

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS
DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN JUGO DE
NARANJA**

POR:

JEIMY SCARLETH RODRIGUEZ AGUILAR

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2024

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS DE LA
CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN JUGO DE NARANJA.

.

POR:

JEIMY SCARLETH RODRIGUEZ AGUILAR

**M.S.c. LIDIA MAGDALENA DIAZ
PINEDA**

Asesor Principal

ANTEPROYECTO DE TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A

JUNIO, 2024

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Conservación de alimentos	4
4.2 Jugo de frutas	5
4.3. Microorganismos de deterioro presentes en jugo de frutas	5
4.4 Antimicrobianos	6
4.4.1 Antimicrobianos de origen vegetal	7
4.5 Maracuyá	7
4.6.1. Compuestos fenólicos	8
4.6.2 Terpenoides (Carotenoides)	9
4.7 Aplicaciones en la industria Alimentaria	10
V. MATERIALES Y METODOS	12
5.1. Descripción y Localización del área de la investigación	12
5.2 Materiales y Equipos	13
5.3 Metodología	13
5.3.1 Variable Independiente	13
5.3.2 Variable Dependiente	14
5.5 Diseño experimental y análisis estadístico	20

VI. PRESUPUESTO.....	21
VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	22
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	23

I. INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos es el conjunto de métodos y técnicas utilizadas para prolongar la vida útil de los alimentos, manteniendo su calidad y seguridad. Estos métodos inhiben el crecimiento de microorganismos, reducen la actividad enzimática y evitan la oxidación, entre otros procesos que pueden deteriorar los alimentos (Fellows, 2016). El deterioro de los alimentos se define como un proceso que cambia el aspecto inicial y las propiedades físicas, químicas y biológicas de los productos, haciéndolos no aptos para el consumo debido a la presencia de microorganismos (Vietnam; et al, 2023).

En los últimos años la estabilidad microbiológica de los jugos se ha controlado mediante diversos métodos de conservación físicos y químicos (Kharchoufi; et al, 2018). No obstante, estos métodos afectan las propiedades organolépticas, nutricionales y fisicoquímicas del jugo, por ello, actualmente existe un creciente interés en la búsqueda de nuevos métodos para la conservación de alimentos, dado a preocupaciones sobre los efectos adversos en la salud y el medio ambiente, dentro de los cuales destaca el uso de conservantes naturales obtenidos de desechos agroindustriales (Tomadoni; et al, 2015).

La maracuyá (*Passiflora edulis*) es una fruta originaria de América tropical produce grandes cantidades de subproductos (semillas y cáscara) que representan el 65% al 70% del peso de la fruta y que comúnmente se desechan (Canteri; et al, 2012). La cáscara de la maracuyá muestra grandes beneficios dado a sus propiedades antioxidantes, antimicrobiana, por su contenido en compuestos fenólicos y carotenoides (López; et al, 2021). El objetivo de la investigación consiste en extraer compuestos bioactivos de la cáscara de maracuyá, posteriormente evaluar el impacto que ejercen sobre la vida útil en el jugo de naranja.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto antimicrobiano de extractos de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en jugo de naranja.

2.2. Objetivos Específicos

Extraer compuestos bioactivos de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

Adicionar diferentes concentraciones del extracto de la cáscara de maracuyá en el jugo.

Evaluar comportamiento del extracto en el jugo de naranja a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

III. HIPÓTESIS

Ho. El extracto de la cáscara de maracuyá no reducirá el crecimiento de microorganismos de deterioro en jugo de naranja.

Ha. El extracto de la cáscara de maracuyá reducirá el crecimiento de microorganismos de deterioro en jugo de naranja.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Conservación de alimentos

El principal objetivo de la conservación de los alimentos es combatir el deterioro causado por microorganismos. Contribuyendo a la preservación por periodos más extensos, ocasionando que en algunas ocasiones cambien las características organolépticas de dichos alimentos (FDA, 2019).

La contaminación microbiana afecta negativamente la vida útil y la calidad general de los alimentos. Estos microorganismos degradan directamente el alimento provocando su deterioro o degradando sus propiedades organolépticas. Además, la contaminación microbiana aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos, y el consumo de productos frescos sin procesar o mal procesados es responsable de una alta carga de enfermedades (Bolton; et al, 2023).

Dada la importancia de los alimentos es que se han creado métodos que ayuden a que estos puedan brindar más cualidades por más tiempo, todos los alimentos que tenemos provienen de plantas o animales y su origen biológico es lo que causa transformaciones que llevan hasta su deterioro, estas transformaciones incluyen reacciones químicas y físicas, pero además ellos sufren procesos producidos por los microorganismos que abundan en el suelo, agua y aire (Salvatierra, 2019).

Hoy en día, los consumidores están más interesados en productos mínimamente procesados sin aditivos agregados, cuya inocuidad esté garantizada y con una vida útil extendida (Khan; et al, 2016). Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste

en exponer a los microorganismos a un medio hostil, mediante uno o más factores, para prevenir o retrasar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Estos factores incluyen acidez, reducción de actividad de agua, presencia de preservantes, altas o bajas temperaturas, radiación UV, entre otros (Leistner & Gould, 2012).

4.2 Jugo de frutas

Según el Codex Alimentarius (2022), se entiende por zumo (jugo) de fruta el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad.

4.3. Microorganismos de deterioro presentes en jugo de frutas

Los microorganismos (MO) son la principal causa de deterioro grave y rápido que pueden dañar las frutas en cualquier momento de su vida, produciendo daños irreversibles, los cuales se detectan fácilmente por el cambio producido en una o más de sus características sensoriales, es decir su apariencia, aroma, color, sabor y textura (Palomino, 2014).

Los jugos de fruta son alimentos con alta actividad de agua que contienen azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas y otros nutrientes que favorecen el crecimiento microbiano, donde la pérdida de calidad puede ocurrir por causas enzimáticas, químicas, físicas y microbiológicas. El principal deterioro de los jugos de fruta no pasteurizados se atribuye a microorganismos pertenecientes a la microbiota del jugo (microorganismos de deterioro), como hongos y levaduras, los cuales pueden reducir la calidad y valor nutricional del producto, haciéndolo no apto para el consumo y disminuyendo su vida útil. (Raybaudi- Massilia et al.2009; Aneja et al., 2014b).

Existen tres grupos principales de microorganismos relacionados al deterioro de jugos de frutas no pasteurizados: hongos, levaduras y bacterias.

Hongos: Gran parte de los hongos son microorganismos aeróbicos, tolerantes de bajo pH y altas concentraciones de azúcar. Pueden producir olores desagradables y formación de estela micelar en jugos. *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Eurotium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.*, *Paecilomyces spp.*, y *Botrytis spp* son algunos de los géneros involucrados en el deterioro de los jugos (Raybaudi-Massilia et al. 2009; Aneja et al. 2014a).

Levaduras: Estos microorganismos son capaces de desarrollarse en condiciones de pH bajo, alto contenido de azúcares y temperaturas de refrigeración. El deterioro causado por levaduras puede reducir la calidad organoléptica, ya que genera turbidez, producción de CO₂, olores desagradables y cambios de color. *Candida maltosa*, *Pichia anómala*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe* son las especies que se encuentran principalmente relacionadas en el deterioro de jugos de fruta (Tournas et al. 2006; Raybaudi-Massilia et al. 2009; Aneja et al. 2014a).

Bacterias: Según Tarifa (2016), describe a las bacterias lácticas, mohos y levaduras como parte de la microbiota de los jugos a base de fruta y siendo las bacterias lácticas las responsables del deterioro primario de jugos de frutas debido a que pueden producir metabolitos como ácido acético y fórmico, etanol y dióxido de carbono alterando el sabor del jugo. Géneros como *Acetobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas* y *Zymomonas* se han reportado como microorganismos de descomposición de jugos (Raybaudi-Massilia et al. 2009; Sospedra et al. 2012; Aneja et al. 2014a).

4.4 Antimicrobianos

Los antimicrobianos son sustancias que destruyen microorganismos o impiden su

multiplicación o desarrollo (Girón, 2008). Pueden provenir de fuentes naturales o de la síntesis química. Los conservantes tradicionales más ampliamente usados son los propianatos, sorbatos y benzoatos. La selección y el uso de estos antimicrobianos está regulada por la legislación de cada país o región y para cada alimento en particular (Smid & Gorris, 2020).

4.4.1 Antimicrobianos de origen vegetal

La utilización de alternativas naturales de origen vegetal con el fin de cuidar y mejorar la vida útil de los alimentos, utilizando dichos agentes naturales con el fin de conservar los productos sin alterar sus características mediante la ayuda de extractos de plantas, así como de aceites esenciales. (Tajkarimi; et al, 2010). Los fuertes efectos antimicrobianos de algunos materiales vegetales se deben principalmente a la presencia de los compuestos bioactivos principales, compuestos fenólicos, terpenos, alcoholes alifáticos, aldehídos, ácidos e isoflavonoides. (Tiwari; et al, 2009).

Entre las tecnologías de preservación emergentes, el uso de productos naturales está ganando interés y ha sido ampliamente estudiado en los últimos años. El objetivo de la aplicación de los biopreservantes (entre los que se destacan aceites esenciales, fitoquímicos y extractos de frutas y vegetales) no es únicamente combatir la microflora deteriorante del producto, sino también garantizar la seguridad ante la eventual contaminación con un patógeno, y a su vez mejorar el aporte nutricional del alimento mediante el agregado de compuestos bioactivos con propiedades funcionales (Tomadoni, 2017).

4.5 Maracuyá

La maracuyá (*Passiflora edulis*), es una fruta tropical apreciada por su atractivo y valor nutricional. Siendo la variedad amarilla y la variedad morada las especies más conocidas; ambas ricas en carbohidratos, proteínas, lípidos y compuestos bioactivos. A pesar de su potencial, los subproductos del maracuyá, como las semillas y la cáscara, son infrautilizados,

a pesar de ser fuentes de compuestos fenólicos y carotenoides (Campos; et al, 2023). Según Gonzales-Gallego et al. (2014), es una fruta con un alto contenido nutraceutico que incluye ácido fenólico, flavonoides y carotenoides. Las antocianinas son los compuestos mayoritarios dentro del grupo de flavonoides, mientras que el β -caroteno es el componente principal de los carotenoides.

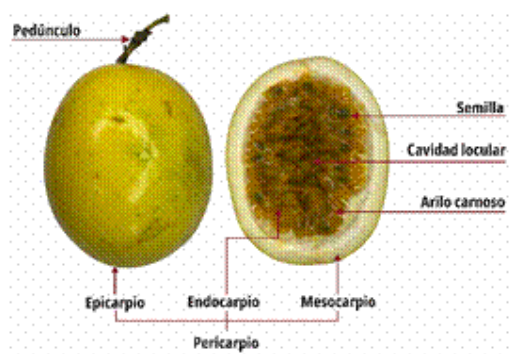


Figura 1. Morfología de la maracuyá (*Passiflora edulis*)

Fuente: (Campos; et al, 2023).

4.6 Compuestos bioactivos presentes en la cáscara de maracuyá

Los compuestos bioactivos comprenden sustancias nutrientes y no nutrientes que exhiben distintos efectos metabólicos o fisiológicos. Entre los compuestos bioactivos destacan los carotenoides, compuestos fenólicos, antocianinas, ácido ascórbico y tocoferoles, los cuales se encuentran ampliamente difundidos en la naturaleza y están presentes en diversos frutos, hojas y flores, brindando beneficios para la salud y protegiendo al cuerpo humano contra diferentes enfermedades crónicas nocivas (Fonseca, 2024).

4.6.1. Compuestos fenólicos

Son metabolitos secundarios producidos por las plantas y dentro de la amplia variedad de

moléculas con la estructura de los polifenoles, generalmente se dividen en flavonoides y no flavonoides. Muchos de estos compuestos presentan actividad antibacteriana, antifúngica y antiviral (Daglia, 2012). Además de ser antimicrobianos y antioxidantes, presentan actividad antimutagénica, antiinflamatoria, anticancerígena, antialérgica y antihipertensiva (Silva; et al, 2018). Su uso como conservante natural ha ganado interés (Schieber, 2017) ya que han demostrado efecto inhibitorio frente a bacterias causando un daño estructural o funcional en la membrana celular.

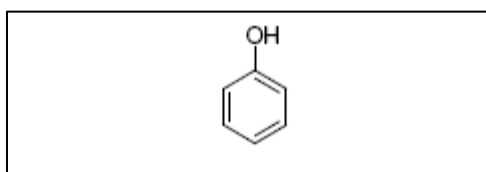


Figura 2: Estructura química del fenol

Fuente: (Peñarrieta, 2004)

4.6.2 Terpenoides (Carotenoides)

Los carotenoides, son pigmentos naturales que se encuentran en frutas y verduras, ofrecen importantes beneficios para la salud. Actúan como potentes antioxidantes, protegiendo contra el estrés oxidativo y los radicales libres. Además, su actividad provitamina A favorece funciones vitales como la visión, la salud de la piel y la inmunidad. Los carotenoides están relacionados con una serie de ventajas para la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades crónicas (Razzak, 2024). Diversos compuestos bioactivos presentes en frutas como los compuestos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides, taninos y cumarinas) y carotenoides se les han atribuido un poder antimicrobiano (Surveswaran; et al, 2007).

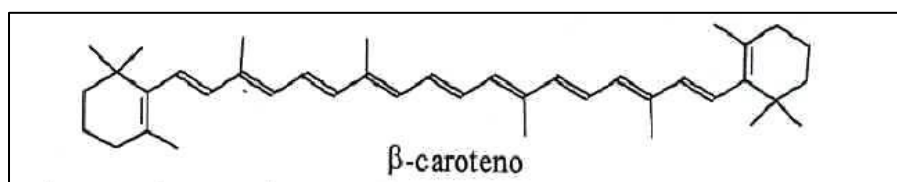


Figura 3: Estructura químicas de b -caroteno

Fuente: (Meléndez, 2004)

4.7 Aplicaciones en la industria Alimentaria

Los antimicrobianos naturales se están convirtiendo en una alternativa viable en la industria alimentaria para disminuir los riesgos para la salud y las pérdidas económicas ocasionadas debido a la contaminación por microorganismos (Pisoschi; et al, 2018). Los antimicrobianos procedentes de plantas han recibido gran interés debido a su baja toxicidad, a su actividad farmacológica y a su viabilidad económica, además de tener también propiedades para la eliminación de radicales, a los cuales está asociado el deterioro de la calidad organoléptica de los alimentos y enfermedades como el cáncer. Por lo tanto, promueven la conservación de alimentos y son una alternativa para tratar distintas enfermedades (Chouhan; et al, 2017).

Existe el desafío en la industria alimentaria, a la hora de adicionar los antimicrobianos naturales, para que no produzcan cambios negativos en las características sensoriales, pero sean útiles para la conservación (Stopforth; et al, 2005). La adición de extractos como antimicrobiano natural en jugos de fruta podría generar algunos inconvenientes, como otorgar un sabor astringente (Akhtar; et al, 2015). En este contexto, el uso de la tecnología de encapsulación ya sea mediante el uso de soportes orgánicos como inorgánicos, puede ser una técnica adecuada para la protección de diversas moléculas bioactivas como los antimicrobianos naturales, pero es necesaria la liberación al medio de dichas moléculas para que estas puedan ejercer su efecto antimicrobiano (Martínez; et al, 2020).

Otra metodología desarrollada en los últimos años para mejorar la aplicabilidad de los antimicrobianos naturales es la inmovilización de estos en un material o soporte inerte. La inmovilización se puede definir como el anclaje de moléculas bioactivas sobre la superficie

de un material de soporte preservando las propiedades de los compuestos anclados y aportando nuevas propiedades a los materiales de partida (Gupta; et al, 2016).

Se ha descubierto también que los aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas han sido objeto de investigación como antimicrobianos naturales, por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes para la conservación de los alimentos, a su vez, han mostrado beneficios en la alimentación y la salud humana; actualmente se estudian por sus propiedades biológicas como antitumorales, analgésicos, insecticidas, antidiabéticos y antiinflamatorio y por supuesto se amplía la investigación sobre las propiedades antioxidantes, antimicrobianas (Ribeiro; et al, 2017).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Descripción y Localización del área de la investigación

El trabajo de investigación será realizado en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola, en colaboración del Laboratorio de Microbiología ambos ubicados en el campus central de la Universidad Nacional de Agricultura, localizada en el Barrio, El Espino, kilómetro 6 carretera a Dulce Nombre de Culmí. Catacamas, Olancho, con coordenadas $14^{\circ}49'47''\text{N}$ $85^{\circ}50'40''\text{O}$, a una altura de 350 m.s.n.m en conjunto, con el Centro de Desarrollo Empresarial CDE MIPYME Región Lempa, localizada en el Barrio Eramani Av. España 1 cuadra al Oeste, La Esperanza Intibucá.

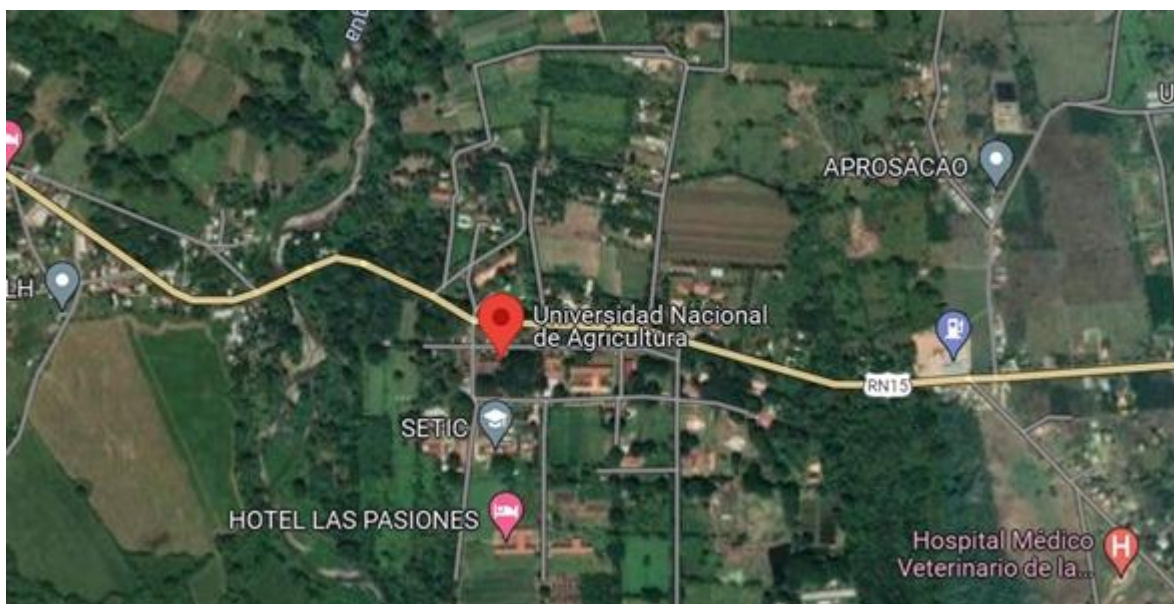


Figura 4. Mapa ubicación de la Universidad Nacional de Agricultura

Fuente: Google maps 2024

5.2 Materiales y Equipos

Cuadro 1. Descripción de materiales y equipos.

Materiales	Equipos	Reactivos
Probetas (100ml)	Deshidratador Industrial	Hipoclorito de sodio a 30ppm
Matraz Erlenmeyer (250ml)	Molino Industrial	Agua destilada
Beaker (250ml)	Centrifuga (BECKMAN)	Etanol 70%
Bureta (50ml)	Rotavapor	Agua potable
Micropipeta (1ml)	Agitador orbital	Hidróxido de sodio
Tubos de ensayo (10ml)	Mechero Busen	Agua peptonada
Placas Petri	Extractor de jugo (Gruenn X-60 AUTO)	Agar Standard
Gradilla	Refractómetro digital (Fsherbrand)	Agar Papa Dextrosa (PDA)
Pipeta volumétrica	PH-metro (ATC)	Fenolftaleína
Soporte Universal de titulación	Freezer (frigidaire)	
Algodón	Balanza (Weigh Gran)	
Papel toalla	Termobalanza	
Cinta adhesiva	Incubadora	
Guantes	Hidrómetro	
Mascarillas		
Gabacha		
Redecillas		
Cuaderno		
Lápiz		
Calculadora		
Envases		

5.3 Metodología

5.3.1 Variable Independiente

Extracto de cáscara de maracuyá

5.3.2 Variable Dependiente

Parámetros fisicoquímicos (°Brix, pH, Acidez, Color) y microbiológicos.

5.4 La investigación se desarrollará en cuatro etapas (**figura 5**).

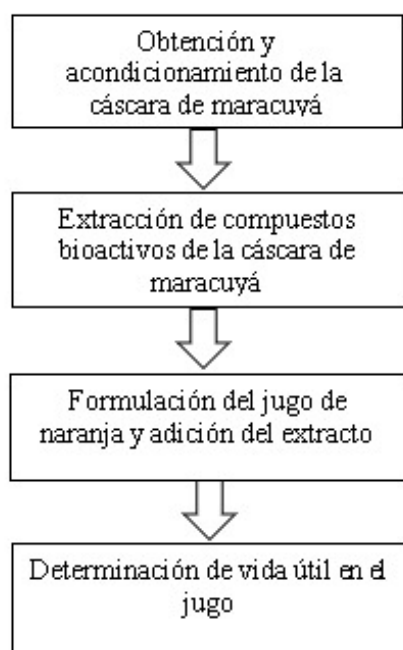


Figura 5: Etapas de la investigación

5.4.1 Etapa I: Obtención y acondicionamiento de residuos de maracuyá

Los residuos de maracuyá serán obtenidos en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola, ubicada en el campus central de la Universidad Nacional de Agricultura. La fruta será lavada con agua potable para eliminar cualquier compuesto residual y desinfectada en una solución de hipoclorito a 30 ppm, durante 5 min por inmersión. Luego se realizará el proceso de acondicionamiento, para retirar la pulpa con semillas del mesocarpio y endocarpio.

5.4.2 Etapa II: Extracción de compuestos bioactivos de la cáscara de maracuyá

La cascará de maracuyá se cortará en trozos de 1 x 1 cm² aproximadamente, se secará en un deshidratador a 60°C. Luego serán llevadas al molino para ser pulverizadas, reduciendo el tamaño de sus partículas con la utilización de un tamiz, posteriormente se almacenará al vacío a temperatura ambiente.

La extracción se obtendrá por el método convencional sólido-líquido. La harina se va a macerar con etanol al 70% la cual será colocada en un beaker durante 2 horas. Seguidamente se realizará el proceso de centrifugación a 4700 rpm a 5°C por 15 min. La cual va permitir obtener solamente el solvente conteniendo los compuestos bioactivos desechando de esta manera la matriz vegetal, luego se realizará un proceso subsecuente para eliminar el solvente por medio del uso de un rotavapor.

Una vez obtenido el extracto se realizarán los análisis fisicoquímicos: Humedad la cual será determinada mediante el método termogravimétrico, a través de la pérdida de peso usando un horno de mufla o una estufa, en el que el contenido de humedad se determina a partir del cambio de peso de la muestra después de la evaporación del agua absorbida en el horno (Austin; et al, 2013).

La densidad se realizará con un hidrómetro primero se limpiará cuidadosamente el cilindro de vidrio y el hidrómetro. Luego, se llenará el cilindro con el líquido a medir, evitando la introducción de burbujas de aire. Se colocará el cilindro y el hidrómetro en un baño termostático para alcanzar una temperatura uniforme de 20 °C. A continuación, se levantará el hidrómetro y se dejará caer suavemente, asegurándose de que flote libre y verticalmente en el líquido. Las lecturas se tomarán utilizando ya sea la línea inferior o la parte superior del menisco, según el tipo de líquido y la calibración del hidrómetro (OIML, 2011).

Para la medición de sólidos, solubles °brix, (Refractómetro digital Fsherbrand), pH (pHmetro ATC) y acidez la cual se realizará por medio de titulación con NaOH al 0.1N y

fenolftaleína como reactivos. Los análisis se llevarán a cabo por triplicado para obtener una correcta verificación de los datos.

5.4.3 Etapa IV. Formulación de jugo de naranja y adición del extracto.

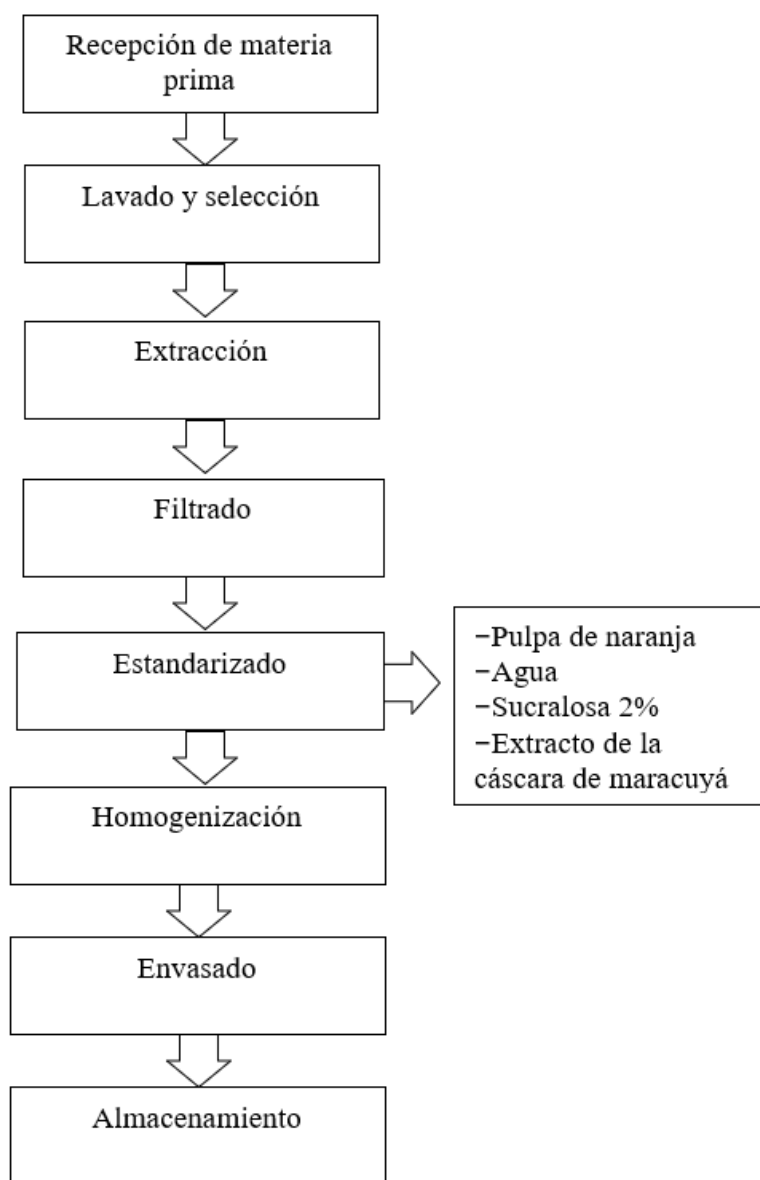


Figura 6. Diagrama de flujo de la elaboración de jugo de naranja.

Descripción del diagrama de flujo de la elaboración de jugo de naranja

- **Recepción de materia prima:** La materia prima (naranjas) serán adquiridas en el supermercado la Colonia en la ciudad de Catacamas, Olancho, las cuales serán procesadas en la Planta de Hortofrutícola de la Universidad Nacional de Agricultura.
- **Lavado y selección:** Las naranjas se lavarán por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a 30 ppm durante 3 min, con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la fruta. Con la selección se busca separar los frutos que no son aptos para la elaboración del jugo, como productos con daños mecánicos, arrugamientos, manchas, ataque biológico y defectos fisiológicos, reduciendo de esta manera la contaminación microbiológica.
- **Extracción:** El jugo se obtendrá mediante un extractor de jugo (Gruenn X-60 AUTO) el cual nos permite cortar, exprimir y separar las cáscaras de la naranja de una manera automática, se realizará de esta forma para evitar contacto directo.
- **Filtrado:** El objetivo de la etapa de filtrado, también conocida como tamizado, es reducir el contenido de pulpa del zumo de un 12,6% a un 9% separando a su vez, las semillas y sólidos en suspensión.
- **Estandarizado:** En esta operación se realizará la mezcla de los ingredientes: pulpa de naranja, agua, sucralosa 2%. Además, se adicionará las diferentes concentraciones del extracto de la cáscara de maracuyá.

- **Homogenización:** La homogenización se realizará con el objetivo de evitar que los sólidos de suspensión caigan al fondo, y así obtendremos un producto homogéneo y estandarizado. El tiempo de residencia del zumo en esta etapa es de 15 minutos, para de esta manera asegurar una mezcla homogénea. Posteriormente se seleccionará una muestra del jugo, para la realización de los análisis fisicoquímicos (pH, °brix, acidez titulable).
- **Envasado:** El envasado se realizará en botellas de vidrio previamente esterilizadas de 250 ml cada una.
- **Almacenamiento:** El jugo se almacenará en un freezer hasta su posterior utilización manteniéndose a una temperatura de -18°C.

Cuadro 2. Formulación de jugo de naranja

Ingredientes	Cantidad	
	%	ml
Pulpa de naranja	80%	800
Agua	18%	180
Sucralosa	2%	20
Total	100	1000

Cuadro 3. Concentraciones de extracto para los diferentes tratamientos

Tratamientos	Concentración del extracto
Control	Jugo de naranja sin adición del extracto.
1	0.3%
2	0.5%
3	1.2%

5.4.4 Etapa V. Determinación de vida útil en el jugo

Se determinará en un tiempo aproximadamente de 30 días, en el cual se evaluarán las muestras de jugo de naranja con las diferentes concentraciones del extracto de la cáscara de maracuyá (*passiflora edulis*) en los días 0, 7, 14, 21, y 30 tomando como referencia el día de elaboración del jugo, en el transcurso del tiempo se realizarán análisis fisicoquímicos, y microbiológicos.

Los análisis fisicoquímicos que se analizarán en cada tratamiento son: °Brix, se realizará utilizando un refractómetro digital Fsherbrand, la acidez se realizará por medio de titulación con NaOH al 0.1 N y fenolftaleína como reactivos, el pH se realizará usando un pH-metro digital ATC, y el color (luminosidad, coordenada cromática a*, coordenada cromática b* y diferencia total de color), para medir la luminosidad y las coordenadas cromáticas se utilizará un colorímetro. Los tratamientos se van a someter a temperaturas de congelación.

En los análisis microbiológicos, se efectuará el recuento de aerobios mesófilos (RAM), hongos y levaduras, debido a que son los principales microorganismos relacionados al deterioro de jugos de frutas, se realizaran utilizando el método de recuento en placas. Las muestras de jugo se sembrarán transfiriendo alícuotas de 1 mL de diluciones seriadas a placas Petri. El recuento de aerobios mesófilos se realizará utilizando Agar Standard como medio de cultivo y las placas se incubarán a 35°C durante 24 horas. Para el recuento de hongos y levaduras se utilizará Agar Papa Dextrosa (PDA) como medio de cultivo. Las placas se incubarán a 25°C por 24 horas para ver crecimiento de levaduras y durante 5 días para ver el crecimiento de mohos. Los análisis se realizarán por triplicado y con seis diluciones en serie para cada determinación. Finalmente, se procederá al recuento microbiológico. **(Ver figura 7)**

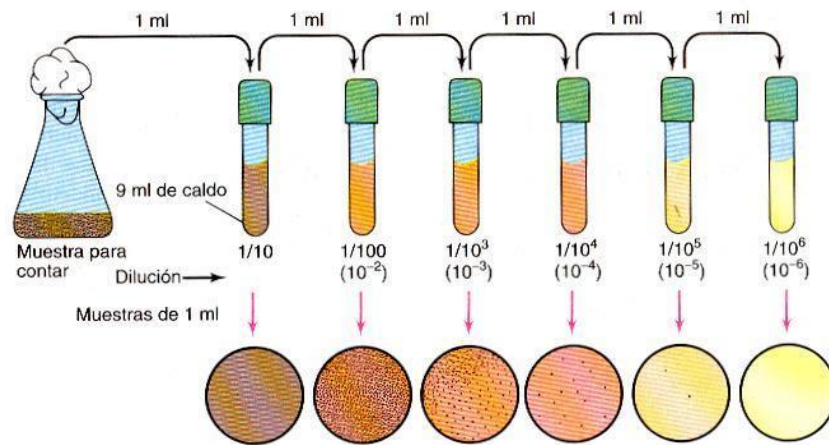


Figura 7. Método de recuento por dilución en serie.

5.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizará un diseño completamente aleatorizado (DCA), considerando que se emplea para realizar experimentos con un solo factor donde se comparan dos o más tratamientos y solo considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. El análisis se realizará a través de un factor con tres niveles, por duplicado obteniendo de esta manera 6 corridas experimentales (cada unidad experimental es un 1lts de jugo) aplicando un análisis de varianza ANOVA y la prueba de rango múltiple Tukey mediante la utilización del programa estadístico de InfoStat lo cual nos va permitir evaluar de esta manera, la hipótesis de la investigación considerando un nivel de significancia de 0.05%.

VI. PRESUPUESTO

Cuadro 4: Presupuesto proyectado para realización de investigación.

Descripción	Cantidad	Valor unidad	Tiempo/días	Valor total
Agar Standard	5	800.00	7	4,000.00
Agar Papa Dextrosa	5	1,000.00	7	5,000.00
Humedad	1	68.00	1	68.00
Densidad	1	37.00	1	37.00
Placas Petri	20 caja	40.00		800.00
Envases	6	60.00		360.00
Papel toalla	4	25.00		100.00
Guantes	1 caja	180.00		180.00
Mascarillas	1 caja	70.00		70.00
Redecillas	1 caja	120.00		120.00
Vivienda /Hotel	1	500.00	7	3,500.00
Total, presupuesto				L.12,600

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 5: Cronograma de actividades, mes de junio al mes de agosto.

[illegible]

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aneja, KR; Dhiman, R; Aggarwal, NK; Kumar, V; Kaur, M. 2014. Microbes associated with freshly prepared juices of citrus and carrots (en línea). International journal of food science 2014:1–7p. Consultado 3 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2014/408085>.

Austin, J., Rodriguez, S., Sung, P.-F., & Harris, M. 2013. Utilizing microwaves for the determination of moisture content independent of density (en línea). Powder Technology, 236, 17–23p. Consultado 18 jun 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.06.039>

Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., y Sestili, P. 2015. Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features (en línea). Food Chemistry, 174, 417–425p. Consultado 5 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.035>

Balouiri, M; Sadiki, M; Ibnsouda, SK. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review (en línea). Journal of pharmaceutical analysis 6(2):71–79p. Consultado 28 abr 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>

Bolten, S; Belías, A; Weigand, KA; Pajor, M; Qian, C; Ivanek, R; Wiedmann, M. 2023. Population dynamics of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Escherichia coli* on fresh produce (en línea). Ciencia de los alimentos y seguridad alimentaria 22(6):4537–4572p. Consultado el 30 abr 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13233>

Canteri, M. H. G., Scheer, A. P., Ginies, C., Reich, M., Renard, C. M. C. G., Wosiacki, G. 2012. Rheological and macromolecular quality of pectin extracted with nitric acid from passion fruit rind. Journal of Food Process Engineering, 35, 800-809p. Consultado el 20 abr

2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2010.00618.x>

CCA (Comisión del Codex Alimentarius).2022. NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS.3p

Chouhan, S., Sharma, K., & Guleria, S. 2017. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils-Present Status and Future Perspectives. (en línea) Medicines, 4(3) 58p. Consultado 5 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/medicines4030058>

Campos, J., Acosta, K., Moreno, C., Paucar, L. M. 2023. Passion fruit (*Passiflora edulis*): Nutritional composition, bioactive compounds, utilization of by-products, biocontrol, and organic fertilization in cultivation (en línea). Scientia agropecuaria 14(4), 479–497. Consultado 2 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>

Daglia, M. 2012. Polyphenols as antimicrobial agents (en línea). 23(2):174-181p.Consultado 1 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.007>

Fellows, P. J. 2016. Food Processing Technology: Principles and Practice: Woodhead Publishing (en línea) 1152p.Consultado 18 jun 2024. Disponible en: https://books.google.hn/books/about/Food_Processing_Technology.html?id=pCilCgAAQB_AJ&redir_esc=y

Fonseca, A; Henrique, I., Gomes, K., Oliveira, R; Santana, R., Fonseca, M., Villarreal L., Guerra A; Zavareze, E. 2024. Chemical composition, bioactive compounds, biological activity, and applications of *Butia* spp (en línea) Trends in Food Science y Technology. Consultado 4 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104510>

Girón, W. 2008. Antimicrobianos (en línea). Consultado 2 may 2024. Disponible en: <http://cidbimena.desastres.hn/RFCM/pdf/2008/pdf/RFCMVol5-2-2008-11.pdf>

Gupta, A; Landis, R; Rotello, M. 2016. Nanoparticle-Based Antimicrobials: Surface Functionality is Critical. (en línea) F1000Research, 5, 364p. Consultado 3 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.12688/f1000research.7595.1>

Irkin, R; Kizilirmak, O. 2015. Novel food packaging systems with natural antimicrobial agents. (en línea) J. Food Sci Technol; 52(10):6095- 6111.Consultado 5 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1780-9>

Kharchoufi, S; Licciardello, F; Siracusa, L; Muratore, G; Hamdi, M; Restuccia, C. 2018. Antimicrobial and antioxidant features of ‘Gabsi’ pomegranate peel extracts (en línea). Industrial crops and products 111:345–352. Consultado 22 abr 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.037>

Khan, I; Tango, CN; Miskeen, S; Lee, BH; Oh, D-H. 2017. Hurdle technology: A novel approach for enhanced food quality and safety (en línea). Food control 73:1426–1444. Consultado el 2 may 2024. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.010>.

Leistner, L., y Gould, G. W. 2012. The Hurdle Concept. In Hurdle Technologies: Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality (en línea) 17–28p. Boston, MA: Springer EEUU. Consultado 20 abr 2024. Disponible en: https://books.google.hn/books/about/Hurdle_Technologies_Combination_Treatmen.html?id=tkrjBwAAQBAJ&redir_esc=y

López, L., Torres, N., Dávila, L. 2021. Utilización de residuos del procesamiento de jugo de «maracuyá» (*Passiflora edulis*) para consumo humano (en línea). Kawsaypacha: Sociedad y

Medio Ambiente (8):119–135. Consultado 22 abr 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202102.006>

Martinez, L., Barat, J., & Rico, M. 2020. Inmovilización de antimicrobianos de origen natural y su aplicación en la industria alimentaria. Tesis Lic.Valencia. Universitat Politècnica De Valencia

Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., y Heredia, F. J. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos latinoamericanos de nutrición, 54(2), 209–215. Consultado 2 may 2024. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011

OIML (Organización Internacional de Metrología Legal). 2011.Medición de densidad.1-34p

Palomino, A.2014. MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS: Microbiología de Frutas y Hortalizas (en línea). Arequipa. Consultado 22 abr 2024. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/210509b2-2cc0-417f-b2e7-a98f7dfb7b39/content>

Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. 2014. PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD (en línea) Revista boliviana de química, 31(2), 68–81. Consultado 3 may 2024. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602014000200006

Pisoschi, AM; Pop, A; Georgescu, C; Turcuş, V; Olah, NK; Mathe, E. 2018. An overview of natural antimicrobials role in food (en línea). European journal of medicinal chemistry 143:922–935p. Consultado 3 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.11.095>

Raybaudi-Massilia, RM; Mosqueda-Melgar, J; Soliva-Fortuny, R; Martín-Belloso, O. 2009. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials (en línea). *Comprehensive reviews in food science and food safety* 8(3):157–180. Consultado 3 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00076.x>

Razzak, SA. 2024. Comprehensive overview of microalgae-derived carotenoids and their applications in diverse industries (en línea). *Algal research* 78(103422):103422. Consultado 2 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103422>

Ribeiro, R; Andrade, M; Ramos, N. Sanches, A. 2017. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends (en línea). *Trends in Food Science Technology*; 61: 132- 140p. Consultado 6 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.021>

Salvatierra I de. 2019. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS (en línea). Consultado el 1 de may 2024. Disponible en: https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-181497_recurso_pdf.pdf

Sospedra, I; Rubert, J; Soriano, JM; Mañes, J. 2012. Incidence of microorganisms from fresh orange juice processed by squeezing machines (en línea). *Food control* 23(1):282–285. Consultado 2 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.025>.

Silva, V; Igrejas, G; Falco, V; Torres, C; Oliveira, AMP; Pereira, JE; Amaral, JS; y Poeta, P. 2018. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products (en línea). *Food Control* 92 ,516-522p. Consultado 3 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.031>

Schiber, A. 2017. Side streams of plant food processing as a source of valuable Compounds:

Selected examples (en línea) Annual Review of Food Science and Technology, 8(1): 97–112p.Consultado 3 may 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030135>

Smid, E. J., & Gorris, L. G. 2020. Natural antimicrobials for food preservation. In Handbook of food preservation (en línea). Consultado 3 may 2024. 283-298p.

Surveswaran, S; Cai, Y; Corke, H; Sun, M. 2007. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants (en línea). Food chemistry 102(3):938–953p.Consultado 2 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.033>.

Stopforth, J; Skandamis, P; Davidson, P; Sofos, J. 2005. Naturally occurring compounds - animal sources. (en línea).In Antimicrobials in Foods. 453–505p.

Tarifa, MC. 2016. Formación de biofilms en sistemas de filtración por membranas (en línea). Consultado 4 may 2024. Disponible en <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3658>

Tajkarimi, M., Ibrahim, S. and Cliver, D. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food (en línea). Food Control 21(9): 1199-1218. Consultado 4 may 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>

Tiwari, B., Valdramidis, V., O'Donnell, C., Muthukumarappan, K., Bourke, P. and Cullen, J. 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation (en línea). J. Agric. Food Chemistry 57(14): 5987-6000.Consultado 1 may 2024. Disponible en <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=schfsehart>

Tournas, VH; Heeres, J; Burgess, L. 2006. Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices (en línea). Food microbiology 23(7):684–688.Consultado 2 may 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.01.003>

Tomadoni, B., Cassani, L., Moreira, M. R., & Ponce, A. 2018. Efficacy of vanillin and geraniol in reducing Escherichia coli O157:H7 on strawberry juice. (en línea). Food Science and Technology 64(2): 554-557. Consultado 20 abr 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.037>

Vietnam, T; Tran, B; Nguyen, H; Chi, N; Nga, H.N; Phung, K. 2023. Recent applications of natural bioactive compounds from Piper betle (L.) leaves in food preservation (en línea) Food control 154(110026):110026. Consultado 30 abr. 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110026>