuenca hasta su empleo.
2. Calificación y selección: Un parámetro para su clasificación fue el calibre de la fruta, según la norma NTE INEN 1909 (2009) para un calibre mediano se consideró las variables como la longitud (6 cm a 7 cm), ancho (4,5 cm a 5,5 cm) y masa (60 g a 120 g), para ello se empleó un pie de rey marca STANLEY con precisión de 0,01 mm y una balanza analítica (Sartorius PMA Quality con una escala de pesaje de 1000 a 7500 g). Además, se calculó el índice de madurez (IM) de la fruta, según el valor referencial de la norma NTE INEN 1909: 2009 debe ser de 4,5.
3. Pesado: Se empleó una balanza granataria (Ohaus Heavy Duty Solution Balance con una escala de pesaje de 20 Kg).
4. Lavado y desinfectado: Se empleó un lavado manual para retirar los residuos terrosos y orgánicos. Luego se desinfectó la fruta en una solución de hipoclorito de sodio

(0,05%) por inmersión, durante 15 minutos. Finalmente se realizó un enjuague con agua potable.

5. Escaldado: Los tomates enteros se colocaron en una cesta de acero inoxidable para ser colocados en un escaldador, se empleó vapor de agua de grado alimentario a una temperatura de 92°C durante 5 minutos, con el objetivo de ablandar la fruta e inactivar enzimas. Luego se enfrió inmediatamente con agua fría (15°C).
6. Pulpeado y filtrado: Se utilizó un fluidificador industrial estándar de 6 aspas, que tiene incorporado un tamiz de malla 1,5, que permitió separar la pulpa de las semillas y la cáscara, para ello se colocaron los tomates enteros escaldados en la tolva del equipo. El volumen de pulpa obtenida fue de 12 litros.
7. Estandarizado: Se procedió a verificar las condiciones mencionadas en la NTE INEN 2337, según la Tabla 3, con ayuda de un refractómetro (marca American Optical de escala 0-30 °Bx) se determinó la concentración inicial de sólidos solubles; el valor final se fijó en 13 °Bx, para ello fue necesario ajustar la cantidad de azúcar según la Ecuación 2.

$$\text{Cantidad de azúcar (kg)} = \frac{\text{Cantidad de pulpa diluida (kg)} (\text{°Bx}_2 - \text{°Bx}_1)}{100 - \text{°Bx}_2} \quad (2)$$

Donde:

- **Bx₁** representa la cantidad inicial de sólidos en suspensión medidos o iniciales (en grados Brix).
- **Bx₂** representa la cantidad de sólidos en suspensión deseados o finales (en grados Brix).

En una marmita se colocó la pulpa con agua en relación 1:2 conjuntamente con los aditivos como ácido cítrico como regulador de acidez 1000 mg/kg (CODEX STAN 192, 1995) y el estabilizante que se empleó en diferentes lotes (carboximetilcelulosa al 0,1% y mucílago de semilla de chía liofilizada al 0,1%, 0,3% y 0,5%).

8. Homogeneización: Se removió toda la solución hasta diluir completamente los ingredientes añadidos previamente.
9. Tratamiento térmico: Se pasteurizó a 65°C durante 30 minutos con el fin de inactivar enzimas y destruir microorganismos, se controló la temperatura con un termómetro digital (TP-101 con escala -50°C-300°C). Se verificó que el pH sea inferior a 4,5 con ayuda de un potenciómetro (marca HANNA modelo Edge HI2020-02 con un intervalo

de -2,000 a 16,000 PH), una vez iniciada la pasteurización se añadió el ácido ascórbico como antioxidante, 400 mg/kg (CODEX STAN 192, 1995) y el conservante sorbato de potasio en una concentración máxima permitida de 1000 mg/kg (CODEX STAN 192, 1995).

10. Llenado en caliente: Se emplearon botellas de vidrio de 300 ml de capacidad, los mismos que fueron esterilizados en agua a 92°C durante 30 minutos. El llenado se realizó en caliente a una temperatura de 85°C y dejando un 10% del volumen del frasco para permitir el vacío de cabeza. A continuación, se colocaron las tapas superpuestas para ingresar al túnel de evacuado.
11. Generación de vacío: Se colocaron las muestras en la banda transportadora del túnel de vapor durante aproximadamente 5 minutos, luego se sellaron manualmente.
12. Enfriamiento: Inmediatamente después de ser envasadas, las botellas fueron llevadas a enfriamiento por corriente de agua fría (30°C), para lograr un choque térmico y evitar crecimiento microbiano.
13. Etiquetado: Se colocó una etiqueta que contenía la información relacionada al tipo de producto elaborado y concentración de estabilizante.
14. Almacenamiento: Se colocaron las botellas etiquetadas en un estante dentro de un ambiente fresco a temperatura ambiente (20°C) para el control de análisis.

2.4. Análisis fisicoquímicos en el néctar de tomate

- Determinación de sólidos solubles (°Brix): De acuerdo a la NTE INEN-ISO 2173 (2013), se empleó el método refractométrico, para lo cual se requirió de 2 a 3 gotas de la pulpa de fruta y se colocaron sobre el prisma fijo del refractómetro (marca American Optical de escala 0-30 °Bx), luego se ajustó el prisma movable. Finalmente se observó y se registró el valor. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.
- Determinación del pH: Según la NTE INEN-ISO 1842 (2013), se empleó el método potenciométrico. El pH se determinó introduciendo el electrodo del potenciómetro (marca HANNA modelo Edge HI2020-02 con un intervalo de -2,000 a 16,000 PH) en el vaso de precipitación con la muestra, con la precaución que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.

- Determinación de la acidez titulable: Según la NTE INEN ISO-750 (2013), se realizó la determinación por el método potenciométrico. Se añadió de 10 a 50 ml de solución 0,1N de NaOH hasta alcanzar un pH de 8,1 mediante interpolación. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.

Luego se obtienen los gramos de ácido/100 ml de la solución mediante la Ecuación 3.

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2} \quad (3)$$

Donde:

A = g de ácido en 100 ml de producto

V_1 = ml de NaOH usados para la titulación de la alícuota

N_1 = normalidad de la solución de NaOH

M = peso molecular del ácido considerado como referencia

V_2 = ml de la alícuota tomada

- Determinación de los sólidos en suspensión: De acuerdo a la NTE INEN 388 (1978), el ensayo se realizó por centrifugación a una velocidad de 1500 rpm por un tiempo de 25 minutos, se retiró de la centrífuga (K. Schneider & CO. AG, J.E Gerber & CO Zurich (Suisse), 1500rpm) y por la escala volumétrica se determinó el valor correspondiente de la capa sedimentada. Los cálculos se realizaron según la Ecuación 4. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.

$$S = 2 \times V \quad (4)$$

Donde:

S = Sólidos en suspensión, en porcentaje de volumen.

V = Volumen de la capa sedimentada, en cm^3 .

- Determinación de la turbidez: Se utilizó el método propuesto por Porcar Muñoz (2014), para ello se midieron 10 ml del néctar de fruta y se colocaron en una centrífuga a 1500 rpm durante 25 minutos para obtener un sobrenadante, el cual se midió su absorbancia a una longitud de onda de 625 nm en un espectrofotómetro (CIBA-CORNING, 2800 Spectrascan). Se utilizó el valor de absorbancia como una referencia para evaluar la turbidez de la muestra, debido a que se establece una relación directa entre la absorbancia y la turbidez. Los valores inferiores de absorbancia a 0,5 no son aceptados por considerarse de pobre o baja turbidez. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.

- Determinación de la viscosidad: Según el método propuesto por Panchi Guanoluiza (2013), se colocó en el viscosímetro (Baoshishan P241793 con un rango de 20 a 80 CTS) 50 ml del néctar, el fluido se desplazó por gravedad y fue necesario registrar el tiempo invertido con un cronómetro, hasta la marca de la probeta. Luego con la Ecuación 5, se obtuvo la viscosidad. Se realizó cada 5 días durante 60 días, los resultados se muestran en la sección 3.3.

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad (5)$$

μ_1 = Viscosidad del líquido de referencia (polietilenglicol) (mPa.s.)

μ_2 = Viscosidad del néctar de tomate (mPa.s).

ρ_1 = Densidad del líquido de referencia (g/ml).

ρ_2 = Densidad del líquido del néctar de tomate (g/ml).

t_1 = Tiempo de caída de volumen determinado del líquido de referencia (s).

t_2 = Tiempo de caída de volumen determinado del néctar de tomate (s).

Con los datos obtenidos, se calculó μ_2 para ello se consideraron las especificaciones en la etiqueta del líquido de referencia (polietilenglicol) así también, el tiempo de caída cronometrado para un volumen de 40 ml; para el caso de los parámetros del néctar de tomate se realizó la medición de la densidad mediante un densímetro de escala 1,060 g/ml a 1,120 g/ml y el tiempo cronometrado de la caída de 40 ml del néctar.

2.5. Análisis microbiológico

- **Recuento de mohos y levaduras**

Según la norma NTE INEN 1529-10 (2013) se realizó una dilución de 10 cm³ de néctar previamente agitado y homogenizado con 90 cm³ de agua destilada para cada una de las muestras (Blanco, CMC 0,1%, MSC 0,1%, MSC 0,3%, MSC 0,5%) según la NTE INEN 1529-2 (1999). Luego se extrae una alícuota 0.1 cm³ de las soluciones Blanco (10⁻¹), CMC 0,1% (10⁻¹), MSC 0,1% (10⁻¹), MSC 0,3% (10⁻¹) y MSC 0,5% (10⁻¹), y se colocan en una placa Petri, que tiene un cultivo preparado de agar (Plate Count Agar LAB149 de Neogen Company) con el uso de la técnica de siembra por vertido. Se homogeneizó y selló cada muestra en su respectiva placa para incubarlas durante 5 días a 25°C. Finalmente se llevó a cabo el respectivo conteo de colonias para cada muestra a los 5 días de cultivo mediante la técnica de recuento en placa. El proceso se realizó por duplicado en los días 1, 30 y 60 desde la producción cuyos resultados se muestran en la sección 3.4 Tabla 15.

- **Recuento de coliformes:**

Según las normas NTE INEN 1529-8 (2016) se realizó una dilución de 10 cm³ de néctar previamente agitado y homogenizado con 90 cm³ de agua destilada para cada una de las muestras (Blanco, CMC 0,1, MSC 0,1, MSC 0,3, MSC 0,5) según la NTE INEN 1529-2 (1999). Luego se colocó 1 cm³ de las soluciones Blanco 10⁻¹, CMC 0,1 10⁻¹, MSC 0,1 10⁻¹, MSC 0,3 10⁻¹ y MSC 0,5 10⁻¹ previamente realizadas en un tubo de ensayo con 9 cm³ de caldo lauril sulfato. Se homogeneizó la solución 10⁻¹ y a partir de ella se extrajo una alícuota de 1 cm³ de medio con muestra para preparar diluciones 10⁻² y repetir el proceso para preparar diluciones 10⁻³ para cada una de las muestras. Finalmente se incubó durante 24 horas a 37°C para observar si existió formación de opacidad y de ser el caso, incubar durante 48 horas más en igualdad de condiciones para observar formación de opacidad o formación de gas, caso contrario se estima que no existen coliformes. El proceso se realizó por duplicado en los días 1, 30 y 60 desde la producción cuyos resultados se muestran en la sección 3.4.

Tabla 4

Parámetros requeridos para el néctar de frutas pasteurizado según NTE INEN 2337-2008.

	n ^c	m ^d	M ^e	c ^f
Recuento de mohos y levaduras UP^b/cm³	3	<10	10	1
Coliformes NMP^a/cm³	3	< 3	--	0

Nota. a. NMP: número más probable. b. UP: unidades propagadoras. c. n: número de unidades. d. m: nivel de aceptación. e. M: nivel de rechazo. f. c: número de unidades permitidas entre m y M. (NTE INEN 2337, 2008).

2.6. Diseño experimental y estadístico

Se empleó un diseño experimental con seis variables diferentes de respuesta para la aplicación del mucílago de chíca como estabilizante de un néctar de tomate de árbol. Se aplicaron cinco tratamientos (**T1**: Blanco, **T2**: CMC 0,1%, **T3**: MSC 0,1%, **T4**: MSC 0,3% y **T5**: MSC 0,5%) y 3 repeticiones para cada uno. La inclusión del tratamiento T1: Blanco y T2: CMC 0,1% se utilizaron como factores de comparación al tratarse de una muestra sin estabilizante y una muestra con estabilizante comercial respectivamente.

Las concentraciones empleadas se basan en porcentajes utilizados en investigaciones previas como la de Chambi y Puraca (2017) y Benites Vivanco (2019). Las variables de respuesta a elegir para el análisis de datos fueron los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas (pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Bx), sólidos en suspensión, turbidez y viscosidad) realizadas cada cinco días en un periodo de dos meses. Se comprobó la

normalidad de los datos y se procedió con el análisis de ANOVA y prueba de Tukey utilizando la herramienta Microsoft Excel 2013 para identificar la existencia de diferencias significativas. Se utilizó un $\alpha=0,05$ como nivel significativo que representó la probabilidad de confianza basado en las diferencias significativas siempre y cuando el *pvalue* sea menor a α . La prueba de Tukey organizó los tratamientos de forma descendente a partir de las medias para dividirlos en subconjuntos por las diferencias significativas calculadas mediante la herramienta Real Statistics, donde si no existe diferencia significativa se les otorgó una letra (A), caso contrario se les designó otra diferente (B) para distinguirlos.

Tabla 5

Descripción de los tratamientos en el diseño experimental.

Estabilizante	Tratamiento
Blanco	T1
CMC 0,1%	T2
MSC 0,1%	T3
MSC 0,3%	T4
MSC 0,5%	T5

Nota. CMC: Carboximetilcelulosa. MSC: Mucilago de semilla de chía.

2.7. Análisis sensorial del mejor experimento

Se realizó una cata con tendencia a pruebas de aceptabilidad a un grupo no entrenado de 50 personas como indica el método mencionado por Cárdenas-Mazón (2018), donde se aplicó una encuesta con una escala hedónica verbal de siete puntos (Olmos López, 2014). Se evaluaron los parámetros de olor, sabor, turbidez, apariencia, acidez y aceptabilidad general donde el catador respondió a su nivel de agrado con el uso de las siguientes categorías “Me gusta mucho (7)”, “Me gusta moderadamente (6)”, “Me gusta levemente (5)”, “No me gusta ni me disgusta (4)”, “Me disgusta levemente (3)”, “Me disgusta moderadamente (2)” y “Me disgusta mucho (1)” marcando con una X en su respectiva casilla. Las muestras que se presentaron aleatoriamente a cada panelista fueron: Blanco, CMC 0,1% y el mejor experimento que resulte de MSC, donde cada muestra fue codificada como “M1”, “M2” y “M3” respectivamente, las cuales se prepararon con la misma técnica antes descrita. Con los resultados obtenidos se realizó una recopilación de datos y se aplicó el test de Tukey para aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticamente significativas. La encuesta aplicada se encuentra dentro del Anexo E.

3. Capítulo: Análisis de resultados

En esta sección se describen los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas realizadas a los néctares con los cinco tratamientos descritos previamente durante un periodo de 60 días. También se exponen los resultados del análisis sensorial.

3.1. Rendimientos de los diferentes métodos de obtención del mucílago de semilla de chía (MSC)

Los rendimientos calculados se basan en el peso obtenido del mucílago de chía líquido luego de su separación mediante filtración al vacío. Los valores pueden variar puesto que la cantidad de mucílago exudado de las semillas es diferente dependiendo de las condiciones en las que se encuentran sometidos como la temperatura, velocidad de agitación y tiempo de exposición.

- Obtención mediante liofilización

En esta técnica, se obtuvo el mucílago en forma de polvo, para calcular su rendimiento según la Ecuación 1, se requirió de algunas variables descritas en la Tabla 6.

Tabla 6

Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante liofilización.

Variable	Valor
Peso del mucílago líquido (g)	412,010
Peso del mucílago polvo (g)	0,510
Rendimiento (%)	0,120

- Obtención mediante secado por estufa

En esta técnica, se obtuvo el mucílago en forma de polvo, para calcular su rendimiento según la Ecuación 6, se requirió de algunas variables descritas en la Tabla 7.

Tabla 7

Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante secado en estufa.

Variable	Valor
Peso del mucílago líquido (g)	381,540
Peso del mucílago polvo (g)	0,580
Rendimiento (%)	0,150

- Obtención mediante secado por atomización

En esta técnica, se obtuvo el mucílago en forma de polvo, para calcular su rendimiento según la Ecuación 6, se requirió de algunas variables descritas en la Tabla 8.

Tabla 8

Variables para el cálculo del rendimiento de la obtención de mucílago de semilla de chía mediante atomización.

Variable	Valor
Peso del mucílago líquido (g)	440,920
Peso del mucílago polvo (g)	0,014
Rendimiento (%)	0,003

Los rendimientos de los procedimientos que se realizaron para obtener el mucílago en polvo fueron de 0,003% para la atomización, 0,120% para la liofilización y 0,150% para el método de secado por estufa; sin embargo, tras realizar la experimentación se escogió como mejor opción la liofilización, debido a que se puede colocar mayor cantidad de muestra en los diferentes platos que el equipo posee, mientras que en el secado por estufa no se pueden colocar mayores cantidades de muestra líquida y al hacerlo se oscurece, además, el secado no es completo y a pesar que con el método de atomización se obtiene el producto en polvo, el rendimiento es demasiado bajo.

3.2. Dosificación de ingredientes en la elaboración del néctar

Es importante indicar que el índice de madurez obtenido de la pulpa del tomate de árbol resultó en 6,42, un factor destacado para conocer las características de la materia prima empleada.

Por otro lado, se preparó el néctar de tomate de árbol y se obtuvieron 36 litros para la realización de análisis físico-químicos, microbiológicos y análisis sensorial, por lo que las

cantidades de aditivos e ingredientes se calcularon para la cantidad mencionada de néctar, según se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Cantidad de aditivos utilizados en la elaboración del néctar de tomate de árbol.

Aditivos	Concentración empleada (mg/kg de néctar)	Valor empleado (mg)
Ácido ascórbico	300	10800
Sorbato de potasio	500	18000
Ácido cítrico	1000	36000
Carboximetilcelulosa 0,1%	1000	7200
Mucílago de semilla de chía 0,1%	1000	7200
Mucílago de semilla de chía 0,3%	3000	21600
Mucílago de semilla de chía 0,5%	5000	36000

3.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos

Los controles realizados para analizar las propiedades fisicoquímicas se realizaron de forma periódica en muestras de los cinco tratamientos (Anexo B), las evaluaciones de estos parámetros se llevaron a cabo durante 60 días, en intervalos de cinco días. Se comprobó la normalidad de los datos antes de proceder con el análisis ANOVA y la aplicación del Test de Tukey, a las agrupaciones de los datos de las variables de respuesta, en caso de existir diferencias estadísticamente significativas de los resultados.

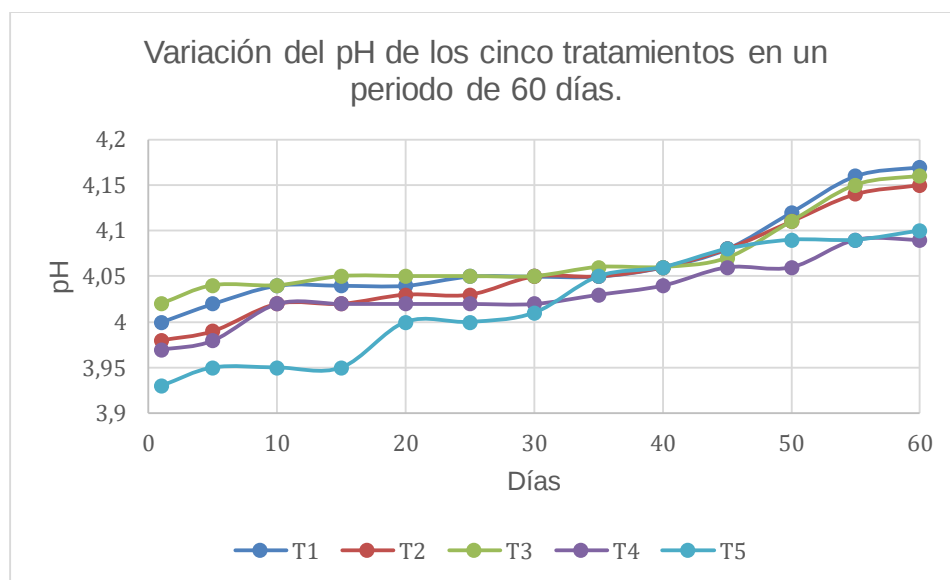
- **Control de pH**

Los resultados obtenidos para el control de pH se aprecian en la Imagen 1 donde se puede observar una gráfica de dispersión con tendencias ascendentes progresivas de los valores a lo largo del tiempo. Lo que indica una reducción de la acidez en los tratamientos sin dejar de cumplir la normativa NTE INEN 2337 la cual menciona que los valores aceptados para el pH deben ser inferiores a 4,5.

Se destaca que los tratamientos **T4** y **T5** presentaron un menor cambio en la variación del pH a comparación de los demás tratamientos, lo que puede sugerir que conservan mejor su acidez en el tiempo de ensayo. Esta acción puede deberse a la actividad del MSC en concentraciones 0,3% y 0,5% en las muestras analizadas.

Figura 1

Variación del pH de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%.

Los tratamientos presentan una misma tendencia, sin embargo el T5 presenta una pequeña variación inicial al mantener valores alejados a los demás tratamientos durante los primeros 20 días. Se realizó el análisis ANOVA de los resultados obtenidos que se encuentran detallados en el Anexo C, el cual arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas al ser el $pvalue=0.049$ inferior a $alpha=0,05$ detallado en el Anexo D, sin embargo mediante la aplicación del Test de Tukey se comprueba que no existe diferencia significativa en la Tabla 10. Esta discrepancia se debe principalmente al tamaño de la muestra (12 datos). La ausencia en la variación se generó por la cercanía entre los diferentes valores de cada uno de los tratamientos, por lo que la adición de estabilizantes no afecta este parámetro significativamente.

Tabla 10
Prueba de Tukey para control de pH.

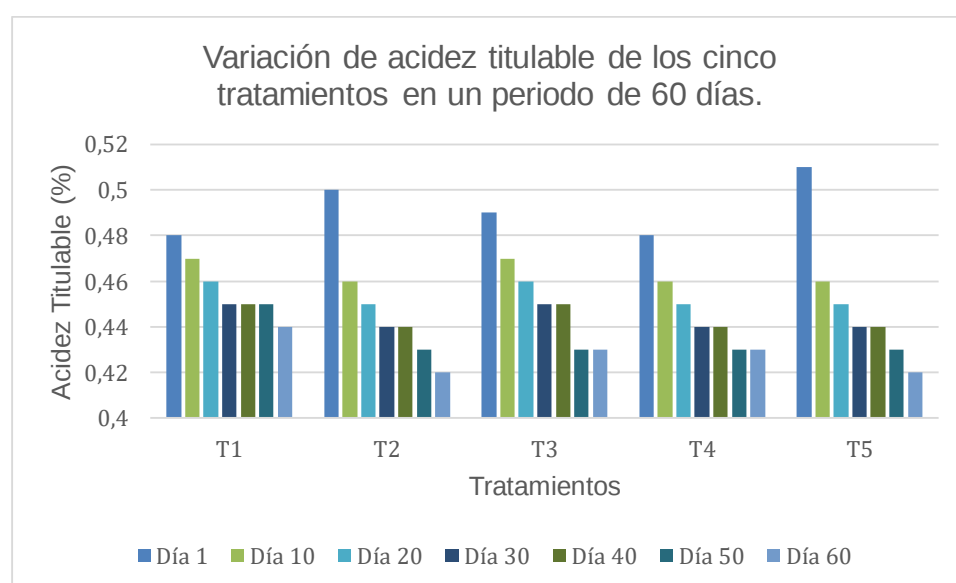
Tukey HSD pH		
Tratamiento	Media	Agrupación
		1
Blanco	4,067	A
CMC 0,1%	4,054	A
MSC 0,1%	4,070	A
MSC 0,3%	4,032	A
MSC 0,5%	4,020	A

Nota. Blanco: T1. CMC 0,1%: T2. MSC 0,1%: T3. MSC 0,3%: T4. MSC 0,5%: T5.

- **Control de acidez titulable**

En la Imagen 2 se encuentra un gráfico de columnas con las tendencias de los porcentajes para el control de acidez titulable en un periodo de 60 días. Los tratamientos presentan una tendencia descendente progresiva a lo largo del tiempo, lo que infiere en una disminución del porcentaje de acidez sin dejar de cumplir la normativa NTP 203.110 2009 que estipula un valor mínimo de 0,4% para la acidez titulable y sin exceder el valor máximo recomendado de 0,6%. Los valores para cada tratamiento presentan variaciones similares, sin embargo, la muestra **T1** ha presentado una menor disminución del porcentaje de acidez respecto a los demás tratamientos.

Figura 2
Variación de la acidez titulable de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%.

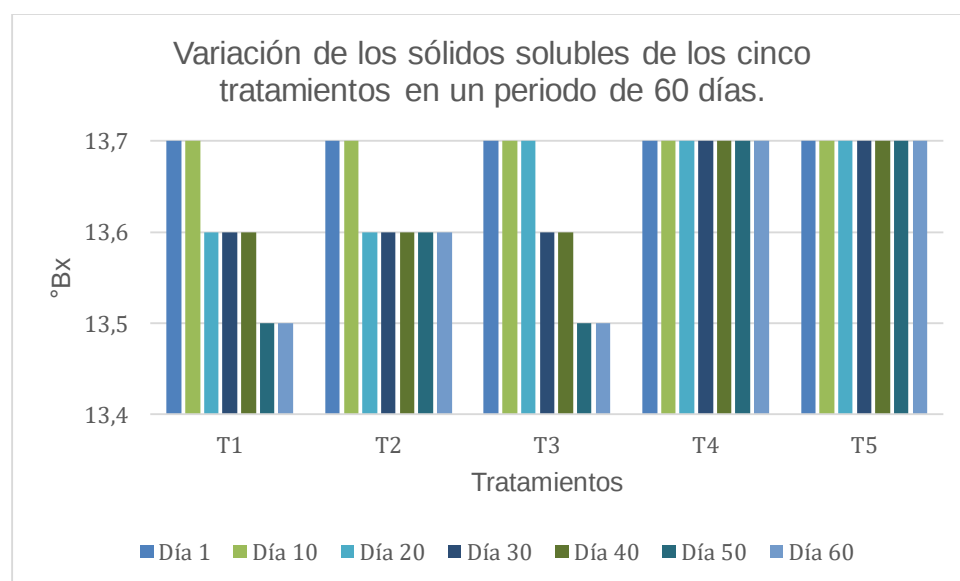
La Imagen 2 demuestra una clara tendencia descendente general, de las cuales destaca el T1 al ser el que mejor ha mantenido dicho porcentaje a lo largo del tiempo. Al realizar el análisis ANOVA con los valores del porcentaje de acidez detallados en el Anexo C, se observó que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos analizados al ser el valor del $pvalue=0,79$ superior a $alpha=0,05$ detallado en el Anexo D. Esto debido a que existe una mínima variación entre los datos de cada tratamiento. Al indicar ausencia de diferencia estadísticamente significativa se entiende que los tratamientos de la muestra tienden a la disminución del porcentaje de la acidez titulable, por lo que una menor variación entre los datos para cada tratamiento no sería destacable.

- **Control de sólidos solubles (°Bx)**

En la Imagen 3 se presentan una gráfica de columnas con las tendencias de los datos para el control de sólidos solubles a lo largo de 60 días. Se observa una tendencia general descendente progresiva para los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** que indica la disminución en la concentración de sólidos solubles, mientras que los tratamientos **T4** y **T5** siguen una tendencia constante, manteniéndose en los valores de 12 a 18 °Bx estipulados en la normativa NTP 203.110 2009. La tendencia de los tratamientos **T4** y **T5** se debe a una mejor actividad estabilizante de MSC 0,3% y MSC 0,5% en las muestras analizadas.

Figura 3

Variación de los sólidos solubles (°Bx) de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%.

Al observar estas tendencias, se procedió a la aplicación del análisis ANOVA a los valores de la gráfica detallados en el Anexo C. Se obtuvo resultados que indican diferencias

estadísticamente significativas al tener un valor de $pvalue=1,65E^{-05}$ menor a $\alpha=0,05$ de los datos detallados en el Anexo D. Se aplicó el test de Tukey con los datos obtenidos en el control de sólidos solubles presente en la Tabla 11, se observa la existencia de dos agrupaciones con diferencias significativas entre los tratamientos **T1** (A), **T2** (A) y **T3** (A) con los tratamientos **T4** (B) y **T5** (B). Esta diferencia significativa es referente a que los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** presentan una tendencia descendente progresiva lo que genera variación entre sus datos, a comparación de los tratamientos **T4** y **T5** que se mantienen constantes a lo largo del tiempo, esto evidencia la actividad estabilizante del MSC en concentraciones 0,3% y 0,5% para estos últimos tratamientos.

Tabla 11

Prueba de Tukey para control de los sólidos solubles (°Bx).

Tukey HSD Sólidos Solubles			
Tratamiento	Media	Agrupación	
		1	2
Blanco	13,607	A	
CMC 0,1%	13,630		
MSC 0,1%	13,623		
MSC 0,3%	13,700		B
MSC 0,5%	13,700		B

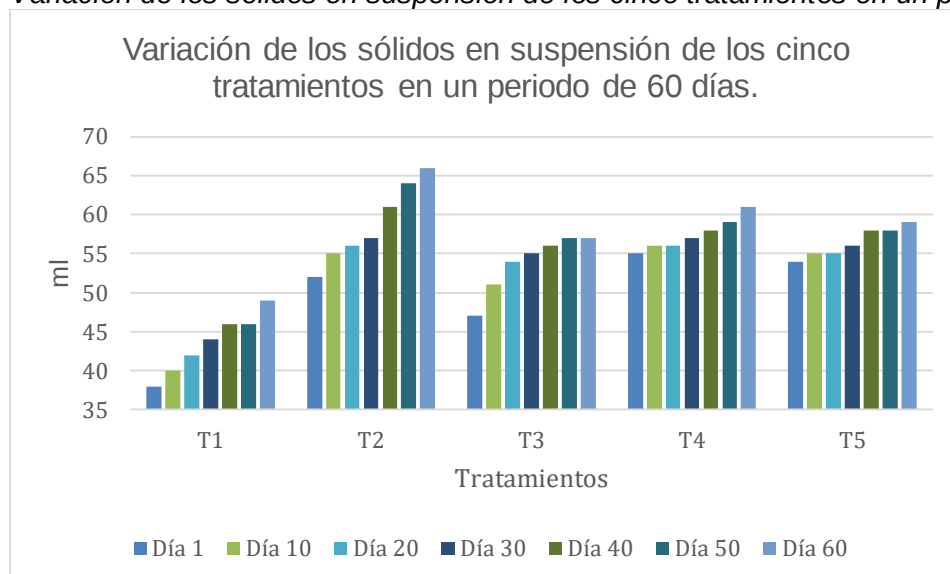
Nota. Blanco: T1. CMC 0,1%: T2. MSC 0,1%: T3. MSC 0,3%: T4. MSC 0,5%: T5.

● Control de sólidos en suspensión

En la Imagen 4 se presentan una gráfica de columnas con tendencias para el control de sólidos en suspensión a lo largo de 60 días. Se aprecia una tendencia ascendente progresiva en cada uno de los tratamientos analizados evidenciando la acumulación de sólidos suspendidos. Los tratamientos **T4** y **T5** presentan una variación menor respecto a los demás tratamientos, debido a una mejor actividad del estabilizante de MSC 0,3% y MSC 0,5% en las muestras analizadas.

Figura 4

Variación de los sólidos en suspensión de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%.

Se realizó un análisis ANOVA con los valores de los tratamientos para este parámetro detallados en el Anexo C, donde se observó que el $pvalue=6,68E^{-18}$ fue inferior a $alpha=0,05$, indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los datos, siendo necesaria la aplicación del test de Tukey, el cual se presenta en la Tabla 12, que refleja la existencia de dos diferencias significativas. Estas diferencias se encuentran distribuidas entre los tratamientos **T1 (A)**, **T2 (B)**, **T4 (B)**, **T5 (B)** y **T3 (C)** formando tres agrupaciones. Estas diferencias se atribuyen a una variación notoria entre los datos analizados, pues el tratamiento **T1 (A)** presenta una mayor variación entre sus datos, mientras que los tratamientos **T2 (B)**, **T4 (B)**, **T5 (B)** presentan una variación cercana entre ellos. Finalmente, el tratamiento **T3 (C)** difiere de la agrupación (B) debido a que en promedio posee un menor volumen de sólidos en suspensión, sin embargo, este mismo tratamiento es superior al volumen de sólidos en suspensión observado en el tratamiento **T1 (A)**.

Tabla 12

Prueba de Tukey para control de los sólidos en suspensión.

Tukey HSD Sólidos en Suspensión				
Tratamiento	Media	Agrupación		
		1	2	3
Blanco	43,692	A		
CMC 0,1%	58,538		B	
MSC 0,1%	53,923			C
MSC 0,3%	57,384		B	
MSC 0,5%	56,461		B	

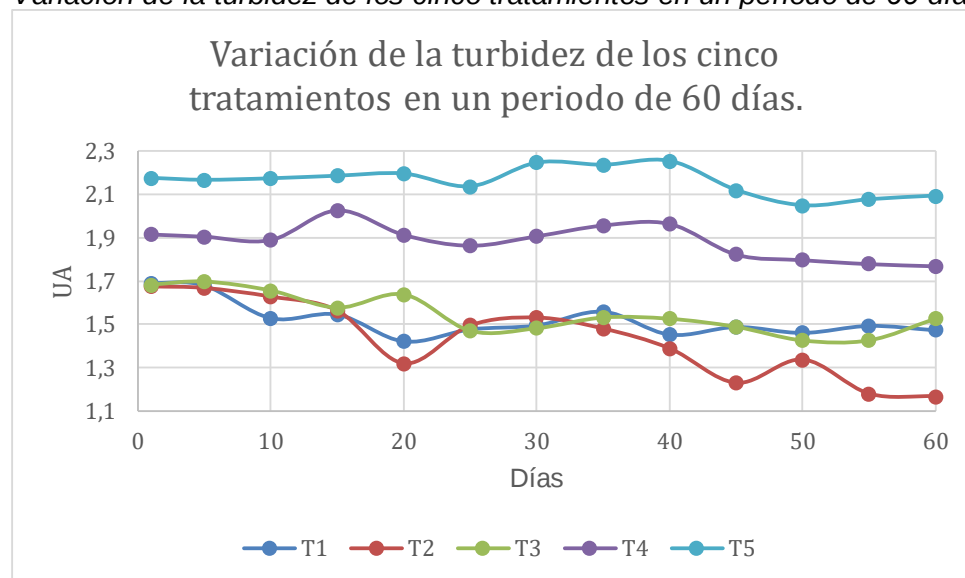
Nota. Blanco: T1. CMC 0,1%: T2. MSC 0,1%: T3. MSC 0,3%: T4. MSC 0,5%: T5.

- Control de turbidez

La Imagen 5 evidencia los resultados obtenidos a lo largo de 60 días para el control de turbidez. En los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** se aprecia una tendencia descendente progresiva a lo largo del tiempo, mientras que en el tratamiento **T4** tiende a mantenerse estable hasta el día 40 donde se observa una tendencia descendente. El tratamiento **T5** mantiene un comportamiento similar al tratamiento **T4**, sin embargo, presenta mayor estabilidad que dicho tratamiento.

Figura 5

Variación de la turbidez de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%. UA: Unidades de absorbancia.

Luego de observar la Imagen 5 se realizó un ANOVA que evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas al obtener un valor de $\alpha=0,05$ mayor al $pvalue=2,08E^{-26}$ de los datos detallados en el Anexo D, por esta razón se aplicó el test de Tukey presentado en la Tabla 13, donde se aprecia que existen tres agrupaciones con diferencias significativas entre los datos descritos en el Anexo C. Las diferencias significativas se encuentran entre los tratamientos **T1** (A), **T2** (A), **T3** (A) con el tratamiento **T4** (B) que a su vez presenta diferencia con el tratamiento **T5** (C). Estas diferencias se originan por las variaciones existentes entre los resultados de los tratamientos. La agrupación (A) es aquella que presenta una mayor variación de la turbidez respecto al tiempo, lo que indica que la actividad del estabilizante en sus respectivas concentraciones perdió eficacia en dicho periodo. El tratamiento **T4** (B) presenta una mayor estabilidad respecto a la agrupación (A), sin embargo, la actividad estabilizante disminuyó en los últimos tres días de ensayo.

Finalmente, el tratamiento **T5 (C)** es aquel que presenta una mejor actividad estabilizante a lo largo del tiempo, siendo más eficaz que los demás tratamientos.

Tabla 13

Prueba de Tukey para el control de la turbidez.

Tukey HSD Turbidez				
Tratamiento	Media	Agrupación		
		1	2	3
Blanco	1,521	A		
CMC 0,1%	1,435	A		
MSC 0,1%	1,548	A		
MSC 0,3%	1,885		B	
MSC 0,5%	2,161			C

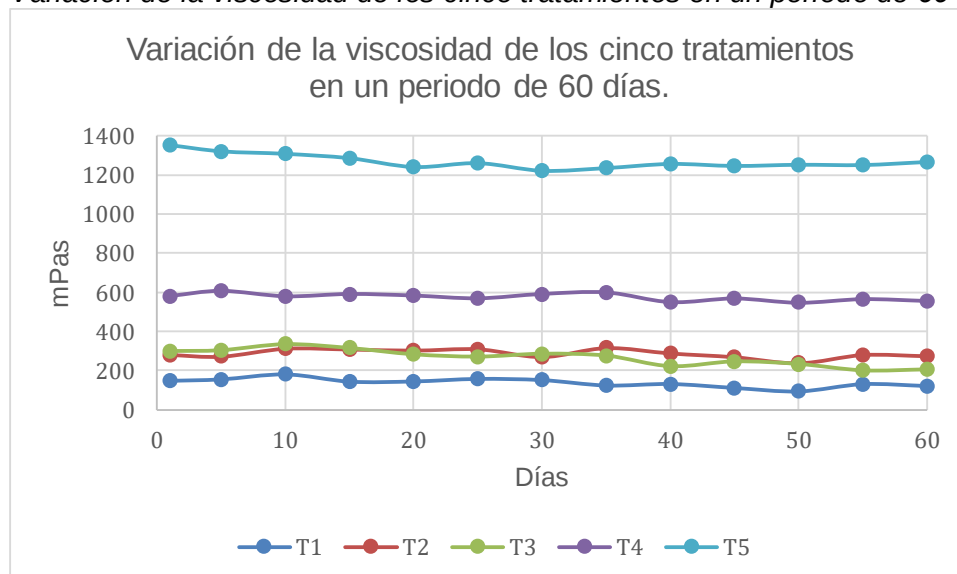
Nota. Blanco: T1. CMC 0,1%: T2. MSC 0,1%: T3. MSC 0,3%: T4. MSC 0,5%: T5.

- **Control de la viscosidad**

La Imagen 6 presenta los resultados del control de la viscosidad en un periodo de 60 días. Se observa que no existe tendencia de los datos para cada tratamiento, puesto que se mantienen en un rango cercano a lo largo del tiempo, sin embargo, al comparar cada uno de ellos se observa una diferencia en cuanto al valor promedio obtenido para cada tratamiento. Esta diferencia puede deberse a la concentración y naturaleza del estabilizante añadido a cada muestra.

Figura 6

Variación de la viscosidad de los cinco tratamientos en un periodo de 60 días.



Nota. T1: Blanco. T2: CMC 0,1%. T3: MSC 0,1%. T4: MSC 0,3%. T5: MSC 0,5%.

Luego de observar la tendencia de la Imagen 6 se aplicó un análisis ANOVA que presentó la existencia de diferencias estadísticamente significativas debido a que el valor de

$pvalue=5,76E^{-78}$ es menor a $\alpha=0,05$ detallado en el Anexo D. Se realizó el test de Tukey presentado en la Tabla 14 donde se aprecia la existencia de cuatro agrupaciones con diferencias significativas entre los datos detallados en el Anexo C. Las diferencias significativas se evidencian entre los tratamientos **T1** (A) con los tratamientos **T2** (B), **T3** (B) que a su vez presenta diferencia con el tratamiento **T4** (C), situación similar con el tratamiento **T5** (D). Las diferencias significativas se presentan por la gran variación en los resultados obtenidos entre cada uno de los tratamientos, debido a que se manejan rangos diferentes de datos, los cuales se generaron por la acción del respectivo estabilizante empleado en las muestras. Estas diferencias significativas nos indican que la viscosidad aumenta proporcionalmente con la concentración del estabilizante empleado, siendo los tratamientos **T4** (C) y **T5** (D) aquellos que resaltaron sobre las demás muestras por obtener mejores resultados.

Tabla 14

Prueba de Tukey para control de la viscosidad.

Tukey HSD Viscosidad					
Tratamiento	Media	Agrupación			
		1	2	3	4
Blanco	137,589	A			
CMC 0,1%	286,528		B		
MSC 0,1%	267,081		B		
MSC 0,3%	575,521			C	
MSC 0,5%	1268,706				D

Nota. Blanco: T1. CMC 0,1%: T2. MSC 0,1%: T3. MSC 0,3%: T4. MSC 0,5%: T5.

3.4. Resultados de análisis microbiológicos

Dentro de este apartado se realizaron tres análisis microbiológicos (Día 1, Día 30 y Día 60) dentro del periodo de 60 días requeridos para la realización de controles de calidad del producto elaborado. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Resultados microbiológicos para mohos, levaduras y coliformes totales en diferentes días de control (Día 1, Día 30 y Día 60).

Ensayo	n	m	M	c	Tratamiento	Resultado (Día 1)	Resultado (Día 30)	Resultado (Día 60)
Mohos y levaduras Recuento en placa (UPC/cm³)	3	<10	10	1	Blanco	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$
					CMC 0,1%	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$
					MSC 0,1%	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$
					MSC 0,3%	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$
					MSC 0,5%	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$	$N_E \leq 1,0 * 10^0$
Coliformes totales Número más probable (NMP/cm³)	3	<10	10	1	Blanco	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					CMC 0,1%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,1%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,3%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,5%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes totales Recuento en placa (UFC/cm³)	3	<10	10	1	Blanco	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					CMC 0,1%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,1%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,3%	Ausencia	Ausencia	Ausencia
					MSC 0,5%	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota. N_E es el número estimado de colonias. UPC: Unidades Propagadoras de Colonia. NMP: Número más probable. UFC: Unidades Formadoras de Colonia. n: número de unidades. m: nivel de aceptación. M: nivel de rechazo. c: número de unidades permitidas entre m y M. Resultados expresados según las normas NTE INEN 1529-7:2013, NTE INEN 1529-8: 2016 y NTE INEN 1529-10: 2013.

Según la Tabla 15 los resultados de los análisis microbiológicos de cada uno de los tratamientos en sus respectivas etapas de análisis demostraron que la cantidad de colonias formadas no superan los UPC/cm³. Esto se debe a los procesos adecuados de escaldado, pasteurización, esterilización de los envases, generación de vacío y desde luego el empleo de un conservante en la producción. De igual manera se aprecia en la Tabla 15 la ausencia de coliformes totales en los resultados de los análisis por el método de recuento en placa, así como por el método de número más probable, cumpliendo de esta manera la normativa NTE INEN 2337: 2008, asegurando la inocuidad alimentaria.

3.5. Selección del mejor tratamiento para el néctar con estabilizante de mucílago de semilla de chía

Después de realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se pudieron obtener los resultados descritos en la Tabla 16.

Tabla 16

Resultados obtenidos para cada uno de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados para los tratamientos con diferente concentración de mucílago de semilla de chía.

Parámetros analizados	Mejor tratamiento	Observaciones
pH (PCC)	MSC 0,3%	Valor más estable a lo largo del estudio.
Acidez titulable (PCC)	Blanco	Valor más estable a lo largo del estudio.
Sólidos solubles (°Bx) (PCC)	MSC 0,3%	Mayor valor obtenido con menor cantidad de recursos.
Sólidos en suspensión (PPE)	MSC 0,3%	Menor variación obtenida con menor cantidad de recursos.
Turbidez (PPE)	MSC 0,5%	Mayor valor obtenido dentro del rango.
Viscosidad (PPE)	MSC 0,3%	Mayor estabilidad con menor cantidad de recursos.
Mohos y levaduras (PCC)	TT	UPC = $N_E < 1.0 \times 10^0$
Coliformes totales (PCC)	TT	Ausencia

Nota. PCC: Parámetro de control de calidad. PPE: Parámetro principal de estudio.

TT: Todos los tratamientos.

Al analizar la Tabla 16 se puede establecer que el tratamiento MSC 0,3% es el mejor referente a los parámetros de control de calidad (PCC), debido a su estabilidad en los valores obtenidos dentro de la investigación, sin embargo, los demás tratamientos de igual manera cumplen satisfactoriamente con los parámetros establecidos en la normativa nacional. El tratamiento **MSC 0,3%** (T4) se establece como el tratamiento predominante en los parámetros principales de estudio siendo el mejor en dos de los tres análisis realizados que demuestran directamente la funcionalidad (PPE) del estabilizante natural de mucílago de semilla chía. Se observó que el tratamiento MSC 0,3% se mantuvo sin separación de fases a lo largo del estudio (Anexo B) y a pesar de no tener el mayor valor de turbidez comparado con el tratamiento MSC 0,5%, este posee excelentes resultados con una menor cantidad de estabilizante dentro de su composición al igual que en otros apartados.

3.6. Resultados del análisis sensorial

Los parámetros sensoriales evaluados fueron: apariencia, turbidez, olor, sabor, acidez y aceptabilidad general, además se empleó una escala hedónica siendo 1 (Me disgusta mucho) y 7 (Me gusta mucho). Para determinar el mejor resultado se realizó un promedio según la

Tabla 17 donde se describe el análisis de varianza conjunto con el resultado del test de Tukey. El análisis de varianza y el test elaborado se encuentran dentro del Anexo E.

Tabla 17

Prueba de Tukey para el análisis sensorial y sus parámetros.

Tukey HSD Análisis Sensorial									
Apariencia	Tratamiento	Media	Grupo		Sabor	Tratamiento	Media	Grupo	
			1	2				1	2
	M1	3,66	A			M1	5,24	A	
	M2	4,04	A			M2	4,62	A	
	M3	5,64		B	M3	4,96	A		
Turbidez	Tratamiento	Media	Grupo		Acidez	Tratamiento	Media	Grupo	
			1	2				1	2
	M1	3,32	A			M1	4,72	A	
	M2	4,14	A			M2	4,16	A	
	M3	5,54		B	M3	4,88	A		
Olor	Tratamiento	Media	Grupo		Aceptabilidad general	Tratamiento	Media	Grupo	
			1	2				1	2
	M1	6,00	A			M1	5,40		
	M2	5,48	A			M2	5,52	A	
	M3	5,60	A		M3	6,06	A	B	

Nota. M1: Blanco. M2: CMC 0,1%. M3: MSC 0,3%.

En la Tabla 17 se observa que para diferentes parámetros analizados existen diferencias significativas como es el caso de la apariencia, turbidez y aceptabilidad general, mientras que para otros parámetros como el olor, sabor y acidez no existe diferencias significativas, lo que infiere que el rasgo distintivo de los tratamientos es un factor visual.

El tratamiento preferido por el panel es el M3 (MSC 0,3%), ya que predomina su elección en dos de los cinco parámetros analizados donde los tres restantes no presentan ninguna diferencia significativa debido a que, según la elección de los jueces, las características organolépticas del néctar no se han visto comprometidas.

3.7. Resultados del análisis de costo-beneficio

Para obtener el costo del mejor tratamiento con estabilizante de mucílago de semilla de chíá (T4) se calculó el coste de producción con los parámetros de materia prima, mano de obra, suministros (botellas y etiquetas), servicios básicos y equipos complementarios que se muestran en la Tabla 18 para un lote de 100 botellas de vidrio con una capacidad de 300 ml.

Tabla 18

Costo total y unitario de producción de néctar de tomate de árbol con el tratamiento T4 y valor de la producción de 100g de MSC.

Concepto	T4 (USD)	Concepto	T4 (USD)	Concepto	100g MSC (USD)
Materia prima	28,13	Costo unitario	0,74	Servicios y equipos	2,70
Mano de obra	5,63	Margen de utilidad (10%)	0,07	Materia prima	8,90
Suministros	40,00	Imprevistos (8%)	0,06	Costo MSC	11,60
Servicios básicos y equipos	0,15	Precio de venta unitario	0,88		
Costo total	73,91				

La Tabla 18 exhibe que el coste de una botella de 300 ml de néctar de tomate de árbol con el tratamiento 4 aplicado es de USD 0,74, sin asumir los costos por el margen de utilidad, así como imprevistos en la producción. También se estima el costo promedio de producción del néctar con el tratamiento T4 de USD 0,88. En el mercado ecuatoriano se encuentran diversas compañías que ofrecen néctares cuyos valores oscilan en un rango de USD 0,60 a USD 0,80 para una botella de 300 ml. El precio obtenido en este estudio se da por las propiedades observadas en un periodo de 60 días, de las cuales destaca la estabilidad en la imagen de la bebida al evitar la formación de fases por el uso de mucílago de semilla chía como estabilizante.

4. Capítulo: Discusión de resultados

- **Obtención de mucílago de semilla de chía por secado en estufa, atomización y liofilización.**

Los resultados de los rendimientos obtenidos en la producción de mucílago de chía por liofilización, secado en estufa y aspersión, se encuentran en la Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, los cuales arrojaron los resultados de 0,120%, 0,150% y 0,03% respectivamente. La mayoría de estos valores son superiores a los observados en otras investigaciones, como el estudio realizado por Rodríguez Vallejo (2019) donde la **obtención de mucílago por secado en estufa** se encuentran con valores de 0,051%, 0,069%, 0,020% y 0,1 % a diferentes condiciones, además utilizaron dos relaciones de agua: semilla (14:1, 40:1) con diferentes temperaturas (70°C y 80°C) y tiempos de hidratación (2 horas y 2,4 horas), otros puntos que variaron fueron la temperatura de secado (50°C y 60°C) y el tiempo de secado en horas (24, 10, 115,5 y 75). Sin embargo en estudios como el realizado por Yedida et al., (2020) para la **obtención de mucilago de chía por secado de aspersión**, se observan rendimientos superiores a los obtenidos en esta investigación, llegando a obtener valores alrededor de los 170 mg a partir de 100 ml de mucilago de chía líquido, de tal manera que obtienen porcentajes altos de rendimiento. No obstante estos resultados están sujetos a la cantidad de semillas de chía añadidas en relaciones 1:15 que son superiores a las realizadas en este estudio.

Los resultados para la **obtención de MSC por liofilización** son superiores a los obtenidos por el estudio de Darwish et al (2018) donde presenta un rendimiento de 0,070%. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los mencionados por Duenha Antigo et al (2020), quien tras realizar la obtención de mucílago seco de semilla de chía mediante secado en estufa obtuvo un rendimiento de 4,380%, mientras que por el método de liofilización se obtuvo un rendimiento de 5,860%. Las discrepancias se deben principalmente a las metodologías empleadas como lo es la relación semilla:agua, también condiciones como el tiempo de maceración, temperatura, velocidad de agitación, etc.

La selección de la liofilización sobre los otros métodos de obtención se basó en las facilidades que ofrece, esto debido a que a pesar de que el rendimiento del primer método resultó inferior al segundo en esta investigación, el método por estufa presentó dificultades tales como limitaciones en el espacio de producción, la aparición de oscurecimiento en la muestra y la incapacidad para formar una película de mucílago de semilla de chía, entre otros aspectos

adversos, al igual que el método de aspersión fue aquel que arrojó los menores rendimientos, además de las complicaciones que conlleva la recolección del material luego del proceso.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre el pH en el néctar de tomate de árbol.**

Todos los resultados obtenidos cumplen con lo estipulado en la normativa INEN 2337, la cual indica que el valor de pH en néctares de fruta debe ser inferior a 4,5.

En los resultados del apartado 3.3 para el control de pH, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que el pH no se vio afectado por la adición de CMC o MSC en ninguna de las concentraciones de las muestras analizadas.

Este comportamiento difiere al mencionado por el estudio realizado por Asmat Liberato (2020) para la adición de mucílago de semilla de chía, zumo de maracuyá y granadilla a diferentes formulaciones en néctares, donde se observó que la adición de MSC en concentraciones de 1% a 4% presentó un efecto significativo en su comportamiento, a manera de que a mayores concentraciones aumenta el pH. Sin embargo, el comportamiento observado en el estudio realizado por Chambi y Puraca (2017) donde se adicionó mucílago de semilla de chía a diferentes concentraciones en néctar de fresa, es similar al obtenido en esta investigación al no presentar ningún efecto significativo en este parámetro, además se observó el aumento del pH en función del tiempo. Los estudios consultados cumplen con los valores establecidos en la Resolución 3929: 2013 de la República de Colombia que indica valores mínimos de 2,5 y máximos de 4,6 para néctares de fruta.

La tendencia generada por los resultados difiere con uno de los estudios mientras que mantiene similitud con el otro. Esto se debe a que, al tratarse de diferentes frutas, los valores obtenidos y consultados pueden variar por propiedades como su acidez y/o madurez, además de diferir en las formulaciones propias de cada estudio. Además, en el primer estudio consultado se observa que trata con concentraciones elevadas de MSC, lo cual puede indicar que a mayores cantidades empleadas llegará a crear un efecto significativo en el pH. Por lo tanto la adición de MSC en néctares no afecta de manera significativa, pero si positiva, al crear una pequeña resistencia al incremento del pH a medida que se aumente su concentración, por lo que resulta beneficioso a largo plazo.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre la acidez en el néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en el control del porcentaje de acidez de las muestras de néctar se encuentran detallados en la Imagen 2. En la tabla de datos del Anexo C referente a la acidez titulable se aprecia que los valores de los tratamientos se encuentran en un rango de porcentajes de acidez de 0,48 a 0,44% para **T1** (Blanco), 0,50% a 0,42% para **T2** (CMC 0,1%), 0,49% a 0,43% para **T3** (MSC 0,1%), 0,48% a 0,43% para **T4** (MSC 0,3%) y 0,51% a 0,42% para **T5** (MSC 0,5%). Todos los resultados obtenidos cumplen con lo estipulado en la normativa NTP 203.110: 2009, la cual menciona que el porcentaje mínimo de acidez titulable debe ser de 0,4% para néctares de fruta. En la sección 3.3 para este apartado de acidez titulable se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual indica que no se vio afectada por la adición de CMC o MSC en ninguna de las concentraciones de las muestras analizadas.

El comportamiento de los datos obtenidos en esta investigación es semejante al observado por Chambi y Puraca (2017) quienes utilizaron mucilago de semilla de chía como estabilizante en néctar de fresa, donde se menciona que existe una tendencia de la acidez a disminuir en función del tiempo al empezar con una concentración de 0,355% y terminar con una concentración de 0,307%. Esta conducta es similar a la observada por Tas et al., (2023), quienes observaron el efecto del mucilago de semilla de chía en algunas propiedades fisicoquímicas y reológicas de las bebidas de Ayrán, donde aprecia el descenso de la acidez titulable a medida que avanzó su investigación con valores iniciales de 0,60% y finales de 0,58%. Los estudios al igual que esta investigación cumplen con lo expuesto por la NTP INDECOPI (2009) y la ISO 750 (1998), donde se menciona que no se debe exceder un porcentaje de 0,6% para la acidez titulable.

Los valores consultados y propios difieren por la naturaleza de la bebida analizada, debido a la variedad en sus componentes, así como también en sus formulaciones, sin embargo, no existe un efecto significativo importante, por lo que la adición del mucilago de chía no representa un cambio importante en la acidez, de tal manera que se puede considerar positiva su actividad al no inferir en este apartado.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre los sólidos solubles en el néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en el control de sólidos solubles (°Bx) de las muestras de néctar se encuentran graficados en la Imagen 3. En la tabla de datos del Anexo C referente a los sólidos solubles se aprecia que los valores de los tratamientos se encuentran en un rango de 13,7°Bx a 13,5°Bx para **T1** (Blanco), 13,7°Bx a 13,6°Bx para **T2** (CMC 0,1%) y 13,7°Bx a 13,5°Bx para **T3** (MSC 0,1%). Para los tratamientos **T4** (MSC 0,3%) y **T5** (MSC 0,5%) se tuvieron valores

constantes de 13,7°Bx. Todos los resultados obtenidos cumplen con lo estipulado en la normativa NTP 203.110 2009, la cual menciona que el porcentaje mínimo de sólidos solubles debe ser de 12°Bx para néctares de fruta.

En la Tabla 11 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** con los tratamientos **T4** y **T5**, lo que indica que los sólidos solubles se vieron afectados por el uso del estabilizante MSC en concentraciones 0,3% y 0,5%, debido a que mantuvo el nivel de los °Bx de manera estable a lo largo de los 60 días de experimentación.

La conducta de los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** es similar a lo observado por Chambi & Puraca (2017), quienes presentaron un descenso en función del tiempo con un valor inicial de 11,80 °Bx a 11,67 °Bx en néctares de fresa con mucilago de semilla de chía como estabilizante. Mientras que en la investigación realizada por Laz (2018), se realizó una evaluación fisicoquímica en jugo de maracuyá con diferentes concentraciones de hidrocoloides, la cual presentó un comportamiento idéntico a los tratamientos **T4** y **T5**, ya que mantiene un valor de 18 °Bx estable a lo largo del periodo de estudio.

La metodología empleada por los diferentes autores influye directamente en la cantidad de sólidos solubles, pues al variar sus concentraciones, como también sus parámetros de trabajo, obtuvieron resultados distintos a los descritos en este estudio. Se puede inferir que la adición de MSC si tuvo un impacto positivo notorio en el néctar, al modificar la estabilidad de los sólidos solubles en el tiempo.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre los sólidos en suspensión en el néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en el control de los sólidos en suspensión de las muestras de néctar se encuentran expresados en la Imagen 4. En la tabla de datos del Anexo C referente a los sólidos en suspensión se aprecia que los valores de los tratamientos se encuentran en un rango de porcentajes de 38,0 %V/V a 49,0 %V/V para **T1** (Blanco), 52,0 %V/V a 66,0 %V/V para **T2** (CMC 0,1%), 47,0 %V/V a 57,0 %V/V para **T3** (MSC 0,1%), 55,0 %V/V a 61,0 %V/V para **T4** (MSC 0,3%) y 54,0 %V/V a 59,0 %V/V para **T5** (MSC 0,5%).

La tendencia observada en la Imagen 4 es ascendente para cada uno de los tratamientos, comportamiento similar observado en el estudio realizado por Cantillo (2014) donde obtuvieron porcentajes iniciales de 18,300 %V/V y finales 39,100 %V/V en un jugo de mora. En un estudio realizado por López Sampedro (2012) se observa algo similar, debido a que se obtuvieron porcentajes de sólidos insolubles iniciales de 33,600 %V/V y finales 37,540 %V/V en la evaluación de un jugo de arazá durante 180 días. En otro estudio realizado por Figeroa

(2016), se reafirma este comportamiento, al observar un incremento de los sólidos en suspensión después de la adición de estabilizantes como CMC al pasar de 52,000 %V/V a 55,000 %V/V en un periodo de 6 días de análisis, donde se aprecia que posee la tendencia a aumentar la cantidad de sólidos en suspensión.

Al comparar con las bibliografías consultadas se observó que a pesar de utilizar néctares de frutos distintos, la tendencia es la misma debido principalmente a la aplicación de metodologías similares. El mucílago de chíá tiende a perder su efecto a lo largo del tiempo, por lo que su actividad si es significativa, ya que al aumentar la cantidad de estabilizante empleado, tendrá una menor pérdida de actividad a lo largo del tiempo, de tal modo que se reafirma la efectividad de la adición de MSC y su efecto positivo en el control de este apartado.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre la turbidez en el néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en el control de turbidez de las muestras de néctar se encuentran en la Imagen 5. En la tabla de datos del Anexo C referente a la turbidez se aprecia que los valores de los tratamientos se encuentran en un rango de absorbancia de 1,691 a 1,474 para **T1** (Blanco), 1,675 a 1,167 para **T2** (CMC 0,1%), 1,682 a 1,527 para **T3** (MSC 0,1%), 1,915 a 1,770 para **T4** (MSC 0,3%) y 2,175 a 2,093 para **T5** (MSC 0,5%).

En la Tabla 13 se aprecia una disparidad estadísticamente significativa entre los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** en comparación con el tratamiento **T4**, y a su vez, entre estos últimos y el tratamiento **T5**. Estos hallazgos sugieren que la inclusión de MSC en concentración 0,3% conlleva alteraciones de importancia en las muestras en relación con los tres tratamientos iniciales, mientras que la incorporación de MSC en concentración 0,5% resulta en una disparidad con los cuatro tratamientos previos.

Los comportamientos observados en esta investigación son similares a los visualizados en el estudio realizado por Porcar Muñoz (2016) para el estudio de vida útil de zumos de piña, naranja y soja-fresa en un total de 180 días con concentraciones de 20% V/V, donde obtuvo resultados para el análisis de turbidez en función de la absorbancia medida. Los resultados obtenidos tendieron a disminuir en el tiempo empezando con un valor de 1.330 hasta llegar a 0,950 en los primeros 60 días de experimentación para el zumo de naranja. Los resultados para zumo de piña disminuyeron de 0,990 a 0,260 en un periodo de 60 días de experimentación. También menciona que valores inferiores a 0,5 no son aceptados por considerarse desechables al indicar una baja turbidez. En otro estudio realizado por (Reaño & Rimarachín, 2015), se aprecia un comportamiento similar al observar la disminución de la absorbancia al pasar de un valor inicial de 1,310 a uno final de 0,660.

Al comparar las conductas de los estudios con esta investigación, se aprecia la existencia de una tendencia a la disminución de la absorbancia registrada en función del tiempo, esto se debe a que a medida que avanza el tiempo, el estabilizante pierde eficacia por lo que permite la separación de los sólidos en el néctar generando una menor lectura. Los motivos de las variaciones entre los datos de los estudios consultados y esta investigación se debe al tipo de fruta utilizada, así como en las técnicas empleadas por el respectivo autor. Finalmente se deduce que la actividad del MSC en este apartado es positiva al mantener la turbidez de la muestra estable durante el tiempo de investigación.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre la viscosidad en el néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en el control de viscosidad de las muestras de néctar se encuentran detallados en la Imagen 6. En la tabla de datos del Anexo C referente a la viscosidad se aprecia que los valores mínimos y máximos de los tratamientos son: 147,52 mPa.s a 12,60 mPa.s para **T1** (Blanco), 281,21 mPa.s a 274,67 mPa.s para **T2** (CMC 0,1%), 299,47 mPa.s a 204,64 mPa.s para **T3** (MSC 0,1%), 580,41 mPa.s a 555,87 mPa.s para **T4** (MSC 0,3%) y 1352,22 mPa.s a 1266,22 mPa.s para **T5** (MSC 0,5%).

En la Tabla 14 se aprecia una diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos, excepto los tratamientos **T2** y **T3** que no presentan diferencia significativa entre ellos. Estos resultados indican que la actividad de los estabilizantes añadidos afecta sobre la viscosidad de los néctares según el porcentaje de estabilizante empleado. Sin embargo, los tratamientos **T2** y **T3** con estabilizantes CMC 0,1% y MSC 0,1% respectivamente, al no presentar diferencia significativa, intuye que los estabilizantes en las mismas concentraciones ofrecen características similares en el apartado de la viscosidad. La variabilidad observada entre los datos para cada tratamiento se debe al uso de la copa Ford como herramienta de medición, ya que esta depende de varios factores como son su baja precisión, rango de viscosidad y sensibilidad a las condiciones ambientales, sin embargo ofrece una estimación rápida y aproximada de la viscosidad (SCT, 2001), lo cual es útil en investigaciones que requieran observar un comportamiento cualitativo de las muestras como es el caso de este estudio.

En investigaciones consultadas se han observado un comportamiento similar en cuanto a la evolución de la viscosidad en función del tiempo, como es el caso del estudio realizado por Valeriano Mamani (2022) donde se observan valores de viscosidad para néctar de mango con chía que tienden a disminuir y que oscilan desde 9342 mPa.s hasta 1229,3 mPa.s, siendo la muestra 12 la que cumple con los valores de control de calidad según la normativa peruana

con una viscosidad de 3967,3 mPa.s. Mientras que en la investigación realizada por Lascano Santín (2010) se observan diferentes valores de viscosidad para un néctar de mango con adición de CMC y sin la adición del mismo con una tendencia a disminuir que van desde 701,10 cP hasta 62,35 cP, cabe mencionar que las unidades utilizadas en este estudio (cP) equivalen a la misma unidad en la que se trabaja en esta investigación.

La tendencia de esta propiedad a disminuir se atribuye a que el efecto del estabilizante es superior al momento de adicionarse al producto, sin embargo, con el paso del tiempo va perdiendo gradualmente su influencia en la viscosidad. Las diferencias entre las viscosidades se pueden deber a las concentraciones de estabilizantes utilizados, así como a la dilución pulpa: agua empleada en la realización del néctar y el tipo de fruta. Con esta información se infiere el efecto positivo del MSC en la viscosidad del néctar, puesto que es el efecto deseado al incrementar este parámetro y mantenerlo a lo largo del tiempo.

- **Evaluación de la actividad de MSC sobre los resultados microbiológicos del néctar de tomate de árbol.**

Los resultados obtenidos en la sección 3.4 respecto al análisis microbiológico se detallan en la Tabla 15, donde se menciona que no existe presencia de coliformes, mohos o levaduras en ninguno de los tratamientos. En otros estudios donde se ha utilizado el mucílago de chía como estabilizante se reportan resultados similares, como lo menciona el estudio realizado por Chambi y Puraca (2017) quienes utilizaron sorbato de potasio como conservante en una concentración de 0,03%, donde observó la ausencia de coliformes y mohos en un néctar de fresa, sin embargo, se evidenció un recuento de levaduras de 5 UFC/cm³ en el mismo néctar, suceso que lo atribuyen a las condiciones térmicas y de almacenamiento. En otra investigación realizada por Ibañez et al. (2021) donde formularon néctares a base de frutas tropicales con adición de chía y sin conservantes, se obtuvieron resultados diferentes a esta investigación, pues en el néctar de maracuyá se observó presencia de coliformes totales (menor de 3) y un recuento de mohos y levaduras de 40 UFC/cm³. La diferencia principal entre estos resultados se debe a la presencia de conservante en esta investigación y en el estudio del néctar de fresa, mientras que en el néctar de maracuyá no se optó por el uso de un conservante en su formulación. Además, la diferencia entre el estudio de Chambi y Puraca (2017) con esta investigación radica en la cantidad de conservante empleado, puesto que las primeras utilizaron una cantidad inferior. Otras causas atribuibles pueden ser las condiciones en las que se elaboraron los productos, así como también a sus formulaciones, almacenamiento, tiempo de análisis, entre otros.

- **Evaluación del análisis sensorial realizado en un néctar de tomate de árbol con MSC como estabilizante.**

El análisis sensorial realizado en este estudio en la sección 3.6 dio como resultado los valores presentados en la Tabla 17 donde se observó que en el apartado de Aceptabilidad general M3 (T4) obtuvo mejor calificación por los panelistas, sin embargo, existen otros estudios como el desarrollado por Ibañez et al (2021), en el que se evaluaron néctares tropicales con adición de chía para proporcionar omega 3, en el apartado del análisis sensorial se obtuvo como mejores resultados las muestras de guanábana y maracuyá que presentaron una composición del **1,4% de chía** y se evaluaron con una puntuación de 7 (me gusta mucho) por un panel de 30 personas. Otra investigación realizada por Flores Barrios (2018) en la que se elaboró un néctar de naranja con chía como estabilizante, se dio a conocer que la composición de la muestra A (**8,57% de chía**) fue la más aceptada por un grupo de nueve panelistas, su calificación fue de Excelente en la escala hedónica propuesta. Un último estudio elaborado por Chambi & Puraca (2017) donde se elaboró un néctar de fresa con mucílago de chía como estabilizante presentó como su mejor tratamiento a T1 con una composición del **0,1% de MSC** que obtuvo una calificación de “Bueno” según la escala hedónica presentada. Los datos obtenidos por estudios presentados corroboran que la elaboración de un néctar con adición de mucílago de semilla de chía agrada al público que lo consume por las características que se obtienen en el producto final

Conclusiones

En el contexto de este estudio, se procedió a la evaluación de la eficacia del mucílago proveniente de las semillas de chía (MSC) como agente estabilizador en distintas concentraciones dentro de un néctar de tomate de árbol para identificar el tratamiento que ofreció mejores resultados.

Para la obtención del mucílago de semilla de chía se realizó una maceración con agua en una proporción de (1:50 P/V) a diferentes temperaturas y tiempos de agitación requeridos para cada tratamiento de secado. Se emplearon técnicas de liofilización, secado por estufa y atomización para la obtención del mucílago seco de semilla de chía, se escogió la liofilización por brindar un rendimiento del 0.12% en cortos periodos de tiempo y por las características adicionales que brindó al producto.

Se elaboraron néctares de tomate de árbol con cinco tratamientos diferentes, T1: Blanco (sin adición de estabilizante), T2: CMC 0,1%, T3: MSC 0,1%, T4: MSC 0,3% y T5: 0.5%; cada 5 días por un periodo de 60 días, se evaluaron las propiedades de pH, acidez titulable, sólidos solubles, sólidos en suspensión, turbidez y viscosidad a temperatura ambiente. Para el análisis microbiológico se realizaron recuentos de coliformes, mohos y levaduras cada 30 días. Luego de evaluar los tratamientos se obtuvo que el **tratamiento 4** (MSC 0,3%) destacó como el mejor tratamiento pues presentó valores de pH y acidez titulable más estables a lo largo del tiempo respecto a los demás tratamientos. También destaca por obtener una mayor cantidad de sólidos solubles y una menor variación de sólidos en suspensión respecto al tratamiento 5 (MSC 0,5%) que obtuvo valores similares, pero con una mayor cantidad de estabilizante. Todos los tratamientos cumplieron con los límites fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes.

Según la aplicación de un análisis sensorial para los seis apartados analizados en néctares de tomate de árbol con o sin estabilizante, se observó que el **tratamiento 4** generó diferencias significativas en las propiedades de apariencia, turbidez y aceptabilidad general debido a que obtuvo mejores resultados con una media mayor a 5 que significa “Me gusta levemente” conforme a la escala hedónica, lo que indica que la adición de MSC 0,3% mejora las características visuales del néctar. Por esta razón se vuelve más atractivo al consumidor frente a los otros tratamientos.

Tras la elaboración de este estudio se establece que el método de extracción del mucílago de semilla de chía y el colocar diferentes cantidades de estabilizante (MSC) si afecta sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, no obstante, sus propiedades microbiológicas no se ven afectadas.

Referencias

- AGROCALIDAD. (2019, enero 11). AGROCALIDAD certificó el primer envío de tomate de árbol hacia Estados Unidos. *AGROCALIDAD*.
<https://www.agrocalidad.gob.ec/tomate-de-arbol/>
- Aini, N., Dwiyantri, H., Setyawati, R., Handayani, I., Septiana, A. T., Sustriawan, B., & Aena, D. A. Q. (2022). Siam orange (*Citrus nobilis* L.) nectar characteristics with variations instabilizer and sucrose level. *Food Research*, 6(3), 315-323.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(3\).386](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(3).386)
- Amiri, M. S., Mohammadzadeh, V., Yazdi, M. E. T., Barani, M., Rahdar, A., & Kyzas, G. Z. (2021). Plant-Based Gums and Mucilages Applications in Pharmacology and Nanomedicine: A Review. *Molecules*, 26(6), 1770.
<https://doi.org/10.3390/molecules26061770>
- Artos García, R. B., & Gutiérrez León, F. A. (2022). *Influencia de dos métodos de secado (estufa y microondas) de seis muestras para alimento*.
- Ashraf, A., Ayoub, A., & Dixit, A. (2020). Effect of Hydrocolloid Carboxymethyl Cellulose (CMC) on Clarification of Bottle Gourd Juice and Its Physicochemical Properties. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 67-75.
<https://doi.org/10.9734/ejnfs/2020/v12i1130323>
- Asmat Liberato, A. G. (2020). *Efecto de la concentración de chía, de zumo de maracuyá y de granadilla en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida de frutas*.
- Barrial, A., Cabezas, Y., Antay, R., Arevalo, C., Taipe, F., & Huamán, M. (2021). *Efecto de temperatura y almidón de papa nativa sobre la viscosidad y ácido ascórbico del néctar de Carica pubescens*.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/download/2416/2213/#:~:text=El%20n%C3%A9ctar%20es%20un%20producto,presente%20los%20componentes%20nutricionales%20de>

- Basak, S., & Ramaswamy, H. S. (1996). Ultra high pressure treatment of orange juice: A kinetic study on inactivation of pectin methyl esterase. *Food Research International*, 29(7), 601-607. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(96\)00068-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(96)00068-3)
- Benites Vivanco, C. M., Rojas Juarez, K. L., & Sánchez Niño, Y. O. (2019). *Determinación de concentración adecuada de CMC en la elaboración de néctar a partir de la pulpa de pitahaya amarilla con fines de aceptabilidad*.
- Boatella, J., Codony, R., & López, P. (2004). *Química y Bioquímica de los alimentos II*. <https://www.edicions.ub.edu/ficha.aspx?cod=06282>
- Brütsch, L., Stringer, F., Kuster, S., Windhab, E., & Fischer, P. (2019). Chia seed mucilage – a vegan thickener: Isolation, tailoring viscoelasticity and rehydration. *Food & Function*, 10. <https://doi.org/10.1039/C8FO00173A>
- Buono, S., Aguirre, C., Abdo, G., Perondi, H., & Ansonnaud, G. (2018). *Tomate Árbol. Solanum betaceum*. https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual Tomate de Árbol*.
- Canadian Intellectual Property Office. (2011). *Use of carboxymethyl cellulose (CMC) in fruit-based products*. <https://patentimages.storage.googleapis.com/87/a9/87/0851a6be64a35d/CA2508234C.pdf>
- Cantillo, F. (2014). *Estudio del proceso de elaboración de jugo clarificado de mora mediante microfiltración acoplado a un tratamiento enzimático en una empresa procesadora de frutas y vegetales*. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3411/1/38042.pdf>
- Castañeda-Cachay, A. P., Zavaleta-Gutiérrez, N. E., & Siche, R. (2019). Optimización del proceso de extracción del mucílago de *Linum usitatissimum* utilizando un diseño secuencial. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 19-28. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.02>

- Castillo Párraga, J. A., & Rivera Vergara, M. F. (2023). *Influencia de estabilizantes goma CMC y goma Xanthan en el comportamiento físico químico y organoléptico del néctar de maracuyá.*
- Castulovich, B., & Franco, J. (2018). Efecto de agentes estabilizantes en jugo de piña (Ananas comosus) y coco (cocos nucifera L.) edulcorado. *Prisma Tecnológico*, 9(1), 21-25.
<https://doi.org/10.33412/pri.v9.1.2063>
- Chambi, E., & Puraca, K. (2017a). *Evaluación tecnológica para la extracción del mucilago de la semilla chía (Alvia hispánica L.) y su aplicación como estabilizante en un néctar de fresa.*
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5110/IApuhukr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chambi, E., & Puraca, K. (2017b). *Evaluación tecnológica para la extracción del mucílago de la semilla de chía (Salvia Hispánica L.), y su aplicación como estabilizante en un néctar de fresa.*
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5110/IApuhukr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chiang, J. H., Ong, D. S. M., Ng, F. S. K., Hua, X. Y., Tay, W. L. W., & Henry, C. J. (2021). Application of chia (Salvia hispanica) mucilage as an ingredient replacer in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 105-116.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.039>
- CODEX STAN 192. (1995a). *Norma general para aditivos alimentarios.*
https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- CODEX STAN 192. (1995b). *Norma general para los aditivos alimentarios.*
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf
- CODEX STAN 192. (1995c). *Norma general para los aditivos alimentarios.*

- https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf
- CODEX STAN 247. (2005). *Norma general para zumos (jugos) y néctares de frutas*. 21.
- Comisión del CODEX Alimentarius. (2023, febrero). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-53%252FWorking%2Bdocuments%252Ffa53_08s.pdf
- Ćorković, I., Pichler, A., Buljeta, I., Šimunović, J., & Kopjar, M. (2021). Carboxymethylcellulose hydrogels: Effect of its different amount on preservation of tart cherry anthocyanins and polyphenols. *Current Plant Biology*, 28, 100222. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2021.100222>
- da Silveira Ramos, I. F., Magalhães, L. M., do O Pessoa, C., Pinheiro Ferreira, P. M., dos Santos Rizzo, M., Osajima, J. A., Silva-Filho, E. C., Nunes, C., Raposo, F., Coimbra, M. A., Ribeiro, A. B., & Costa, M. P. (2021). New properties of chia seed mucilage (*Salvia hispanica* L.) and potential application in cosmetic and pharmaceutical products. *Industrial Crops and Products*, 171, 113981. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113981>
- Darwish, A. M. G., Khalifa, R. E., & El Sohaimy, S. A. (2018). Functional Properties of Chia Seed Mucilage Supplemented In Low Fat Yoghurt. *Alexandria Science Exchange Journal*, 39(3), 450-459. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2018.13882>
- Dinçoğlu, A. H., & Yeşildemir, Ö. (2019). A Renewable Source as a Functional Food: Chia Seed. *Current Nutrition & Food Science*, 15(4), 327-337. <https://doi.org/10.2174/1573401314666180410142609>
- Duenha Antigo, J. L., Bergamasco, R. D. C., & Madrona Scaramal, G. (2020). How drying methods can influence the characteristics of mucilage obtained from chia seed and

- psyllium husk. *Ciência Rural*, 50(8), e20190913. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190913>
- Ellab Validation Solutions. (2018). *The Freeze Drying Theory and Process—Things to Consider*.
- Encina, A. B. A. (2019). *DIVERSIDAD MICOLÓGICA DEL CULTIVO DE CHÍA (Salvia hispánica L) EN*.
- Feizi, R., Goh, K. K. T., & Mutukumira, A. N. (2021). Effect of chia seed mucilage as stabiliser in ice cream. *International Dairy Journal*, 120, 105087. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105087>
- Flores Barrios, R. (2018). *Desarrollo de una bebida de naranja fortificado con Chía (Salvia Hispánica)*.
- Haridy, R. (2021, diciembre 1). *Human trial finds common food additive alters gut microbiome*. New Atlas. <https://newatlas.com/health-wellbeing/food-additive-emulsifier-cmc-gut-bacteria-inflammation/>
- Ibañez, P., Velásquez, D., & Palacio, J. (2021, abril 24). *Formulación de néctares a base de frutas tropicales con suplementación de omega 3 mediante adición de chía y fortificado con ácido fólico, zinc y hierro*. <https://alimentosyhoj.acta.org.co/index.php/hoj/article/viewFile/590/452>
- Inca, J. (2023). *Utilización del mucílago de chía obtenido por dos métodos, como espesante en mermelada de kiwi*.
- Jiménez P, P., Masson S, L., & Quitral R, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista chilena de nutrición*, 40(2), 155-160. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000200010>
- Juárez, C. (2020, mayo 7). *Carboximetilcelulosa sódica, estabilizante para bebidas con más apariencia*. THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/carboximetilcelulosa-sodica-estabilizante-para-bebidas-con-mas->

apariencia/

- Lascano Santín, R. G. (2010). *DEGRADACIÓN DEL ÁCIDO ASCÓRBICO POR INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL NÉCTAR DE MANGO “MANGIFERA INDICA”, Y DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD PARA SU CONSERVACIÓN.*
- Linge, V. V., Bhagwat, D. A., & Kore, U. M. (2022). *NATURAL GUM AND MUCILAGE FOR BIOPHARMACEUTICAL APPLICATIONS.* 10(8).
- Llabrés, C. A. (2019, enero 21). *Proceso de Secado Spray.* AKRIBIS. <https://www.akribis.info/web/proceso-de-secado-spray/>
- Loor Mora, C. V., & Zambrano Zambrano, C. D. (2020). *Efecto de los porcentajes de mucílagos de dos variedades de cacao y Goma Xanthan en las características fisicoquímicas de un néctar* [BachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1274>
- López Sampedro, S. E. (2012). *Caracterización Bioquímica y Solubilización de los Precipitados Formados en el Jugo Clarificado de Arazá (Eugenia stipitata) Obtenido por Procesos Enzimáticos y Membranarios.* [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1586>
- Marcinek, K., & Krejpcio, Z. (2018). *CHIA SEEDS (SALVIA HISPANICA): HEALTH PROMOTING PROPERTIES AND THERAPEUTIC APPLICATIONS – A REVIEW.* 2.
- Matos, R., & Wilkeidy, M. (2021). *Efecto de la chía (Salvia hispanica) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la miel de abeja (Apis mellifera).*
- Ministerio de salud del Perú. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos.* http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf
- Mordor Intelligence. (2021). *Mercado de jugos de frutas y verduras | 2022—27 | Participación, tamaño y crecimiento de la industria.* <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/fruit-and-vegetable-juice-market-industry>
- Moreno, C., Molina, J., Ortiz, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2020). *Cadena de valor en la red de tomate de árbol (Solanum betaceum) en Ecuador.*

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7183426.pdf>

Munda, E., Kaur, N., & Borah, D. A. (2022). Health benefits and utilization of Chia seed mucilage: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(6S), 937-943.

NTE INEN 2337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales*. Requisitos.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi366Tlr9v7AhXhbdABHTm8DIsQFnoECAwQAw&url=https%3A%2F%2Flibrosaccesoabierto.uptc.edu.co%2Findex.php%2Feditorial-uptc%2Fcatalog%2Fdownload%2F58%2F86%2F2949%23%3A~%3Atext%3DActualmente%252C%2520la%2520utilizaci%25C3%25B3n%2520de%2520edulcorantes%2Cuna%2520mayor%2520variedad%2520de%2520productos.&usg=AOvVaw1PdbqLpfECldsXMVyG7IT2>

Olawuyi, I. F., Kim, S. R., & Lee, W. Y. (2021). Application of plant mucilage polysaccharides and their techno-functional properties' modification for fresh produce preservation. *Carbohydrate Polymers*, 272, 118371. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118371>

Olmos López, J. (2014). *Análisis Sensorial*. https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf

Panchi Guanoluisa, A. N. (2013). *Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA - XT2i*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6561/1/AL%20506.pdf>

Porcar Muñoz, M. (2016). Estudios de vida útil de zumos de fruta envasados. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>

Redacción Primicias. (2021a). La chía, una semilla que gana adeptos en la pandemia. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/pandemia-reabre-mercado-local-chia/>

Redacción Primicias. (2021b). La chía, una semilla que gana adeptos en la pandemia.

Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/pandemia-reabre-mercado-local-chia/>

Redacción Primicias. (2023). Una empresa cacaotera lidera las exportaciones de superfoods.

Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/superfoods-exportadores-alimentos-empresas-ecuador/>

Rodríguez Vallejo, H. G. (2019). Universitat Politècnica de València. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>

Rojas Benites, D. S., Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol(*Solanum betaceum* Cav.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 174-186.

Rosas-Mendoza, M. E., Coria-Hernández, J., Meléndez-Pérez, R., & Arjona-Román, J. L. (2017). Characteristics of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed Oil Extracted by Ultrasound Assistance. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 61(4), 326-335.

SCT. (2001). *MMP. Métodos de muestreo y prueba de materiales*. <https://normas.imt.mx/normativa/m-mmp-2-07-007-01.pdf>

Serván Alcántara, M. A. (2018, julio). *Interés Farmacéutico de los Mucílagos*. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82306/TFGterminado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Silva, D. A. da, Aires, G. C. M., Pena, R. da S., Silva, D. A. da, Aires, G. C. M., & Pena, R. da S. (2020). Gums Characteristics and Applications in the Food Industry. En *Innovation in the Food Sector Through the Valorization of Food and Agro-Food By-Products*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.95078>

Silva, L. A., Sinnecker, P., Cavalari, A. A., Sato, A. C. K., & Perrechil, F. A. (2022). Extraction of chia seed mucilage: Effect of ultrasound application. *Food Chemistry Advances*, 1, 100024. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100024>

Silva, S. H., Neves, I. C. O., Oliveira, N. L., de Oliveira, A. C. F., Lago, A. M. T., de Oliveira

- Giarola, T. M., & de Resende, J. V. (2019). Extraction processes and characterization of the mucilage obtained from green fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Industrial Crops and Products*, 140, 111716. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111716>
- Silva, S., Oliveira, I., Oliveira, N., De Oliveira, A., Teixeira, A., De Oliveira, T., & De Resende Jaime. (2019). *Procesos de extracción y caracterización del mucílago obtenido a partir de frutos verdes de Pereskia aculeata Miller*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111716>
- Singh, S., & Sharma, M. (2017). Review on Biochemical Changes Associated with Storage of Fruit Juice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 236-245. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.032>
- Soucase Gómez, J. (2021). Universitat Politècnica de València. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>
- Torres Núñez, J. M. (2011). *Elaboración del néctar de uvilla physalis peruviana I, utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización* [BachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/754>
- Valeriano Mamani, M. E. (2022). *Efecto de la sustitución parcial de mango y chía molida sobre la capacidad antioxidante en la elaboración del néctar a base de sachatomate*. <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/bitstream/handle/UNAJ/229/UNIVERSIDAD%20NACIONAL%20DE%20JULIACA%20-%20MAXIMA%20ALIZABETH%20VALERIANO%20MAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Varas, R. (2019). *Efecto de la adición de goma xantana sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en el néctar mixto de granadilla (Passiflora ligularis) variedad Colombiana y carambola (Averrhoa carambola L.) variedad Golden Star*. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5414/1/RE_IND.ALIM_RA%C3%9AL.VARAS_GOMA.XANTANA_DATOS.PDF

- Villa Uvidia, D. N., Osorio Rivera, M. Á., & Villacis Venegas, N. Y. (2020). *Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos*. 6.
- Villa-Uvidia, D. N., Osorio-Rivera, M. Á., & Villacis-Venegas, N. Y. (2020). Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos. *Domino de las Ciencias*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.1181>
- Wang, S., & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.004>
- Wu, L., Zhang, C., Long, Y., Chen, Q., Zhang, W., & Liu, G. (2022). Food additives: From functions to analytical methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(30), 8497-8517. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1929823>
- Xingú López, A., González Huerta, A., Cruz Torrez, E. de la, Sangerman-Jarquín, D. M., Orozco de Rosas, G., Rubí Arriaga, M., Xingú López, A., González Huerta, A., Cruz Torrez, E. de la, Sangerman-Jarquín, D. M., Orozco de Rosas, G., & Rubí Arriaga, M. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1619-1631.
- Yedida, H. V., Bitra, V. S. P., Seshamamba Burla, S. V., Gudala, V., Kondeti, S., Vuppula, R. K., & Jaddu, S. (2020). Hydration behavior of chia seed and spray drying of chia mucilage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(6). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14456>
- Zschimmer y Schwarz. (2022, septiembre 15). Carboximetilcelulosa: ¿para qué sirve y cómo usarla en la industria cerámica? *ZS España*. <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/carboximetilcelulosa-para-que-sirve-ceramica/>

Anexos

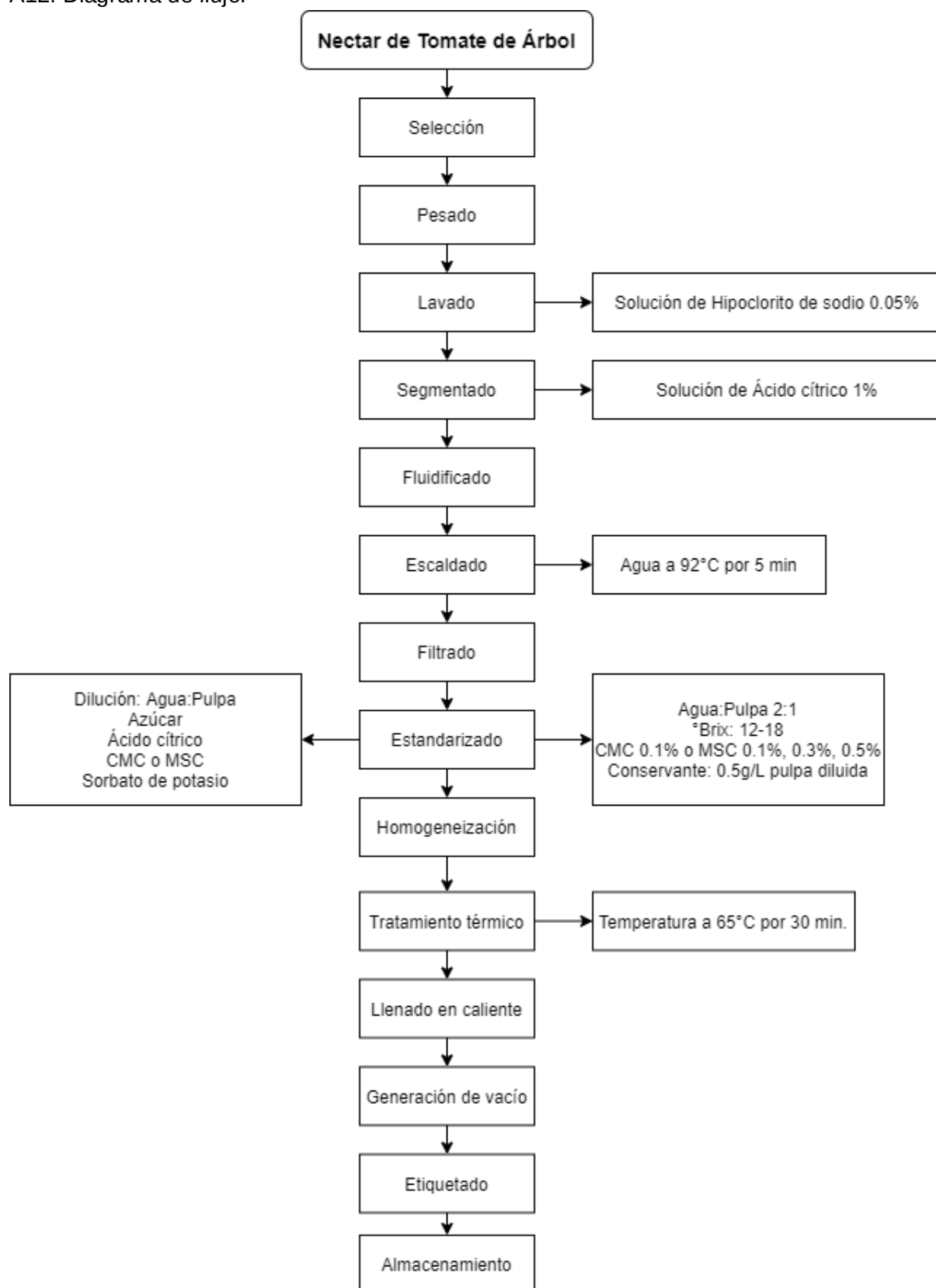
Anexo A: Producción del néctar.

- A1: Recepción de materia prima.
- A2: Acondicionamiento de materia prima.
- A3: Escaldado.
- A4: Pulpeado.
- A5: Homogeneizado.
- A6: Homogeneizado con aditivos.
- A7: Esterilización de botellas.
- A8: Llenado.
- A9: Entrada en el túnel de vapor.
- A10: Salida del túnel de vapor.
- A11: Enfriado y almacenado.



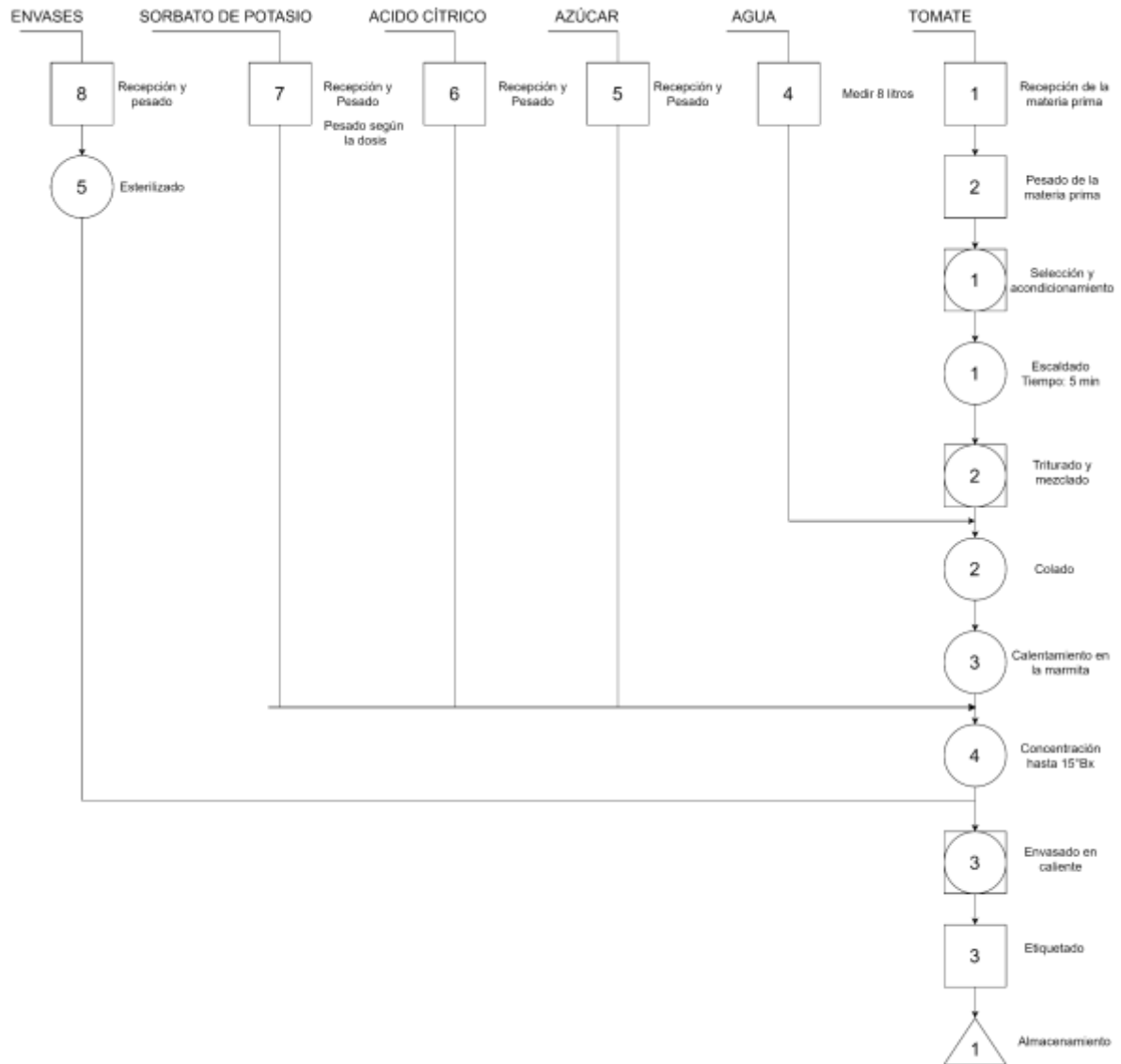


A12: Diagrama de flujo.

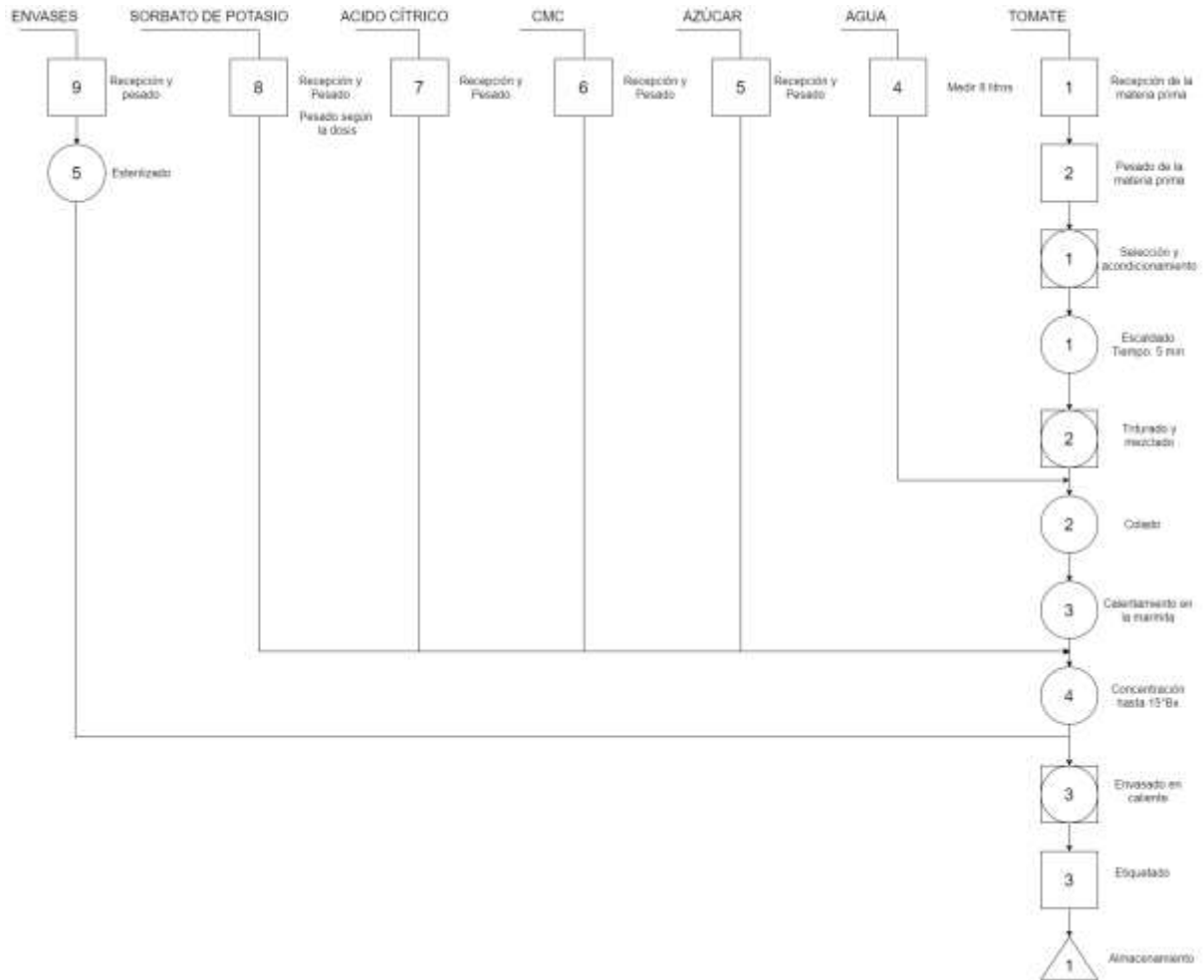


A13: Diagrama DPO.

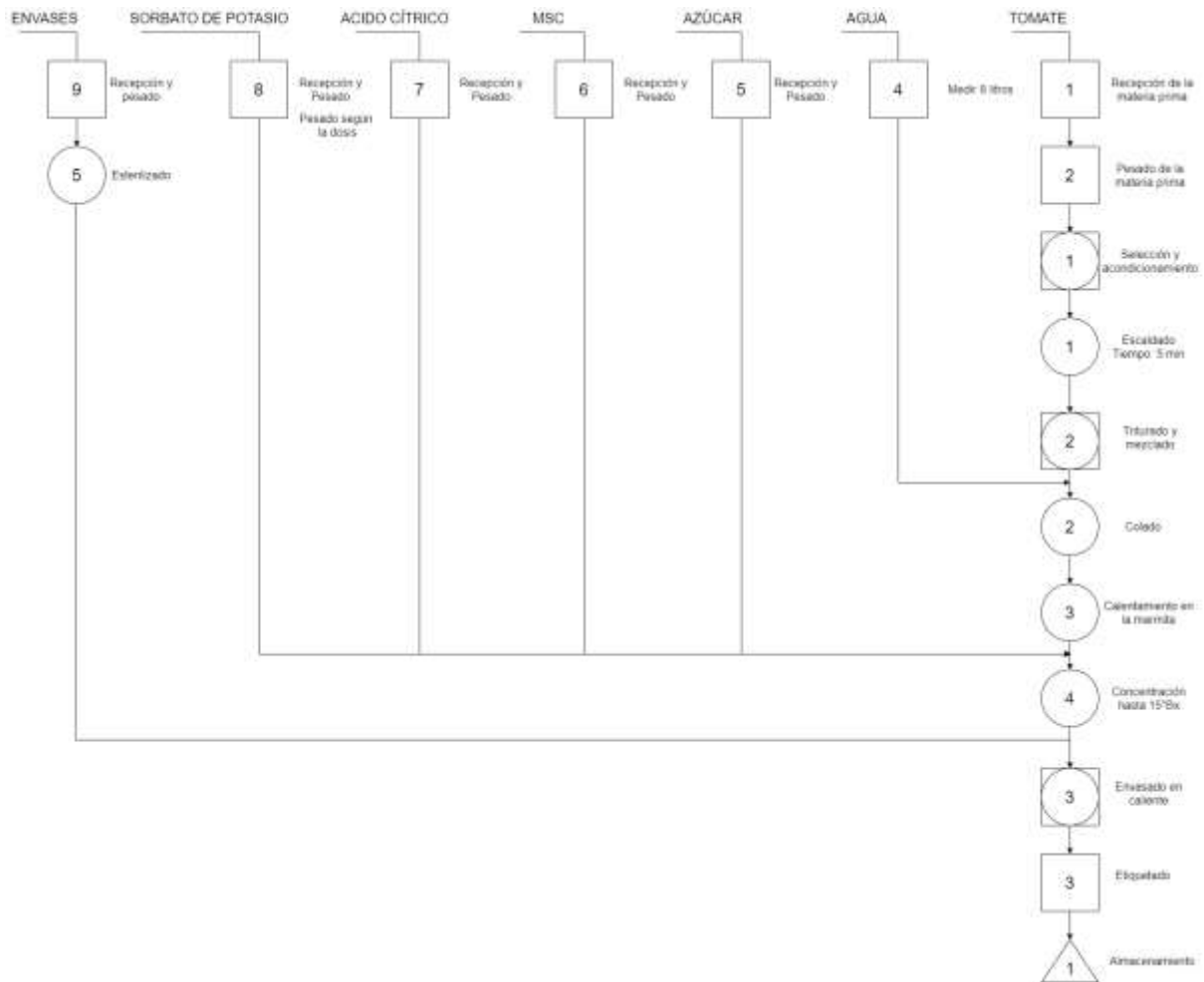
- Elaboración del tratamiento Blanco



- Elaboración del tratamiento CMC.



• Elaboración del tratamiento MSC.



Anexo B: Muestras empleadas para el análisis fisicoquímico en un periodo de 60 días.

Primer control



Segundo Control



Tercer control



Cuarto control



Quinto control



Sexto control



Séptimo control



Octavo control



Noveno control



Décimo control



Undécimo control



Duodécimo control



Anexo C: Tablas de resultados obtenidos para análisis fisicoquímicos de los cinco tratamientos.

C1: Resultados de la variación del pH de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
0	4,000	3,980	4,020	3,970	3,930
5	4,020	3,990	4,040	3,980	3,950
10	4,040	4,020	4,040	4,020	3,950
15	4,040	4,020	4,050	4,020	3,950
20	4,040	4,030	4,050	4,020	4,000
25	4,050	4,030	4,050	4,020	4,000
30	4,050	4,050	4,050	4,020	4,010
35	4,050	4,050	4,060	4,030	4,050
40	4,060	4,060	4,060	4,040	4,06
45	4,080	4,080	4,070	4,060	4,080
50	4,120	4,110	4,110	4,060	4,090
55	4,160	4,140	4,150	4,090	4,090
60	4,170	4,150	4,160	4,090	4,100

C2: Resultados de la variación de acides titulable de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
(g ácido cítrico/100 ml de néctar)					
0	0,480	0,500	0,490	0,480	0,510
5	0,480	0,490	0,480	0,470	0,510
10	0,470	0,460	0,470	0,460	0,460
15	0,460	0,460	0,460	0,450	0,450
20	0,460	0,450	0,460	0,450	0,450
25	0,450	0,450	0,450	0,450	0,440
30	0,450	0,440	0,450	0,440	0,440
35	0,450	0,440	0,450	0,440	0,440
40	0,450	0,440	0,450	0,440	0,440
45	0,450	0,430	0,430	0,430	0,440
50	0,450	0,430	0,430	0,430	0,430
55	0,440	0,430	0,430	0,430	0,430
60	0,440	0,420	0,430	0,430	0,420

C3: Resultados de la variación de sólidos solubles de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
(°Bx)					
0	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700
5	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700
10	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700
15	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700
20	13,600	13,600	13,700	13,700	13,700
25	13,600	13,600	13,700	13,700	13,700
30	13,600	13,600	13,600	13,700	13,700
35	13,600	13,600	13,600	13,700	13,700
40	13,600	13,600	13,600	13,700	13,700
45	13,600	13,600	13,600	13,700	13,700
50	13,500	13,600	13,500	13,700	13,700
55	13,500	13,600	13,500	13,700	13,700
60	13,500	13,600	13,500	13,700	13,700

C4: Resultados de la variación de sólidos en suspensión de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
(ml)					
0	38,000	52,000	47,000	55,000	54,000
5	40,000	54,000	48,000	55,000	54,000
10	40,000	55,000	51,000	56,000	55,000
15	40,000	55,000	53,000	56,000	55,000
20	42,000	56,000	54,000	56,000	55,000
25	44,000	56,000	54,000	57,000	56,000
30	44,000	57,000	55,000	57,000	56,000
35	45,000	59,000	55,000	58,000	57,000
40	46,000	61,000	56,000	58,000	58,000
45	46,000	62,000	57,000	58,000	58,000
50	46,000	64,000	57,000	59,000	58,000
55	48,000	64,000	57,000	60,000	59,000
60	49,000	66,000	57,000	61,000	59,000

C5: Resultados de la variación de turbidez de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
(UA)					
0	1,691	1,675	1,682	1,915	2,175
5	1,679	1,668	1,696	1,905	2,166
10	1,529	1,628	1,655	1,890	2,173
15	1,546	1,563	1,577	2,025	2,185
20	1,423	1,319	1,637	1,913	2,195
25	1,478	1,495	1,471	1,864	2,136
30	1,496	1,531	1,483	1,907	2,246
35	1,559	1,480	1,532	1,956	2,236
40	1,454	1,388	1,526	1,963	2,254
45	1,489	1,229	1,489	1,823	2,119
50	1,462	1,337	1,427	1,798	2,048
55	1,494	1,179	1,428	1,780	2,076
60	1,474	1,167	1,527	1,770	2,093

C6: Resultados de la variación de la viscosidad de los cinco tratamientos durante 60 días.

Días	T1	T2	T3	T4	T5
(mPa.s)					
0	147,520	281,210	299,470	580,410	1352,220
5	155,240	272,420	303,870	605,530	1320,400
10	180,800	312,140	335,060	579,010	1307,670
15	143,360	308,280	315,210	590,340	1285,480
20	144,400	302,780	282,510	582,520	1240,500
25	157,500	309,310	270,720	569,140	1260,030
30	151,320	270,650	285,610	590,420	1221,240
35	123,380	315,220	275,740	597,910	1235,030
40	130,980	288,540	221,310	550,470	1256,050
45	110,580	269,600	245,880	568,140	1245,910
50	92,710	239,510	232,520	547,220	1251,910
55	130,270	280,540	199,520	564,800	1250,530
60	120,600	274,670	204,640	555,870	1266,220

Anexo D: Valores *pvalue* y *alpha* para parámetros fisicoquímicos.**D1: Valores del ANOVA para pH.**

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha		0,05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	StdErr	Lower	Upper
Blanco	13	52,88	4,0676923	0,0026692	0,0320308	0,013839	4,0400101	4,0953745
CMC 0,1	13	52,71	4,0546154	0,0027936	0,0335231	0,013839	4,0269332	4,0822976
Chía 0,1	13	52,91	4,07	0,00185	0,0222	0,013839	4,0423178	4,0976822
Chia 0,3	13	52,42	4,0323077	0,0013026	0,0156308	0,013839	4,0046255	4,0599899
Chia 0,5	13	52,26	4,02	0,0038333	0,046	0,013839	3,9923178	4,0476822

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	Pvalue	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grp	0,02524	4	0,00631	2,5343975	0,0493448	0,1445386	0,4415356	0,0862777
Within Group	0,1493846	60	0,0024897					
Total	0,1746246	64	0,0027285					

TUKEY HSDIKRAMER						alpha		0,05	
group	mean	n	ss	df	q-crit				
Blanco	4,0676923	13	0,0320308						
CMC 0,1	4,0546154	13	0,0335231						
Chía 0,1	4,07	13	0,0222						
Chia 0,3	4,0323077	13	0,0156308						
Chia 0,5	4,02	13	0,046						
		65	0,1493846	60	3,977				

Q TEST									
group 1	group 2	mean	stderr	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
Blanco	CMC 0,1	0,0130769	0,013839	0,9449306	-0,041961	0,0681147	0,9624595	0,0550378	0,2620766
Blanco	Chía 0,1	0,0023077	0,013839	0,1667525	-0,05273	0,0573455	0,9999551	0,0550378	0,0462488
Blanco	Chia 0,3	0,0353846	0,013839	2,5568712	-0,019653	0,0904224	0,3786524	0,0550378	0,7091485
Blanco	Chia 0,5	0,0476923	0,013839	3,4462176	-0,007346	0,1027301	0,1196271	0,0550378	0,9558088
CMC 0,1	Chía 0,1	0,0153846	0,013839	1,116831	-0,039653	0,0704224	0,9336849	0,0550378	0,3083254
CMC 0,1	Chia 0,3	0,0223077	0,013839	1,6119405	-0,03273	0,0773455	0,7847924	0,0550378	0,4470719
CMC 0,1	Chia 0,5	0,0346154	0,013839	2,501287	-0,020422	0,0896532	0,4011268	0,0550378	0,6937322
Chía 0,1	Chia 0,3	0,0376923	0,013839	2,7236236	-0,017346	0,0927301	0,3151385	0,0550378	0,7553973
Chía 0,1	Chia 0,5	0,05	0,013839	3,6129701	-0,005038	0,1050378	0,0922085	0,0550378	1,0020576
Chia 0,3	Chia 0,5	0,0123077	0,013839	0,8893465	-0,04273	0,0673455	0,9698168	0,0550378	0,2466603

D2: Valores del ANOVA para Acidez.

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha		0,05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	StdErr	Lower	Upper
Blanco	13	5,93	0,4561538	0,0001756	0,0021077	0,0057769	0,4445983	0,4677094
CMC 0,1	13	5,84	0,4492308	0,0005577	0,0066923	0,0057769	0,4376752	0,4607863
Chía 0,1	13	5,88	0,4523077	0,0003859	0,0046308	0,0057769	0,4407521	0,4638632
Chia 0,3	13	5,8	0,4461538	0,000259	0,0031077	0,0057769	0,4345983	0,4577094
Chia 0,5	13	5,86	0,4507692	0,000791	0,0094923	0,0057769	0,4392137	0,4623248

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	Pvalue	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grp	0,0007138	4	0,0001785	0,4113475	0,7997781	0,0266912	0,1778823	-0,037586
Within Group	0,0260308	60	0,0004338					
Total	0,0267446	64	0,0004179					

D3: Valores del ANOVA y Test de Tukey para Sólidos Solubles (°Bx).

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha		0,05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
Blanco	13	176,9	13,61	0,0057692	0,0692308	0,0151911	13,577306	13,638079
CMC 0,1	13	177,2	13,63	0,0023077	0,0276923	0,0151911	13,600383	13,661156
Chía 0,1	13	177,1	13,62	0,0069231	0,0830769	0,0151911	13,59269	13,653464
Chia 0,3	13	178,1	13,70	3,418E-30	4,102E-29	0,0151911	13,669613	13,730387
Chia 0,5	13	178,1	13,70	3,418E-30	4,102E-29	0,0151911	13,669613	13,730387

ANOVA

Sources	SS	df	MS	F	Pvalue	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	0,1021538	4	0,0255385	8,5128205	1,651E-05	0,3620502	0,8092171	0,3161586
Within Group	0,18	60	0,003					
Total	0,2821538	64	0,0044087					

TUKEY HSD/KRAMER

		alpha		0,05	
group	mean	n	ss	df	q-crit
Blanco	13,607692	13	0,0692308		
CMC 0,1	13,630769	13	0,0276923		
Chía 0,1	13,623077	13	0,0830769		
Chia 0,3	13,7	13	4,102E-29		
Chia 0,5	13,7	13	4,102E-29		
		65	0,18	60	3,977

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
Blanco	CMC 0,1	0,0230769	0,0151911	1,5191091	-0,037338	0,0834919	0,8189885	0,060415	0,421325
Blanco	Chía 0,1	0,0153846	0,0151911	1,0127394	-0,04503	0,0757996	0,9520055	0,060415	0,2808834
Blanco	Chia 0,3	0,0923077	0,0151911	6,0764362	0,0318927	0,1527227	0,000599	0,060415	1,6853002
Blanco	Chia 0,5	0,0923077	0,0151911	6,0764362	0,0318927	0,1527227	0,000599	0,060415	1,6853002
CMC 0,1	Chía 0,1	0,0076923	0,0151911	0,5063697	-0,052723	0,0681073	0,9963885	0,060415	0,1404417
CMC 0,1	Chia 0,3	0,0692308	0,0151911	4,5573272	0,0088158	0,1296457	0,0169168	0,060415	1,2639751
CMC 0,1	Chia 0,5	0,0692308	0,0151911	4,5573272	0,0088158	0,1296457	0,0169168	0,060415	1,2639751
Chía 0,1	Chia 0,3	0,0769231	0,0151911	5,0636968	0,0165081	0,137338	0,0059678	0,060415	1,4044168
Chía 0,1	Chia 0,5	0,0769231	0,0151911	5,0636968	0,0165081	0,137338	0,0059678	0,060415	1,4044168
Chia 0,3	Chia 0,5	0	0,0151911	0	-0,060415	0,060415	1	0,060415	0

D4: Valores del ANOVA y Test de Tukey para Sólidos en suspensión.

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha		0,05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
Blanco	13	568	43,69	11,730769	140,76923	0,8735653	41,944917	45,439699
CMC 0,1	13	761	58,54	19,769231	237,23077	0,8735653	56,791071	60,285852
Chía 0,1	13	701	53,92	11,410256	136,92308	0,8735653	52,175686	55,670468
Chia 0,3	13	746	57,38	3,4230769	41,076923	0,8735653	55,637225	59,132006
Chia 0,5	13	734	56,46	3,2692308	39,230769	0,8735653	54,714148	58,208929

ANOVA

Sources	SS	df	MS	F	Pvalue	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grc	1876,7692	4	469,19231	47,295167	6,687E-18	0,7592109	1,9073777	0,7401878
Within Group	595,23077	60	9,9205128					
Total	2472	64	38,625					

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0,05					
group	mean	n	ss	df	q-crit				
Blanco	43,692308	13	140,76923						
CMC 0,1	58,538462	13	237,23077						
Chía 0,1	53,923077	13	136,92308						
Chía 0,3	57,384615	13	41,076923						
Chía 0,5	56,461538	13	39,230769						
		65	595,23077	60	3,977				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
Blanco	CMC 0,1	14,846154	0,8735653	16,994898	11,371985	18,320323	6,661E-16	3,4741693	4,7135367
Blanco	Chía 0,1	10,230769	0,8735653	11,71151	6,7565999	13,704939	1,619E-10	3,4741693	3,2481885
Blanco	Chía 0,3	13,692308	0,8735653	15,674051	10,218138	17,166477	4,441E-15	3,4741693	4,3471997
Blanco	Chía 0,5	12,769231	0,8735653	14,617374	9,2950615	16,2434	6,106E-14	3,4741693	4,05413
CMC 0,1	Chía 0,1	4,6153846	0,8735653	5,2833881	1,1412153	8,0895539	0,0037066	3,4741693	1,4653482
CMC 0,1	Chía 0,3	1,1538462	0,8735653	1,320847	-2,320323	4,6280154	0,8825299	3,4741693	0,3663371
CMC 0,1	Chía 0,5	2,0769231	0,8735653	2,3775246	-1,397246	5,5510924	0,4531284	3,4741693	0,6594067
Chía 0,1	Chía 0,3	3,4615385	0,8735653	3,9625411	-0,012631	6,9357077	0,0513215	3,4741693	1,0990112
Chía 0,1	Chía 0,5	2,5384615	0,8735653	2,9058634	-0,935708	6,0126308	0,2532984	3,4741693	0,8059415
Chía 0,3	Chía 0,5	0,9230769	0,8735653	1,0566776	-2,551092	4,3972462	0,9443278	3,4741693	0,2930696

D5: Valores del ANOVA y Test de Tukey para Turbidez.

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha 0,05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
Blanco	13	19,774	1,5210769	0,0066672	0,0800069	0,029729	1,46161	1,5805439
CMC 0,1	13	18,659	1,4353077	0,0321189	0,3854268	0,029729	1,3758408	1,4947746
Chía 0,1	13	20,13	1,5484615	0,0086604	0,1039252	0,029729	1,4889946	1,6079285
Chía 0,3	13	24,509	1,8853077	0,0057851	0,0694208	0,029729	1,8258408	1,9447746
Chía 0,5	13	28,102	2,1616923	0,0042164	0,0505968	0,029729	2,1022254	2,2211592

ANOVA

Sources	SS	df	MS	F	P-value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grp	4,8360067	4	1,2090017	105,22567	2,081E-26	0,8752346	2,8450452	0,865118
Within Group	0,6893765	60	0,0114896					
Total	5,5253831	64	0,0863341					

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0,05					
group	mean	n	ss	df	q-crit				
Blanco	1,5210769	13	0,0800069						
CMC 0,1	1,4353077	13	0,3854268						
Chía 0,1	1,5484615	13	0,1039252						
Chía 0,3	1,8853077	13	0,0694208						
Chía 0,5	2,1616923	13	0,0505968						
		65	0,6893765	60	3,977				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
Blanco	CMC 0,1	0,0857692	0,029729	2,8850317	-0,032463	0,2040016	0,259942	0,1182324	0,8001638
Blanco	Chía 0,1	0,0273846	0,029729	0,9211402	-0,090848	0,145617	0,9657387	0,1182324	0,2554783
Blanco	Chía 0,3	0,3642308	0,029729	12,251682	0,2459984	0,4824632	3,641E-11	0,1182324	3,3980051
Blanco	Chía 0,5	0,6406154	0,029729	21,54847	0,522383	0,7588478	6,661E-16	0,1182324	5,9764703
CMC 0,1	Chía 0,1	0,1131538	0,029729	3,8061719	-0,005079	0,2313862	0,0671362	0,1182324	1,0556421
CMC 0,1	Chía 0,3	0,45	0,029729	15,136713	0,3317676	0,5682324	1,577E-14	0,1182324	4,198169
CMC 0,1	Chía 0,5	0,7263846	0,029729	24,433502	0,6081522	0,844617	6,661E-16	0,1182324	6,7766341
Chía 0,1	Chía 0,3	0,3368462	0,029729	11,330542	0,2186138	0,4550786	4,653E-10	0,1182324	3,1425268
Chía 0,1	Chía 0,5	0,6132308	0,029729	20,62733	0,4949984	0,7314632	6,661E-16	0,1182324	5,720992
Chía 0,3	Chía 0,5	0,2763846	0,029729	9,2967883	0,1581522	0,394617	1,312E-07	0,1182324	2,5784651

D6: Valores del ANOVA y Test de Tukey para Viscosidad.

ANOVA: Single Factor

DESCRIPTION		Alpha 0,05						
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
Blanco	13	1788,66	137,58923	522,78622	6273,4347	8,4226607	120,7414	154,43706
CMC 0,1	13	3724,87	286,52846	491,05796	5892,6956	8,4226607	269,68063	303,37629
Chía 0,1	13	3472,06	267,08154	1850,9932	22211,918	8,4226607	250,23371	283,92937
Chia 0,3	13	7481,78	575,52154	329,43741	3953,249	8,4226607	558,67371	592,36937
Chia 0,5	13	16493,19	1268,7069	1416,904	17002,848	8,4226607	1251,8591	1285,5548

ANOVA

Sources	SS	df	MS	F	Pvalue	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Grp	10757831	4	2689457,8	2916,2367	5,76E-68	0,9948827	14,977513	0,9944567
Within Group	55334,146	60	922,23576					
Total	10813165	64	168955,71					

TUKEY HSD/KRAMER

		alpha 0,05			
group	mean	n	ss	df	q-crit
Blanco	137,58923	13	6273,4347		
CMC 0,1	286,52846	13	5892,6956		
Chía 0,1	267,08154	13	22211,918		
Chia 0,3	575,52154	13	3953,249		
Chia 0,5	1268,7069	13	17002,848		
		65	55334,146	60	3,977

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
Blanco	CMC 0,1	148,93923	8,4226607	17,683157	115,44231	182,43615	6,661E-16	33,496921	4,9044253
Blanco	Chía 0,1	129,49231	8,4226607	15,374276	95,995386	162,98923	8,882E-15	33,496921	4,2640569
Blanco	Chia 0,3	437,93231	8,4226607	51,994533	404,43539	471,42923	6,661E-16	33,496921	14,420689
Blanco	Chia 0,5	1131,1177	8,4226607	134,29458	1097,6208	1164,6146	5,551E-16	33,496921	37,246615
CMC 0,1	Chía 0,1	19,446923	8,4226607	2,3088812	-14,05	52,943845	0,4829345	33,496921	0,6403684
CMC 0,1	Chia 0,3	288,99308	8,4226607	34,311376	255,49616	322,49	6,661E-16	33,496921	9,5162635
CMC 0,1	Chia 0,5	982,17846	8,4226607	116,61142	948,68154	1015,6754	6,661E-16	33,496921	32,34219
Chía 0,1	Chia 0,3	308,44	8,4226607	36,620257	274,94308	341,93692	6,661E-16	33,496921	10,156632
Chía 0,1	Chia 0,5	1001,6254	8,4226607	118,92031	968,12846	1035,1223	6,661E-16	33,496921	32,982559
Chia 0,3	Chia 0,5	693,18538	8,4226607	82,300049	659,68846	726,68231	6,661E-16	33,496921	22,825927

Anexo E: Valores pvalue y alpha para parámetros sensoriales.**E1: Valores del Test de Tukey para Apariencia**

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group	mean	n	ss	df	q-crit		
M1	3,66	50	25,22				
M2	4,04	50	31,92				
M3	5,64	50	41,52				
		150	98,66	147	3,3482857		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	stderr	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,38	0,1158582	3,2798706	-0,007926	0,7679265	0,0562601	0,3879265	0,4638437
M1	M3	1,98	0,1158582	17,089852	1,5920735	2,3679265	9,548E-15	0,3879265	2,4168701
M2	M3	1,6	0,1158582	13,809981	1,2120735	1,9879265	9,659E-15	0,3879265	1,9530263

E2: Valores del Test de Tukey para Turbidez.

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group	mean	n	ss	df	q-crit		
M1	3,32	50	36,88				
M2	4,14	50	32,02				
M3	5,54	50	88,42				
		150	157,32	147	3,3482857		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	stderr	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,82	0,1463013	5,6048701	0,3301413	1,3098587	0,0003369	0,4898587	0,7926483
M1	M3	2,22	0,1463013	15,174161	1,7301413	2,7098587	9,659E-15	0,4898587	2,1459504
M2	M3	1,4	0,1463013	9,5692904	0,9101413	1,8898587	8,76E-10	0,4898587	1,353302

E3: Valores del Test de Tukey para Olor

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group	mean	n	ss	df	q-crit		
M1	6	50	50				
M2	5,48	50	88,48				
M3	5,6	50	82				
		150	220,48	147	3,3482857		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	stderr	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,52	0,1731972	3,0023576	-0,053914	1,0999138	0,0886885	0,5799138	0,4245975
M1	M3	0,4	0,1731972	2,3095058	-0,179914	0,9799138	0,2350331	0,5799138	0,3266134
M2	M3	0,12	0,1731972	0,6928517	-0,453914	0,6999138	0,8762145	0,5799138	0,097984

E4: Valores del Test de Tukey para Sabor

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05		
group	mean	n	ss	df	q-crit		
M1	5,24	50	111,12				
M2	4,62	50	107,78				
M3	4,96	50	131,92				
		150	350,82	147	3,3482857		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	stderr	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,62	0,2184734	2,8378745	-0,111511	1,3515113	0,114169	0,7315113	0,4013361
M1	M3	0,28	0,2184734	1,2816207	-0,451511	1,0115113	0,6372295	0,7315113	0,1812485
M2	M3	0,34	0,2184734	1,5562538	-0,391511	1,0715113	0,5153288	0,7315113	0,2200875

E5: Valores del Test de Tukey para Acidez

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05	
group	mean	n	ss	df	q-crit	
M1	4,72	50	144,08			
M2	4,16	50	152,72			
M3	4,88	50	99,28			
		150	396,08	147	3,3482857	

Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,56	0,2321388	2,4123496	-0,217267	1,3372671	0,2064432	0,7772671	0,3411577
M1	M3	0,16	0,2321388	0,6892427	-0,617267	0,9372671	0,8774167	0,7772671	0,0974736
M2	M3	0,72	0,2321388	3,1015923	-0,057267	1,4972671	0,0756814	0,7772671	0,4386314

E6: Valores del Test de Tukey para Aceptabilidad general

TUKEY HSD/KRAMER			alpha		0,05	
group	mean	n	ss	df	q-crit	
M1	5,4	50	38			
M2	5,52	50	26,48			
M3	6,06	50	24,82			
		150	89,3	147	3,3482857	

Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
M1	M2	0,12	0,1102255	1,0886773	-0,249066	0,4890665	0,7221008	0,3690665	0,1539622
M1	M3	0,66	0,1102255	5,9877254	0,2909335	1,0290665	0,0001188	0,3690665	0,8467922
M2	M3	0,54	0,1102255	4,8990481	0,1709335	0,9090665	0,0020043	0,3690665	0,69283

E7: Encuesta realizada en el análisis sensorial.

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL - ESCALA HEDÓNICA ESTRUCTURADA

Nombre: _____

Fecha: ____/____/____

Producto: Néctar de tomate de árbol

Los productos que se encuentran frente a usted son néctares de tomate de árbol con o sin estabilizante.

Una de las muestras posee carboximetilcelulosa (estabilizante comercial), otra posee mucílago de semilla de chía (estabilizante natural) y la última no posee estabilizante. Las muestras se colocarán sin un orden específico.

Pruebe por favor las muestras intercalando con agua para una mejor degustación e indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describe su reacción ante cada uno de los atributos a evaluar.

Valor	Escala de aceptabilidad	Aparencia			Turbidez			Olor			Sabor			Acidez			Aceptabilidad		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
7	Me gusta mucho																		
6	Me gusta moderadamente																		
5	Me gusta levemente																		
4	No me gusta ni me disgusta																		
3	Me disgusta levemente																		
2	Me disgusta moderadamente																		
1	Me disgusta mucho																		