



# MANUAL TÉCNICO

**DEL PROCESO DE  
DESPULPADO DE MANGO  
EN LAS VARIEDADES KEITT,  
TOMMY ATKINS E IRWIN**

# Créditos

## **Autores:**

**Geilyn Milieth Arias-Leitón,  
Yanel Cruz-Jiménez,  
José Andrés Bermúdez-Godínez,  
Ileana Maricruz Bermúdez-Serrano**

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología  
de Alimentos, Universidad de Costa Rica  
y Carrera de Ingeniería de Alimentos  
Sede Guanacaste, Liberia, Costa Rica.

## **Revisores:**

**Manuel Montero Barrantes**  
Centro Nacional de Ciencia y Tecnología  
de Alimentos, Universidad de Costa Rica.  
**Paola Montoya Rodríguez**  
Promotora de Comercio Exterior de  
Costa Rica (PROCOMER)



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>10</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>10</b>
<b>5. REQUISITOS Y CONDICIONES PARA EL PROCESAMIENTO DE PULPA DE MANGO EN COSTA RICA</b>	<b>11</b>
5.1 REQUISITOS PREVIOS PARA LA PRODUCCIÓN	11
5.1.1 CUMPLIMIENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)	11
5.1.2 PERMISO DE FUNCIONAMIENTO	13
5.1.3 CUMPLIMIENTO DEL ETIQUETADO	13
5.1.4 REGISTRO SANITARIO DEL PRODUCTO	13
<b>6. PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA PULPA DE MANGO</b>	<b>13</b>
6.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	13
6.2 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	16
6.2.1 SELECCIÓN	17
6.2.2 LAVADO	17
6.2.3 DESINFECCIÓN	18
6.2.4 PELADO	19
6.2.5 TROCEADO	19
6.2.6 DESPULPADO	20
6.2.7 ACIDIFICACIÓN Y AJUSTE DE GRADOS BRINX 18	20
6.2.8 ADICIÓN DE PRESERVANTES (ETAPA OPCIONAL)	22
6.2.9 PASTEURIZACIÓN	23
6.2.10 ENVASADO	24
6.2.11 ETIQUETADO	26
6.2.12 ENFRIAMIENTO (CHOQUE TÉRMICO)	27
6.2.13 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	27
6.4 TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE PROCESAMIENTO	30
6.5 RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL ESTIMADA DEL PRODUCTO	30
6.6 RECOMENDACIONES SOBRE MATERIALES DE EMPAQUE	30
6.7 LÍMITE DE PESO DE ENVASADO	31

<b>7. GESTIÓN DE LA CALIDAD DURANTE EL PROCESAMIENTO</b> .....	<b>32</b>
7.1 INSPECCIÓN DEL PRODUCTO FINAL .....	<b>32</b>
7.2 PARÁMETROS DE CALIDAD .....	<b>33</b>
7.3 NORMAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES.....	<b>34</b>
<b>8. GESTIÓN DE LA INOCUIDAD DURANTE EL PROCESAMIENTO</b> .....	<b>36</b>
8.1 ANÁLISIS DE PELIGROS ASOCIADOS AL PROCESAMIENTO .....	<b>36</b>
8.2 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS .....	<b>37</b>
8.3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC) .....	<b>37</b>
<b>9. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROCESO PRODUCTIVO</b> .....	<b>39</b>
9.1 RENDIMIENTO DEL PRODUCTO FINAL .....	<b>39</b>
9.2 COSTOS ASOCIADOS AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN .....	<b>40</b>
<b>10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>11. REFERENCIAS</b> .....	<b>43</b>

# ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro I.</b> Requisitos de infraestructura, equipos y utensilios para empresas procesadoras de alimentos. ....	<b>11</b>
<b>Cuadro II.</b> Ejemplos de preservantes utilizados en pulpa de mango y recomendaciones de uso. ....	<b>22</b>
<b>Cuadro III.</b> Tiempos y temperaturas de pasteurización recomendados según el pH de la pulpa de mango. ....	<b>23</b>
<b>Cuadro IV.</b> Condiciones recomendadas para el envasado en caliente según el pH de la pulpa. ....	<b>25</b>
<b>Cuadro V.</b> Requisitos de etiquetado para pulpa de mango según el RTCA 67.01.07:10. ....	<b>26</b>
<b>Cuadro VI.</b> Características de las principales opciones de equipos utilizados para la producción de pulpa de mango pasteurizada. ....	<b>28</b>
<b>Cuadro VII.</b> Características fisicoquímicas de la pulpa de mango de las tres variedades en su estado natural. ....	<b>34</b>
<b>Cuadro VIII.</b> Peligros físicos, químicos y biológicos asociados al procesamiento de pulpa de mango. ....	<b>36</b>
<b>Cuadro IX.</b> Parámetros microbiológicos aplicables al mango fresco y la pulpa de mango congelada según RTCA 67.04.50:08. ....	<b>37</b>
<b>Cuadro X.</b> Rendimiento total y de las etapas de la selección, pelado, troceado y despulpado de la obtención de pulpa de mango de las tres variedades de mango. ....	<b>39</b>
<b>Cuadro XI.</b> Estructura de costos y precio estimado para producir 1 litro de pulpa de mango pasteurizada congelada. ....	<b>41</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mangos de tres variedades: a. Tommy Atkins; b. Irwin; c. Keitt. ....	<b>9</b>
<b>Figura 2.</b> Estados de madurez del mango: a. Keitt, b. Irwin y c. Tommy Atkins. ....	<b>14</b>
<b>Figura 3.</b> Mango que cumple con los estándares de calidad: apto para ingresar a producción. ....	<b>14</b>
<b>Figura 4.</b> Mango que no cumple con los estándares de calidad: no apto para ingresar a producción. ....	<b>15</b>
<b>Figura 5.</b> Diagrama de proceso para la elaboración de pulpa de mango pasteurizada para diferentes opciones de almacenamiento. ....	<b>16</b>
<b>Figura 6.</b> Etapa de selección de los mangos. ....	<b>17</b>
<b>Figura 7.</b> Etapa de lavado de los mangos. ....	<b>18</b>
<b>Figura 8.</b> Etapa de desinfección de mangos. ....	<b>18</b>
<b>Figura 9.</b> Etapa de pelado de los mangos. ....	<b>19</b>
<b>Figura 10.</b> Etapa de troceado de los mangos. ....	<b>19</b>
<b>Figura 11.</b> Etapa de despulpado de los mangos. ....	<b>20</b>
<b>Figura 12.</b> Marmita utilizada para la etapa de pasteurización de la pulpa de mango. ....	<b>24</b>
<b>Figura 13.</b> Selladora de bolsas en la etapa de sellado. ....	<b>25</b>
<b>Figura 14.</b> Ejemplos de empaques: a. envases de polietileno de alta densidad (HDPE), b. cubetas o baldes de plástico de grado alimentario, c. bolsas de polietileno de alta densidad (HDPE). ....	<b>31</b>
<b>Figura 15.</b> Ejemplos de refractómetro y brixómetro utilizados para la medición de los grados Brix en pulpas. ....	<b>33</b>
<b>Figura 16.</b> pH-metro utilizado para la medición del pH en pulpas. ....	<b>33</b>

# 1. RESUMEN

Este manual técnico presenta una guía práctica para la producción industrial de pulpa de mango pasteurizada, basada en tres variedades cultivadas en Costa Rica: Keitt, Tommy Atkins e Irwin. Durante la investigación, se desarrolló un proceso estandarizado que asegura un producto de alta calidad, inocuo para el consumo y con una vida útil prolongada.

Se evaluaron las características específicas de cada variedad, incluyendo rendimiento, sólidos solubles y acidez, y se establecieron procedimientos detallados que abarcan desde la recepción y selección de la materia prima hasta el envasado final.

El documento también describe métodos para el control de calidad y la preservación de las propiedades de la fruta fresca. Asimismo, incluye especificaciones para los materiales de empaque y un análisis económico que permite valorar la viabilidad del procesamiento.

Los resultados demuestran que la aplicación rigurosa de estos protocolos facilita la obtención de un producto homogéneo, seguro y con características sensoriales estables, favoreciendo su comercialización y ampliando las opciones para los productores.

Este manual representa un aporte significativo para la industria agroalimentaria regional, especialmente para aquellos interesados en agregar valor a sus cosechas mediante la transformación en productos con mayor demanda. La metodología propuesta es adaptable desde pequeñas empresas hasta plantas industriales, fortaleciendo la cadena de valor y contribuyendo al desarrollo sostenible del sector frutícola.

## 2. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es uno de los frutos más importantes y cultivados en el mundo, y tiene una destacada importancia en el ámbito económico y nutricional en los mercados internacionales. Este es el tercer fruto con mayor producción en los países tropicales y junto con el banano, aguacate y piña, se ubica entre los frutos tropicales más cotizados (Fallas et al., 2010; Pacheco Jiménez et al., 2022). Esta fruta es fuente de pectinas, taninos y ácidos orgánicos, además de aportar antioxidantes como vitamina C, vitamina E, carotenoides y fenoles. También contiene compuestos bioactivos, como la vitamina A, así como minerales esenciales como hierro, fósforo, calcio, potasio y magnesio (Pacheco Jiménez et al., 2022).

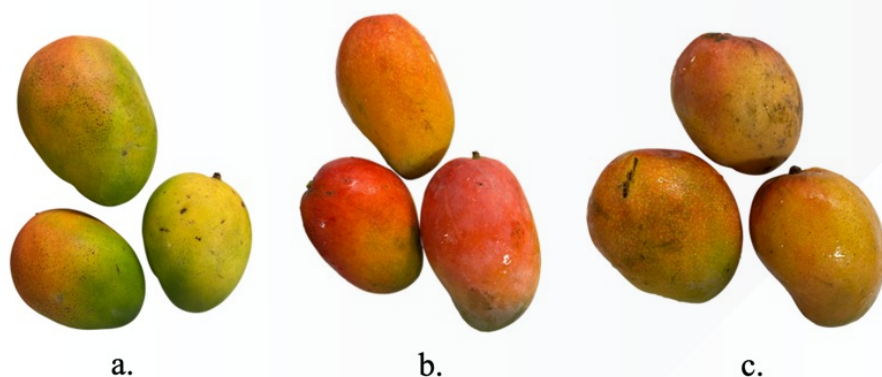
En la actualidad, la industria del mango se basa en el procesamiento y utilización de la parte comestible del fruto que representa del 33 al 85% de su peso total según la variedad. Principalmente, se emplea para la producción de pulpa, jugos y néctares (Pacheco Jiménez et al., 2022). En los mercados internacionales se comercializan principalmente las variedades Tommy Atkins y Haden, debido a que se prefieren frutas de color rojizo, sin embargo, en Costa Rica se tienen reportadas hasta 47 variedades de mangos, como Irwin, Palmer, Keitt, Mora, Cavallini y algunas otras variedades criollas mejoradas (Comité Técnico Regional, 2007). Por esta razón, se decidió llevar a cabo el proyecto utilizando tres de estas variedades, las cuales son comunes en Costa Rica.

La variedad de Tommy Atkins es de tamaño mediano, alcanzando hasta 13 cm de longitud y un peso aproximado de 450-600 gramos. Su forma es ovalada, con una cáscara gruesa que presenta tonalidades rojo oscuro a rojo brillante, mientras que su interior es de un color amarillo anaranjado (ver Figura 1). La pulpa, de un tono amarillo oscuro, tiene una textura firme debido a su fibra fina. Además, la semilla es pequeña y representa solo entre el 6% a 7% del peso total de la fruta (Ureña Bogantes et al., 2007).

Por otra parte, la variedad Irwin, al igual que la Tommy Atkins, posee un tamaño mediano, con un peso aproximado de 250-400 gramos. Su forma es alargada u oblonga y estrecha, con una tonalidad base amarillo anaranjado (ver Figura 1). La pulpa de esta variedad carece de fibra y tiene un sabor suave. Es común que produzca varios frutos vacíos y sin semilla, aunque cuando la tiene, esta suele ser pequeña (Ureña Bogantes et al., 2007).

Asimismo, la variedad Keitt se caracteriza por ser una fruta de gran tamaño, con una longitud que puede alcanzar los 15cm y un peso aproximado de 500 a 900 gramos. Su forma es ovalada, robusta y voluminosa. Presenta una coloración base amarillo con un leve rubor rosado (ver Figura 1). La pulpa es jugosa y carece de fibra, salvo en la zona cercana a la semilla. Posee un sabor

dulce y su semilla, de tamaño reducido, representa entre el 7% y el 8,5% del peso total de la fruta (Ureña Bogantes et al., 2007).



**Figura 1.** Mangos de tres variedades: a. *Tommy Atkins*; b. *Irwin*; c. *Keitt*.

El procesamiento del mango en diversos productos estables permite que esta fruta de temporada esté disponible para los consumidores durante todo el año. Entre los productos procesados más comunes derivados de la fruta se encuentra la pulpa pasteurizada. Asimismo, de los productos principales hechos con pulpa de mango, sus derivados pueden usarse para mejorar o darles sabor a otros productos como yogur, helados, bebidas y refrescos. Estos derivados no solo aportan un sabor único, sino que también pueden enriquecer estos productos con nutrientes adicionales, haciendo que sean más saludables y atractivos para los consumidores (Owino y Ambuko, 2021). Según lo mencionado anteriormente, a continuación, se presenta la ficha técnica con el proceso de extracción de pulpa de mango, utilizando las tres variedades previamente mencionadas.

### 3. OBJETIVO

Estandarizar el proceso de despulpado de las variedades de mango Keitt, Tommy Atkins e Irwin, y elaborar una ficha técnica que describa sus principales condiciones y parámetros de procesamiento.

### 4. METODOLOGÍA

Para desarrollar este objetivo, se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos científicas, sitios web especializados y repositorios académicos, con el fin de recopilar información sobre las condiciones más utilizadas en los procesos de despulpado de mango. A partir de estos datos, se llevaron a cabo pruebas de despulpado en una planta piloto de alimentos, para validar y ajustar los parámetros de procesamiento, con el objetivo de obtener un producto final que cumpliera con las características deseadas. Finalmente, con los resultados obtenidos, se elaboró una ficha técnica en la que se detallan las condiciones necesarias para la estandarización del despulpado de las variedades de mango seleccionadas.

# 5. REQUISITOS Y CONDICIONES

## PARA EL PROCESAMIENTO DE

## PULPA DE MANGO EN COSTA RICA

### 5.1 REQUISITOS PREVIOS PARA LA PRODUCCIÓN

La producción de pulpa de mango en Costa Rica requiere cumplir con diversos requisitos regulatorios establecidos por las autoridades sanitarias y técnicas del país. A continuación, se detallan los aspectos clave a considerar antes de iniciar operaciones:

#### 5.1.1 CUMPLIMIENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Es obligatorio cumplir con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06, que establece los Principios Generales de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados. Este reglamento aplica a todas las empresas del sector alimentario que operan en los países de la región centroamericana. A continuación, se presenta un cuadro resumen con las condiciones generales que las empresas deben cumplir para elaborar productos a base de mango.

**Cuadro I.** Requisitos de infraestructura, equipos y utensilios para empresas procesadoras de alimentos.

CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA	REQUISITOS
PISOS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Material impermeable, lavable, antideslizante y no tóxico.</li><li>• Superficies sin grietas ni irregularidades, con uniones redondeadas.</li><li>• Drenajes con pendiente para evitar charcos.</li></ul>
PAREDES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Paredes exteriores de concreto, ladrillo, bloque de concreto o estructuras prefabricadas.</li><li>• Paredes interiores impermeables, lisas, fáciles de lavar, de color claro y sin grietas.</li><li>• Uniones con curvatura sanitaria entre paredes y pisos.</li></ul>

CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA	REQUISITOS
<b>TECHOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño para minimizar acumulación de suciedad, condensación, mohos y desprendimiento de partículas.</li> </ul>
<b>VENTANAS Y PUERTAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventanas fáciles de limpiar, construidas para evitar entrada de agua y plagas.</li> <li>Puertas lisas, no absorbentes, fáciles de limpiar, que abran hacia afuera y estén en buen estado.</li> <li>Puertas exteriores con protección contra ingreso de plagas.</li> </ul>
<b>ILUMINACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación natural o artificial adecuada para operaciones unitarias.</li> <li>Lámparas protegidas contra roturas en áreas de manipulación de alimentos.</li> </ul>
<b>VENTILACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilación adecuada para evitar calor excesivo, condensación y permitir circulación de aire suficiente.</li> </ul>
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponer de agua potable suficiente y conforme a normativa específica.</li> </ul>
<b>TUBERÍAS Y DRENAJES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías elevadas instaladas sin cruzar líneas de procesamiento para evitar contaminación.</li> <li>Evitar conexión cruzada entre sistema de desechos líquidos y agua potable para alimentos.</li> <li>Diseño, construcción y mantenimiento adecuados para prevenir contaminación de alimentos y agua potable, con rejillas que impidan acceso de roedores.</li> </ul>
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puertas que no abran directamente hacia área de producción</li> <li>Servicios sanitarios limpios, separados por sexo, con ventilación exterior, equipados con papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos y basureros, separados de sección de proceso.</li> </ul>
<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa escrito para manejo adecuado de desechos sólidos.</li> <li>No permitir acumulación en áreas de manipulación, almacenamiento o trabajo.</li> <li>Recipientes lavables con tapadera para evitar atracción de insectos y roedores.</li> <li>Depósito alejado de áreas de procesamiento, bajo techo y con piso lavable.</li> </ul>
<b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa escrito que incluya distribución por áreas, responsables, métodos, frecuencia, vigilancia y manejo de desechos.</li> <li>Realización de limpieza y desinfección según programa establecido, con instalaciones adecuadas para utensilios y equipos.</li> </ul>
<b>EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñados para evitar la contaminación del alimento y facilitar su limpieza.</li> <li>Permitir desmontaje rápido y fácil acceso para inspección, mantenimiento y limpieza.</li> <li>Hechos de materiales no absorbentes, no corrosivos y resistentes a la limpieza y desinfección repetidas.</li> </ul>
<b>CONTROL DE PLAGAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa detallado que incluya identificación de plagas, mapeo de estaciones, métodos y procedimientos, y hojas de seguridad de productos cuando sea necesario.</li> <li>Productos químicos utilizados deben estar registrados por la autoridad competente.</li> <li>Instalación de barreras físicas para impedir el ingreso de plagas al establecimiento.</li> </ul>

## 5.1.2 PERMISO DE FUNCIONAMIENTO

Toda planta procesadora debe contar con un Permiso de Funcionamiento emitido por el Ministerio de Salud, el cual certifica que las instalaciones cumplen con las condiciones sanitarias, estructurales y operativas requeridas para garantizar la inocuidad del producto.

## 5.1.3 CUMPLIMIENTO DEL ETIQUETADO

El etiquetado de la pulpa de mango debe cumplir con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10: “Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados”, en donde se detallan los requisitos mínimos que debe contener la etiqueta del producto.

## 5.1.4 REGISTRO SANITARIO DEL PRODUCTO

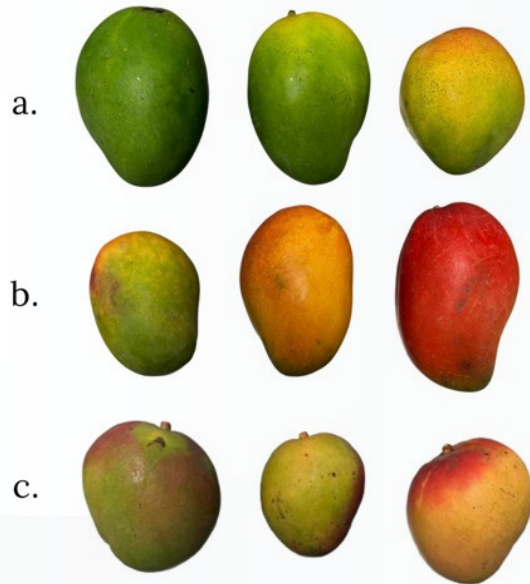
La pulpa de mango, al ser un alimento procesado, debe registrarse ante el Ministerio de Salud mediante un Registro Sanitario. Este trámite verifica que el producto cumple con las normativas nacionales de calidad, inocuidad y etiquetado.

# 6. PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA PULPA DE MANGO

## 6.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

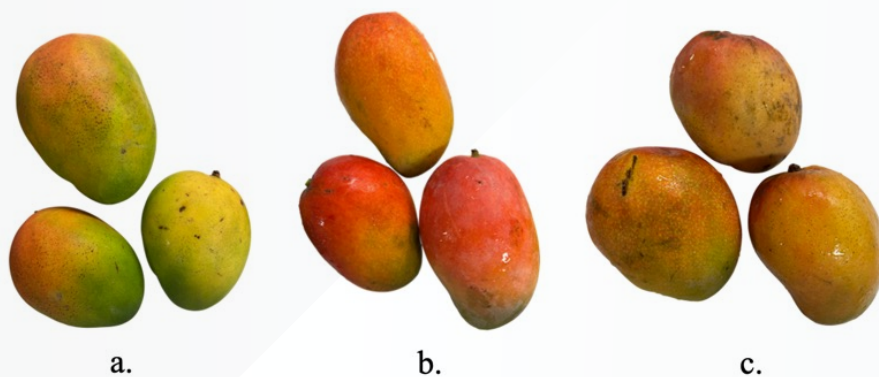
La materia prima debe ser inspeccionada mediante un control de calidad para determinar su aceptación o rechazo. Solo se deben aceptar los frutos que se encuentren en su estado de madurez óptimo (ver Figura 2, que sean sanos, de aspecto fresco y consistencia firme, libres de ataques de insectos y enfermedades que puedan afectar la calidad interna del fruto (ver Figura 3 y 4). Además, deben estar libres de humedad externa anormal y de cualquier olor y/o sabor extraño. El incumplimiento de cualquiera de estos requisitos puede dar lugar a la devolución de la materia prima (Franco Martínez, 2014).

Los mangos maduros que están listos para ser procesados pueden mantenerse en condiciones de almacenamiento a temperaturas entre 10 °C y 13 °C (50 °F a 55 °F) y con una humedad relativa del 90 % al 95 % durante aproximadamente una semana, si fuera necesario (Brecht et al., 2014). Estas condiciones pueden ayudar a preservar la calidad y prolongar la vida útil del fruto, evitando su deterioro prematuro.

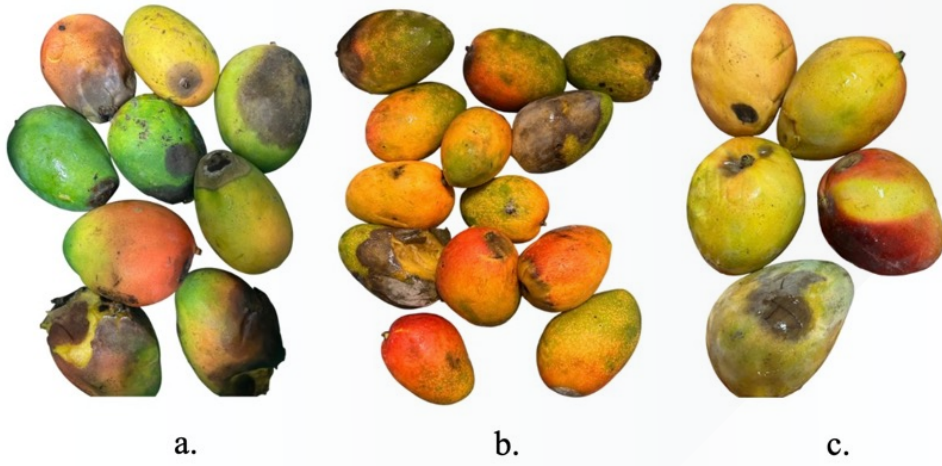


**Figura 2.** Estados de madurez del mango: a. *Keitt*, b. *Irwin*; c. *Tommy Atkins*.

\*Los frutos en estado de madurez óptimo para el despulpado se encuentran en el lado derecho de la figura.



**Figura 3.** Mango que cumple con los estándares de calidad: apto para ingresar a producción.  
\*Variedades: a. *Keitt*, b. *Irwin*; c. *Tommy Atkins*.

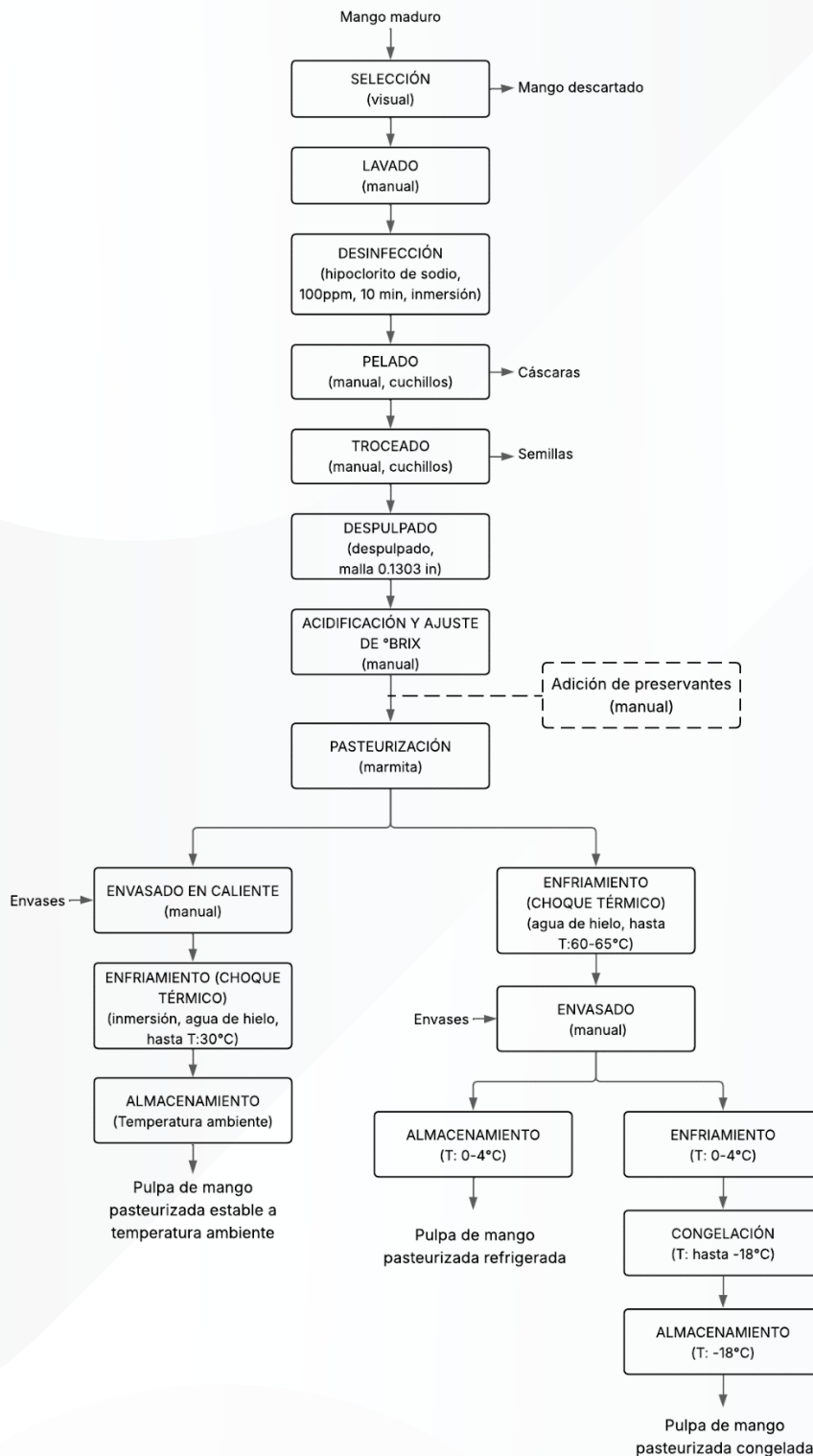


**Figura 4.** Mango que no cumple con los estándares de calidad: no apto para ingresar a producción.

\*Variedades: a. *Keitt*, b. *Irwin*; c. *Tommy Atkins*.

## 6.2 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe las operaciones unitarias involucradas en el proceso de elaboración de pulpa de mango pasteurizada.



**Figura 5.** Diagrama de proceso para la elaboración de pulpa de mango pasteurizada para diferentes opciones de almacenamiento.

Seguidamente, se presentan a detalle las etapas del proceso involucradas para la elaboración de pulpa de mango pasteurizada.

## 6.2.1 SELECCIÓN

Se realiza de forma manual y visual, se seleccionan frutas libres de infestación de insectos, ausencia de golpes o magulladuras, sanas, solo fruta madura, con sólidos solubles mínimos entre 12-13 Brix (FAO, 2002, CONIAF, 2020).



**Figura 6.** Etapa de selección de los mangos.

## 6.2.2 LAVADO

El lavado de los mangos se realiza de forma manual utilizando agua potable con control microbiológico, en conjunto con cepillos abrasivos que permiten remover la suciedad adherida a la superficie del fruto (Zalameda y Falco, 2014). Es esencial que la temperatura del agua utilizada sea similar a la del fruto al momento del lavado. Investigaciones realizadas por Davidovich-Young et al. (2024) y Penteado et al. (2004) han demostrado que un choque térmico, provocado por sumergir frutas calientes en agua más fría, puede generar una diferencia de presión que facilite la entrada de agua y con ella, microorganismos patógenos al interior del fruto, comprometiendo su inocuidad.

Aunque mantener una temperatura equilibrada entre el agua y la fruta reduce este riesgo, no lo elimina por completo si el agua no es microbiológicamente segura. Por otra parte, además del control de temperatura, se recomienda limitar el tiempo y la profundidad de inmersión durante el lavado. Una exposición prolongada o una inmersión profunda sin control pueden aumentar significativamente el riesgo de infiltración en el producto (Davidovich-Young et al., 2024).



**Figura 7.** Etapa de lavado de los mangos.

## 6.2.3 DESINFECCIÓN

La desinfección de las frutas se realiza mediante inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (cloro) a una concentración de 100 ppm durante 10 minutos, siguiendo las recomendaciones de Zalameda y Falco (2014). Este procedimiento se puede realizar en tinas o cubetas previamente sanitizadas, garantizando la inocuidad del proceso.

Para preparar esta concentración, la cantidad de cloro a mezclar dependerá de la concentración comercial disponible. En los mercados costarricenses es común encontrar cloro al 4% y al 12%, por lo que:

- Si se utiliza cloro al 4%, se deben mezclar 25 mL de cloro con 10 litros de agua potable.
- Si se utiliza cloro al 12%, se deben mezclar 8 mL de cloro con 10 litros de agua potable.

Al igual que en la etapa de lavado, es fundamental que la temperatura del agua utilizada sea equivalente a la temperatura de las frutas al momento de la desinfección, para evitar diferencias térmicas que puedan favorecer la infiltración de agua y posibles contaminantes en el interior del fruto, comprometiendo su seguridad microbiológica (Davidovich-Young et al., 2024).



**Figura 8.** Etapa de desinfección de mangos.

## 6.2.4 PELADO

Los mangos se pelan de forma manual con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable o un pelador, de esta forma se elimina la cáscara de la fruta. Un corte en la parte inferior del mango permite eliminar de forma rápida la cáscara de la pulpa (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, 2023).



**Figura 9.** Etapa de pelado de los mangos.

## 6.2.5 TROCEADO

Con la ayuda de cuchillos la pulpa se separa de la semilla y luego esta se corta en trozos pequeños.



**Figura 10.** Etapa de troceado de los mangos.

## 6.2.6 DESPULPADO

Los trozos de mango se despulpan en un despulpador con una malla de 0,1303 pulgadas. Sin embargo, el rendimiento de extracción de la pulpa es dependiente del diámetro de las perforaciones de la malla, el tiempo de residencia dentro del equipo y la velocidad de rotación de las paletas (Berk, 2009). Asimismo, aplicar un proceso de refinado mejora la apariencia y proporciona una textura más fina en la pulpa. Además, reduce el tamaño de partícula, da una mejor apariencia a la pulpa y evita una más rápida separación de los sólidos insolubles en suspensión (Bonifaz y Herrera, 2012). El refinado se lleva a cabo después del despulpado y consiste en procesar nuevamente la pulpa obtenida en la etapa anterior. Para ello, se utiliza la misma despulpadora, sustituyendo la malla original por una de menor apertura. Al hacer pasar la pulpa por esta malla más fina, se logra separar y eliminar una mayor cantidad de fibras gruesas y otras partículas no deseadas (Bonifaz y Herrera, 2012; Gutiérrez Ortiz, 2016).



**Figura 11.** Etapa de despulpado de los mangos.

## 6.2.7 ACIDIFICACIÓN Y AJUSTE DE GRADOS BRUX

En la producción de pulpa de mango, la acidificación es un paso clave para asegurar la inocuidad del producto y prolongar su vida útil. Este proceso consiste en bajar el pH de la pulpa mediante la adición de ácido cítrico.

El pH natural del mango depende de la variedad y suele estar entre 4,0 y 4,4 (ver Cuadro VI). Sin embargo, en la industria se recomienda ajustarlo a un rango de 3,0 a 4,0, ya que a estos niveles los microorganismos tienen más dificultad para crecer, lo que ayuda a garantizar la inocuidad (Raseetha et al., 2022). Además, estos niveles más bajos de pH permiten realizar un proceso térmico más leve que mantiene mejor las características sensoriales y nutricionales del producto que podrían perderse durante un tratamiento térmico.

Para hacer este ajuste, el ácido cítrico se puede usar en polvo, pero lo más práctico es prepararlo en forma de solución concentrada para que se mezcle mejor con la pulpa. Una preparación común es disolver 400 g de ácido cítrico

en 600 g de agua, obteniendo así una solución al 40 %. Esta se agrega poco a poco a la pulpa, mientras se mezcla constantemente y se mide el pH hasta llegar al valor deseado.

La cantidad de ácido cítrico necesaria puede variar. Por ejemplo, en un estudio con la variedad Tommy Atkins se requirieron 1,88 g de ácido cítrico por cada 100 g de pulpa para ajustar el pH a 3,0 (Neves et al., 2007). Sin embargo, la cantidad dependerá de la variedad, el grado de madurez y otras características de la fruta, por lo que siempre es recomendable hacer pruebas previas en cada lote.

Además del pH, es importante estandarizar el contenido de sólidos solubles (°Brix), que refleja principalmente la cantidad de azúcares de la pulpa y tiene un papel clave en el sabor del producto final. Según la variedad de mango (ver Cuadro VI), este valor puede variar, pero normalmente se ajusta entre 16 y 18 °Brix (Raseetha et al., 2022).

Para este ajuste se utiliza una solución de sacarosa al 39,5 %, preparada disolviendo 395 g de azúcar en 605 g de agua potable. Esta solución se agrega poco a poco a la pulpa, mezclando constantemente y midiendo los °Brix hasta alcanzar el nivel deseado.

Con este procedimiento se logra que la pulpa tenga una acidez y dulzor uniformes, asegurando un producto final más estable y con mejor aceptación en el mercado.

## 6.2.8 ADICIÓN DE PRESERVANTES (ETAPA OPCIONAL)

En la elaboración de pulpa de mango pasteurizada, la adición de preservantes se considera una práctica opcional, orientada principalmente a prolongar la vida útil del producto y garantizar su estabilidad durante el almacenamiento. Si se opta por incorporar preservantes, es importante seleccionar aquellos incluidos en el cuadro II, tomando en cuenta las dosis máximas establecidas en el Reglamento RTCA 67.04.54.18 Alimentos y bebidas procesadas. aditivos alimentarios. El uso adecuado de estos preservantes contribuye no solo a mantener la calidad sensorial y nutricional de la pulpa de mango, sino también su inocuidad.

**Cuadro II.** Ejemplos de preservantes utilizados en pulpa de mango y recomendaciones de uso.

PRESERVANTE	FUNCIONES	RECOMENDACIONES DE USO*
<b>SORBATO DE POTASIO</b>	Previene el deterioro del alimento por medio de la inhibición de mohos y levaduras, además preserva la frescura del producto (Dehghan, Mohammadi, Aghdash Nazhad-Dolatabadi, 2018).	<p>El preservante es eficaz a pH de 6,5, sin embargo, su eficacia aumenta a medida que el pH disminuye. Se recomienda utilizar en alimentos ácidos o acidificados (Hui, 2006).</p> <p>Dosis máxima: 1000 mg/kg.</p> <p>Se recomienda en una concentración de 0,025 % al 0,10 % en la formulación (Hui, 2006).</p>
<b>BENZOATO DE SODIO</b>	Conservante bacteriostático y fungistático en condiciones ácidas, por lo que inhibe el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias. Sin embargo, no se recomienda para inhibir bacterias debido a su baja actividad a un pH mayor de 4. (Khan, Ullah, Saeed & Ali, 2014, Hui, 2006)	<p>Se recomienda utilizar este preservante cuando el producto posee un pH entre 2,5 a 4 (Hui, 2006).</p> <p>Dosis máxima: 1000 mg/kg.</p>
<b>SULFITOS</b>	Preservante que aumenta la vida útil del alimento, previene el crecimiento de microorganismos como mohos, levaduras y bacterias, además previene el pardeamiento enzimático (Rhaman, 2007).	Dosis máxima: 500 mg/kg

**Nota:** Las dosis máximas indicadas corresponden a lo establecido en el RTCA 67.04.54.18 Alimentos y bebidas procesadas. aditivos alimentarios.

## 6.2.9 PASTEURIZACIÓN

La pasteurización es un paso clave para garantizar que la pulpa de mango sea segura y se conserve por más tiempo. Consiste en aplicar calor controlado para eliminar microorganismos y desactivar enzimas que podrían dañar el producto.

Un aspecto muy importante es que la acidez de la pulpa (pH) influye directamente en el tiempo y la temperatura de pasteurización:

- Pulpa más ácida (pH bajo): los microorganismos tienen más dificultad para sobrevivir, por lo que se puede aplicar menos tiempo o una temperatura más baja para lograr una buena pasteurización.
- Pulpa menos ácida (pH más cercano a 4,0): los microorganismos resisten más, y por eso es necesario usar más tiempo o temperaturas más altas para asegurar la inocuidad del producto.

Por esta razón, siempre se debe medir el pH de la pulpa antes de pasteurizar, ya que de este valor dependerán las condiciones que se deben aplicar.

En el Cuadro III se presentan ejemplos de combinaciones de tiempo y temperatura que pueden usarse según el pH de la pulpa de mango. Por ejemplo, si el pH es menor a 3,9, se puede pasteurizar a 85 °C durante 60 segundos o a 88 °C durante 30 segundos. En cambio, si el pH es de 4,0, se necesita aumentar las condiciones, ya sea a 91 °C durante 110 segundos o a 95 °C durante 5 segundos.

**Cuadro III.** Tiempos y temperaturas de pasteurización recomendados según el pH de la pulpa.

pH DE LA PULPA	TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN (°C)	TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN (s)
MENOR A 3,9	85	60
	88	30
3,9-4,0	91	11
	93	65

Para asegurar una distribución uniforme del calor, se emplea usualmente una marmita con agitación constante (Figura 12) (Raseetha et al., 2022). Sin embargo, a escala industrial, la pasteurización puede llevarse a cabo utilizando pasteurizadores de placas o tubulares, que ofrecen mayor eficiencia, un control más preciso de la temperatura y reducen los tiempos de procesamiento (Mudgal, 2018).

En operaciones de menor escala, es viable utilizar ollas de acero inoxidable, siempre que se garantice un control estricto de la temperatura, el tiempo y la agitación durante todo el tratamiento térmico, evitando así pérdidas en la calidad del producto o una inactivación microbiana insuficiente.



**Figura 12.** Marmita utilizada para la etapa de pasteurización de la pulpa de mango.

## 6.2.10 ENVASADO

Las etapas posteriores a la pasteurización dependerán de las condiciones en que se pretenda comercializar la pulpa: a temperatura ambiente, en refrigeración o congelada. A continuación se detalla las consideraciones que se deben tomar en cada caso:

- Pulpa para almacenamiento a temperatura ambiente: es necesario realizar un envasado en caliente, con el fin de minimizar el riesgo de recontaminación microbiológica. Para ello se utilizan envases de polietileno de alta densidad (HDPE) de calidad alimentaria. Las condiciones específicas del envasado dependerán del pH final de la pulpa y de los tiempos y temperaturas aplicados en la pasteurización (ver Cuadro IV).
- Por ejemplo, para una pulpa con pH 3,9 pasteurizada a 85 °C durante 60 segundos, se recomienda dejarla enfriar ligeramente hasta 81 °C antes del llenado en caliente. Posteriormente, se sella herméticamente y se coloca el envase boca abajo durante 3 minutos, lo que asegura la esterilización de la tapa y un cierre seguro.
- Para facilitar esta operación y reducir riesgos de quemaduras, se recomienda el uso de utensilios auxiliares de acero inoxidable y guantes térmicos previamente desinfectados.

**Cuadro IV.** Condiciones recomendadas para el envasado en caliente según el pH de la pulpa.

pH DE LA PULPA	TEMPERATURA DE ENVASADO (°C)	TIEMPO DE REPOSO (min)
MENOR A 3,9	81	3,0
3,9-4,0	87	3,0

- **Pulpa para almacenamiento en refrigeración o congelación:**

En este caso, la pulpa pasteurizada debe enfriarse en baño maría hasta alcanzar los 60-65 °C. Luego se procede al envasado manual en envases o bolsas de HDPE.

Cuando se utilizan bolsas, es necesario sellarlas con una selladora térmica (Figura 13). Posteriormente, si el producto se comercializa en refrigeración, este debe refrigerarse y almacenarse a 0-4 °C. En caso de que el producto se comercialice en congelación, primero se enfría hasta 0-4 °C y luego se somete a congelación a -18 °C.



**Figura 13.** Selladora de bolsas para la etapa de sellado.

## 6.2.11 ETIQUETADO

La pulpa envasada debe llevar una etiqueta que cumpla con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10 “Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados”. A continuación, se presenta de forma resumida los 10 requisitos básicos que toda etiqueta debe incluir:

**Cuadro II.** Requisitos de etiquetado para pulpa de mango según el RTCA 67.01.07:10.

REQUISITO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
<b>1. NOMBRE TÉCNICO DEL ALIMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe ser específico, indicar la naturaleza del producto (nombre común) y su condición física.</li> </ul>	Pulpa de mango.
<b>2. LISTA DE INGREDIENTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deben declararse todos los ingredientes en orden decreciente según el peso inicial al momento de la formulación.</li> <li>Deben incluirse los ingredientes alergénicos.</li> </ul>	Ingredientes: Mango, azúcar y ácido cítrico (acidulante).
<b>3. CONTENIDO NETO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe aparecer en el mismo campo visual que el nombre del alimento.</li> <li>Se declara en unidades del Sistema Internacional (SI).</li> </ul>	Peso neto: 1000 ml.
<b>4. REGISTRO SANITARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe ser visible en la etiqueta.</li> <li>Puede reportarse como R.S., Registro Sanitario, entre otros.</li> </ul>	R.S.: AS-CR-256.
<b>5. NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir información como: elaborado por, distribuido por, provincia, cantón, país, teléfono y correo electrónico.</li> </ul>	Producto centroamericano hecho en Costa Rica y distribuido por XXX, Montes de Oca, San José, Costa Rica. Tel: XXXX-XXXX / Correo: xxx
<b>6. PAÍS DE ORIGEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicar el país donde fue producido el alimento.</li> </ul>	País de origen: Costa Rica
<b>7. NÚMERO DE LOTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite la trazabilidad del producto.</li> <li>Puede presentarse como N.L., lote, Lot, etc.</li> </ul>	Lote: 060425
<b>8. FECHA DE VENCIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicar la fecha hasta la cual el producto mantiene sus atributos de calidad esperados.</li> <li>Puede declararse como: vence, caduca, consumir antes de, etc.</li> </ul>	Consumir antes de: 06-octubre-2025.
<b>9. INSTRUCCIONES DE USO Y CONSERVACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deben especificarse para asegurar un uso adecuado y preservar la calidad del producto.</li> </ul>	Mantener congelado a -18 °C.
<b>10. INFORMACIÓN NUTRICIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatoria si se declara alguna propiedad nutricional (ej. “bajo en sodio”).</li> <li>Voluntaria si no se hace dicha declaración.</li> </ul>	No aplica, ya que no se declara ninguna propiedad nutricional.

## 6.2.12 ENFRIAMIENTO (CHOQUE TÉRMICO)

Luego de envasar el producto, independientemente de si realiza llenado en caliente o no, se procede a realizar un enfriamiento rápido hasta aproximadamente 30 °C antes de su almacenamiento (Raseetha et al., 2022). Este proceso, conocido como choque térmico, puede efectuarse sumergiendo los envases en agua con hielo para acelerar la reducción de temperatura.

El enfriamiento rápido cumple funciones clave:

- **Control microbiológico:** reduce el tiempo que la pulpa permanece en la “zona de peligro” (entre 60 °C y 10 °C), donde las bacterias pueden crecer rápidamente.
- **Preservación de la calidad:** minimiza cambios no deseados en sabor, textura y color del producto.
- **Protección del envase:** previene deformaciones o daños por el calor residual.
- **Facilidad de manejo:** a 30 °C la pulpa puede manipularse de forma segura, evitando quemaduras.

Este paso resulta esencial para garantizar la inocuidad y calidad del producto final antes de su almacenamiento o distribución (Raseetha et al., 2022).

## 6.2.13 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Dependiendo del envase seleccionado y del proceso aplicado, la pulpa envasada después del tratamiento térmico puede almacenarse a temperatura ambiente, bajo refrigeración o en congelación (-18 °C), según la estrategia de comercialización escogida.

Para su transporte, es fundamental utilizar contenedores diseñados para evitar la contaminación cruzada. Además, el medio de transporte debe mantenerse higiénico, limpio, seco, libre de plagas y roedores, y sin residuos de cargas anteriores. También debe ser compatible con el tipo de empaque utilizado, garantizando así la calidad, inocuidad y conservación del producto durante todo el trayecto.

## 6.3 EQUIPO DE PROCESAMIENTO ESPECÍFICO

Para la elaboración de pulpas de mango, uno de los primeros equipos fundamentales es el despulpador, encargado de separar la pulpa del resto del fruto. Según Almanza et al. (2016), estos equipos funcionan mediante un sistema

de rascadores giratorios acoplados a un eje, impulsado por un mecanismo de poleas que permite regular la velocidad de rotación, optimizando así la eficiencia del proceso.

Por su parte, Berk (2009) señala que el rendimiento del despulpado depende de diversos factores, como el tamaño de las perforaciones, la velocidad de las paletas, el tiempo de residencia del producto en el equipo y la distancia entre las paletas y la carcasa. Estos elementos influyen directamente en la calidad y cantidad de pulpa extraída.

Una vez completado el despulpado, es indispensable aplicar una pasteurización (tratamiento térmico) para asegurar la inocuidad del producto y prolongar su vida útil. Este proceso puede llevarse a cabo utilizando el equipo adecuado, que varía según la escala de producción y el nivel de inversión. Entre las opciones más accesibles se encuentran las ollas de acero inoxidable, que pueden emplearse en cocinas de gas o eléctricas. Para un mayor control del proceso, se pueden utilizar marmitas con agitación constante, que garantizan una pasteurización uniforme. Finalmente, para operaciones más tecnificadas, existen pasteurizadores de placas o tubulares, que ofrecen mayor eficiencia y precisión. Todos estos métodos permiten alcanzar un mismo objetivo: una pasteurización efectiva. La elección del equipo dependerá del volumen de producción y de la disponibilidad de recursos económicos del productor.

A continuación, se describen las principales características de los distintos tipos de equipos utilizados en la elaboración de la pulpa de mango pasteurizada.

**Cuadro VI.** Características de las principales opciones de equipos utilizados para la producción de pulpa de mango pasteurizada.

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Marca:</b> General Electric.</li><li>• <b>Modelo:</b> 5K184AL217C.</li><li>• <b>Capacidad de procesamiento:</b> 100 - 500 kg/h.</li><li>• <b>Consumo eléctrico:</b> 14.2/7.1 A.</li><li>• <b>Potencia del motor:</b> 5 HP.</li><li>• <b>Voltaje de operación:</b> 230/460 V.</li><li>• <b>Aplicación recomendada:</b> Adecuado para producciones de menor escala y proyectos con presupuestos limitados, ofreciendo un buen desempeño con menor inversión inicial.</li><li>• <b>Precio estimado:</b> Entre \$1.000 y \$2.000 USD (aproximadamente ₡520.000 a ₡1.040.000), dependiendo del proveedor y las especificaciones adicionales.</li></ul>

Despulpador de pequeña escala

## EQUIPO

## CARACTERÍSTICAS



Despulpador de mediana escala

- **Capacidad de procesamiento:** 450 - 600 kg/h.
- **Consumo eléctrico:** 19.6 A.
- **Voltaje de operación:** 230/460 V.
- **Aplicación recomendada:** Ideal para operaciones de una mayor escala, ya que permite procesar mayores volúmenes de mango en menos tiempo, optimizando la eficiencia productiva.
- **Precio estimado:** Entre \$3.800 y \$6.000 USD (aproximadamente ₡1.976.000 a ₡3.120.000), dependiendo del proveedor y las características específicas del equipo.



Marmita

- **Capacidad de procesamiento:** 15 - 40 litros.
- **Presión máxima de trabajo:** 15 psi.
- **Aplicación recomendada:** Ideal para el tratamiento térmico de productos como pulpas de fruta, salsas o conservas.
- **Recomendada para:** Emprendimientos pequeños y medianos que requieran un equipo confiable para la pasteurización sin necesidad de sistemas altamente automatizados.
- **Precio estimado:** Desde los \$2.000 USD (aproximadamente ₡1.030.000), dependiendo del proveedor y las características específicas del equipo.



Pasteurizador tubular

- **Capacidad de procesamiento:** 1000-2000 litros
- **Aplicación recomendada:** Recomendado para líquidos con alta viscosidad o productos que contienen partículas más grandes, como purés de frutas, mermeladas o salsas espesas.
- **Recomendada para:** Emprendimientos medianos a grandes que requieran un equipo confiable para la pasteurización con alta tecnología.
- **Precio estimado:** Desde los \$15.000 USD (aproximadamente ₡7.571.290), dependiendo del proveedor, modelo y características específicas del equipo.

## 6.4 TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE PROCESAMIENTO

Con el fin de extender la vida útil de la pulpa de mango, se le aplica una pasteurización (tratamiento térmico) según las condiciones de tiempo y temperatura indicadas en el cuadro III. Este proceso permite la inactivación de enzimas y la eliminación de microorganismos responsables de su deterioro.

## 6.5 RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL ESTIMADA DEL PRODUCTO

La vida útil de la pulpa de mango puede alcanzar aproximadamente 6 meses a temperatura ambiente (28 °C 3 2 °C) siempre y cuando haya sido llenada en caliente. Se debe tomar en cuenta que, si la pulpa es almacenada a temperatura ambiente, esta debe ser refrigerada una vez abierta para su conservación. En el caso de las pulpas refrigeradas, que no hayan sido llenadas en caliente ni se haya agregado ningún preservante estas tendrán una vida útil limitada de una a dos semanas. Si se incorpora un preservante que retrase su deterioro la pulpa puede mantenerse hasta 10 meses bajo refrigeración (0-4 °C) (Raseetha et al., 2022).

La pulpa congelada puede tener una vida útil de hasta un año siempre y cuando no haya interrupciones en la cadena de frío durante su almacenamiento. Cabe destacar que una vez descongelada, la pulpa debe ser consumida en el menor tiempo posible para evitar alteraciones y mantenerse en refrigeración.

Durante el transporte, se deben utilizar vehículos equipados con sistemas de cadena de frío, que garanticen la conservación de la temperatura adecuada. Además, es esencial evitar el almacenamiento junto a productos que puedan alterar sus propiedades sensoriales o causar contaminación cruzada. También se debe tener especial cuidado de no golpear ni dañar el material de empaque, ya que esto podría comprometer la integridad del producto (Franco Martínez, 2014).

## 6.6 RECOMENDACIONES SOBRE MATERIALES DE EMPAQUE

Los envases utilizados para la pulpa deben proteger el producto de la contaminación, pérdida de humedad, oxidación y daños físicos durante su almacenamiento y transporte. Esto es especialmente importante, ya que los principales deterioros que sufren las pulpas incluyen cambios en la textura y

oxidación enzimática de los lípidos, lo que puede afectar su calidad sensorial y reducir su vida útil.

La selección del material de empaque depende del tipo de proceso y condiciones de comercialización. Para productos que se venderán a temperatura ambiente y requieren envasado en caliente, se recomienda el uso de envases resistentes al calor, como los de polietileno de alta densidad (HDPE) (Figura 14a). Estos envases son atóxicos, resistentes a impactos, impermeables, transparentes y capaces de soportar altas temperaturas sin deformarse (Iriarte Gómez, 2019). Además, facilitan un manejo seguro durante la pasteurización y el envasado en caliente, garantizando la inocuidad del producto.



**Figura 14.** Ejemplos de envases: a. envases de polietileno de alta densidad (HDPE), b. cubetas o baldes de plástico de grado alimentario, c. bolsas de polietileno de alta densidad (HDPE).

Cuando el producto se comercializa bajo refrigeración o congelación y se realiza un enfriamiento previo al envasado, se pueden emplear cubetas o baldes plásticos de grado alimentario (Figura 14b) y bolsas de HDPE (Figura 14c). Estos materiales son adecuados porque resisten esas temperaturas y no reaccionan con el alimento, además de que protegen la pulpa de contaminantes externos, garantizando la conservación de sus propiedades sensoriales y nutricionales. La elección del empaque dependerá de las necesidades del productor y de los requerimientos de su cliente.

## 6.7 LÍMITE DE PESO DE ENVASADO

No existe un límite específico de capacidad para los productos de este tipo de producto. En el mercado nacional, las presentaciones más comunes son envases de polietileno de alta densidad (HDPE) de 250 ml, 1 l, 2 l o 3,78 l (1 galón). No obstante, el tamaño del empaque puede ajustarse según las necesidades del cliente, permitiendo presentaciones de mayor capacidad cuando se requiera.

# 7. GESTIÓN DE LA CALIDAD

## DURANTE EL PROCESAMIENTO

La gestión de la calidad en el procesamiento de la pulpa de mango es esencial para garantizar que el producto final cumpla con las expectativas del consumidor, tanto en cuanto a calidad sensorial como a seguridad alimentaria. Para lograrlo, es indispensable realizar inspecciones rigurosas del producto terminado y evaluar los parámetros de calidad previamente establecidos para este tipo de alimento.

Asimismo, la aplicación adecuada de normas de muestreo permite verificar de manera representativa si el lote cumple con los estándares definidos. La correcta implementación de estas acciones favorece la uniformidad del producto, su inocuidad y su aceptación en el mercado.

A continuación, se presenta información relacionada con estos aspectos clave del proceso.

### 7.1 INSPECCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Para garantizar que la pulpa de mango cumpla con los estándares de calidad y seguridad, es fundamental realizar controles analíticos finales que incluyan la medición de grados Brix, pH y acidez titulable.

- **Grados Brix:** El contenido de sólidos solubles en pulpa de mango suele ajustarse entre 16 y 18 °Brix, reflejando el nivel adecuado de azúcares para el producto (Raseetha et al., 2022; Neves et al., 2007). Esta medición se realiza con un refractómetro (ver Figura 15).
- **pH:** El rango aceptable del pH en el producto final está entre 3,0 y 4,0, según el ajuste de acidificación realizado durante el procesamiento (Raseetha et al., 2022; Villanueva Rodríguez, 2016). La medición se realiza con un pH-metro (ver Figura 16).
- **Acidez titulable:** Expresada como porcentaje de ácido cítrico, debe encontrarse en un rango aproximado de 0,20 % a 0,50 %, determinado mediante titulación, y es un indicador clave para la estabilidad y seguridad del producto (Villanueva Rodríguez, 2016).

Estos análisis aseguran que la pulpa de mango cumple con las especificaciones establecidas durante el proceso, garantizando la correcta acidificación y estandarización del contenido de sólidos solubles, así como la calidad,

inocuidad y aceptación del producto final (Neves et al., 2007; Raseetha et al., 2022).



**Figura 15.** Ejemplos de refractómetro y brixómetro utilizados para la medición de los grados Brix en pulpas.



**Figura 16.** pH-metro utilizado para la medición del pH en pulpas.

## 7.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

A continuación, se presentan los resultados de las características fisicoquímicas de las pulpas de tres variedades de mango: Tommy Atkins, Keitt e Irwin, en su estado natural, es decir, sin ajustes de pH ni de grados Brix.

Estos valores iniciales permiten determinar la cantidad de sacarosa y ácido cítrico que se deberá adicionar para alcanzar los niveles deseados de acidez y dulzor. Una pulpa con valores más cercanos a los estándares requerirá menos ajustes, lo que representa un ahorro en costos y facilita la estandarización del producto.

**Cuadro VII.** Características fisicoquímicas de la pulpa de mango de las tres variedades en su estado natural.

VARIEDAD	HUMEDAD (%)	°BRIX	pH	ACIDEZ TITULABLE COMO ÁCIDO CÍTRICO (%)	CONSISTENCIA (CM/S)
KEITT	86.14	12.1	4.137	0.179	0.25
IRWIN	87.38	11.1	4.096	0.177	0.34
TOMMY ATKINS	85,76	13.5	4.450	0.116	0.24

Los parámetros evaluados describen la calidad de la pulpa y su comportamiento en el procesamiento:

- **Humedad:** refleja el contenido de agua de la pulpa. La variedad Irwin presenta el mayor valor (87,38%), lo que la hace más jugosa, mientras que Tommy Atkins tiene la menor humedad (85,76%).
- **Grados Brix:** indican el contenido de azúcares. La variedad más dulce es Tommy Atkins (13,5 °Brix), seguida de Keitt (12,1 °Brix), mientras que Irwin presenta el menor dulzor (11,1 °Brix).
- **pH:** mide la acidez natural. Tommy Atkins muestra el pH más alto (4,45), es decir, menos ácida, mientras que Irwin es la de menor pH (4,09), ligeramente más ácida.
- **Acidez titulable:** refleja la concentración de ácidos orgánicos, complementando la percepción de frescura y sabor. Los valores más altos corresponden a Keitt (0,179%) e Irwin (0,177%), lo que refuerza su sabor más ácido, mientras que Tommy Atkins presenta la acidez más baja (0,116%).
- **Consistencia:** está relacionada con la viscosidad de la pulpa, lo que influye en su textura y aplicaciones industriales. La variedad Irwin mostró la consistencia más fluida (0,34 cm/s) es decir, es más líquida, mientras que Tommy Atkins fue la más espesa (0,24 cm/s).

En general, puede observarse que Tommy Atkins destaca por su mayor dulzor y menor acidez, Keitt presenta un buen balance entre dulzor y acidez, mientras que Irwin se caracteriza por ser más jugosa y ligeramente más ácida.

## 7.3 NORMAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para cada lote de producción elaborado se recomienda recolectar una muestra compuesta por aproximadamente 12 unidades

seleccionadas de manera aleatoria. El tamaño de cada unidad dependerá de los análisis que se pretenda realizar, debiéndose recolectar un peso aproximado de entre 50 y 500 gramos por muestra (Morón y Zacarías, 1997).

Luego de recolectar la muestra, se debe etiquetar la muestra de forma clara y legible, que permanezca intacto durante todas las etapas, desde la recolección de la muestra hasta la ejecución de los análisis correspondientes. Seguidamente, al recibir la muestra en el laboratorio, se debe realizar un registro detallado de los datos de colección correspondientes al producto (Morón y Zacarías, 1997).

Un formato sugerido para la hoja de registro incluye información como: fecha de recepción, tipo de salida, tipo de envase, nombre del producto, número de lote, uso previsto, listado de ingredientes, cantidad contenida, observaciones sobre hechos imprevistos y el estado del producto al momento del análisis. Además, debe registrarse el tamaño de la porción, tomando en cuenta lo indicado en la etiqueta (Morón y Zacarías, 1997).

# 8. GESTIÓN DE LA INOCUIDAD

## DURANTE EL PROCESAMIENTO

La gestión de la inocuidad en el procesamiento de la pulpa de mango requiere un enfoque integral que contemple el análisis de peligros, la identificación y control de Puntos Críticos de Control (PCC), así como la verificación mediante análisis microbiológicos tanto de las materias primas como del producto terminado.

### 8.1 ANÁLISIS DE PELIGROS ASOCIADOS AL PROCESAMIENTO

Durante la elaboración de la pulpa de mango pueden surgir diversos peligros que comprometen su inocuidad. Estos se clasifican en tres categorías principales: peligros físicos, químicos y biológicos, los cuales deben identificarse y gestionarse adecuadamente en cada etapa del proceso.

**Cuadro VIII.** Peligros físicos, químicos y biológicos asociados al procesamiento de pulpa de mango.

PELIGRO	DESCRIPCIÓN
FÍSICO	<p>Materiales extraños que pueden ocasionar daño físico al consumidor si no se eliminan oportunamente. Incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Fragmentos de vidrio, metal o plástico proveniente de los utensilios o la maquinaria.</li><li>Restos de cáscara o semilla mal retirados durante el pelado o corte.</li></ul>
QUÍMICO	<p>Sustancias que pueden resultar tóxicas o generar efectos adversos para la salud, como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Exceso de desinfectante (por ejemplo, cloro) durante la desinfección de la fruta.</li></ul>
BIOLÓGICO	<p>Microorganismos patógenos que representan el mayor riesgo para la salud del consumidor. Pueden proliferar si no se aplican controles adecuados de higiene y procesamiento. Los más relevantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><i>Sobrevivencia de Salmonella spp.</i> y <i>Escherichia coli</i>, por aplicación deficiente de los procesos de desinfección y pasteurización.</li></ul>

## 8.2 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 establece los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos para garantizar su inocuidad. Esta normativa define los límites aceptables de microorganismos patógenos en productos frescos y procesados, y es de aplicación obligatoria en los procesos de registro, vigilancia y comercialización de alimentos.

Para llevar a cabo estas evaluaciones se requiere el apoyo de laboratorios especializados en análisis microbiológicos de alimentos y aguas, a los cuales los productores pueden acudir para obtener resultados confiables sobre la calidad e inocuidad de sus productos. En Costa Rica existen diferentes laboratorios que brindan estos servicios.

A continuación, se presentan los límites establecidos para mango fresco y pulpa de mango congelada:

**Cuadro IX.** Parámetros microbiológicos aplicables al mango fresco y la pulpa de mango congelada según RTCA 67.04.50:08

PRODUCTO	PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
MANGO FRESCO	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia en 25 g de muestra
	<i>Escherichia coli</i>	102 UFC/g
PULPA DE MANGO CONGELADA	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia en 25 g de muestra
	<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia en 25 g de muestra

Cabe destacar que estos parámetros son obligatorios y deben cumplirse estrictamente para asegurar la inocuidad del producto durante su comercialización y consumo.

## 8.3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)

Un Punto Crítico de Control (PCC) es una etapa específica dentro del proceso productivo en la que se debe aplicar una medida esencial para prevenir, eliminar o reducir a niveles aceptables un peligro que pueda comprometer la inocuidad del alimento.

La identificación de los PCC depende de las condiciones particulares de cada empresa y de su proceso productivo. Para determinar correctamente estos puntos, es necesario realizar un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).

A continuación, se describen algunos ejemplos de etapas que comúnmente se consideran PCC en la elaboración de pulpa de mango:

- **Desinfección de la materia prima:** Esta etapa es clave para reducir la carga microbiana superficial de la fruta. Una desinfección insuficiente permite la supervivencia de microorganismos patógenos, mientras que un exceso de desinfectante podría generar un riesgo químico. Por ello, se establece un límite crítico, por ejemplo, una concentración de cloro de 100-150 ppm.
- **Acidificación:** Controlar el pH es crítico porque limita el crecimiento microbiano. El límite crítico generalmente se establece en máximo 4,0, según las características del producto y criterios del productor. Mantener el pH en este rango ayuda a inhibir microorganismos no deseados, constituyendo un PCC.
- **Pasteurización:** Esta etapa asegura la eliminación de microorganismos patógenos y enzimas que podrían deteriorar el producto. Es esencial que la pulpa alcance los tiempos y temperaturas mínimos recomendados para cada nivel de pH. La pasteurización insuficiente compromete la inocuidad, por lo que se considera un PCC.
- **Llenado en caliente:** Su función es prevenir la contaminación posterior y la fermentación del producto. Si bien no siempre se clasifica como PCC —en algunos procesos se considera un Punto de Control (PC)—, es crítico garantizar que el producto se envase a la temperatura adecuada y con un sellado hermético, ya que un llenado incorrecto puede comprometer la inocuidad.

En resumen, las etapas de desinfección, acidificación y pasteurización son generalmente consideradas PCC en la producción de pulpa de mango, mientras que el llenado en caliente puede variar según el diseño del proceso y el riesgo de recontaminación. Sin embargo, para definir los PCC se requiere de un análisis de los peligros asociados a cada una de las etapas del proceso, así como una evaluación del riesgo relacionado.

# 9. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROCESO PRODUCTIVO

A continuación, se abordan aspectos relacionados al rendimiento y a los costos asociados al proceso de producción de pulpa de mango:

## 9.1 RENDIMIENTO DEL PRODUCTO FINAL

A continuación, se muestran los rendimientos totales y parciales obtenidos en cada etapa del procesamiento de las tres variedades de mango: *Tommy Atkins*, *Keitt* e *Irwin*.

**Cuadro X.** Rendimiento total y de las etapas de la selección, pelado, troceado y despulpado de la obtención de pulpa de mango de las tres variedades de mango

ETAPA / VARIEDAD	RENDIMIENTO		
	<i>Keitt</i>	<i>Irwin</i>	<i>Tommy Atkins</i>
SELECCIÓN	92.52	90.26	93.26
PELADO	80.57	78.78	75.20
TROCEADO	74.48	69.92	64.95
DESPULPADO	70.23	75.63	59.82
TOTAL	38.95	37.52	27.22

En el cuadro X se observa que Tommy Atkins alcanzó el mayor rendimiento en la etapa de selección, debido a que la mayoría de sus frutas presentaban condiciones físicas óptimas y cumplían con los estándares de calidad del protocolo de recepción, reduciendo la cantidad de frutos descartados (Akram et al., 2021).

En las etapas de pelado y troceado, Keitt presentó el mejor rendimiento, atribuido a su mayor tamaño, lo que facilita la manipulación y permite un mayor aprovechamiento de la pulpa. Por su parte, Irwin mostró menor rendimiento

en estas etapas debido a su tamaño más pequeño y mayor proporción de partes no comestibles (Akram et al., 2021).

Durante el despulpado, Irwin destacó con el mayor rendimiento, resultado de su madurez avanzada y textura jugosa, que facilitan la extracción de pulpa (Akram et al., 2021). Aunque este valor está ligeramente por debajo del rendimiento promedio esperado (77,6 %), sigue siendo considerable (Akram et al., 2021).

En términos de rendimiento total, considerando todas las etapas del proceso, la variedad Keitt obtuvo la mayor eficiencia (38,95 %), seguida de Irwin (37,52 %), mientras que Tommy Atkins presentó el rendimiento total más bajo (27,22 %). Esto indica que, aunque Tommy Atkins destaca en selección, su menor rendimiento en pelado, troceado y despulpado reduce su eficiencia global en la obtención de pulpa.

## 9.2 COSTOS ASOCIADOS AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Para la elaboración de aproximadamente 50 litros de pulpa de mango, se estima un tiempo de operación de 8 horas. Con base en este proceso, se ha establecido un cálculo estándar de costos de producción, el cual contempla los rubros principales: mano de obra, consumo energético, materia prima y material de empaque.

A continuación, se detallan las variables consideradas para este análisis.

**a) Unidad comercial:** Un envase de 1 litro de pulpa de mango pasteurizada congelada.

**b) Rendimiento de mango fresco:** aproximadamente 34.6 %, según la variedad utilizada. Esto implica que para obtener 50 litros de pulpa se requieren alrededor de 144.5 kg de mango fresco.

**c) Salario por hora:** ₡1 529,62 por operario. Se considera la participación de dos operarios de ocupación no calificada durante toda la jornada laboral. De acuerdo con el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2025), a este monto se debe sumar un 42,16% correspondiente a cargas sociales.

**d) Tarifa eléctrica punta:** Se utiliza la tarifa de media tensión tipo T-MTb, correspondiente a industrias con alto consumo energético. Para este análisis se emplea el costo del período punta (de 10:00 a.m. a 12:30 p.m.), con un valor de ₡110,90/kWh, según datos de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (2025).

Seguidamente, se presenta un cuadro que resume la estructura de costos y el precio estimado por unidad del prototipo mínimo viable, considerando una presentación de 1 litro

**Cuadro XI.** Estructura de costos y precio estimado para producir 1 litro de pulpa de mango pasteurizada congelada.

RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO
	Mango fresco	216.6
	Azúcar	6.6
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN - MATERIAS PRIMAS</b>	Ácido cítrico	41.1
	Material de empaque	300.0
	<b>Subtotal materias primas</b>	<b>¢564.3</b>
	<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN - MANO DE OBRA</b>	
	Incluye las operaciones unitarias	489.5
	Cargas sociales (42,16%)	206.4
	<b>Subtotal mano de obra</b>	<b>¢695.9</b>
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN - CONSUMO ENERGÉTICO</b>		
	Despulpador	2.4
	Cámara de congelación	32.0
	<b>Subtotal consumo energético</b>	<b>¢34.4</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD (PRESENTACIÓN DE 1LITRO)</b>	<b>¢1294.6</b>	Costo total de producción por unidad (presentación de 1litro)
<b>PRECIO DE VENTA SUGERIDO (PRESENTACIÓN DE 1 LITRO)</b>	<b>¢2200.8</b>	Precio de venta sugerido (presentación de 1 litro)

# 10. CONCLUSIONES Y

## RECOMENDACIONES

En esta ficha técnica, el análisis del procesamiento de pulpa de mango de las variedades *Tommy Atkins*, *Keitt* e *Irwin* demostró que todas son aptas para la obtención de pulpa pasteurizada con buena calidad y estabilidad. Sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas en los rendimientos totales y parciales entre variedades, relacionadas con las características físicas y químicas propias de cada tipo de mango.

Estas diferencias en rendimiento impactan directamente en la cantidad de materia prima necesaria y en los costos de producción, por lo que la selección de la variedad debe contemplar no solo la calidad organoléptica, sino también la viabilidad económica del proceso.

Durante la etapa de ajuste de pH y grados Brix, se observó que la cantidad de ácido cítrico y sacarosa requerida varía según la variedad y su estado de madurez, lo cual influye en el costo y la formulación final del producto. Por ello, se recomienda realizar pruebas previas para definir los niveles óptimos de acidificación y estandarización que aseguren inocuidad, estabilidad y sabor adecuados.

Desde la perspectiva sensorial, cada variedad ofrece atributos particulares que pueden influir en la elección según las preferencias del consumidor. *Tommy Atkins* se distingue por su sabor más dulce y menor acidez, *Keitt* muestra un equilibrio adecuado entre dulzor y acidez, y *Irwin* resalta por su jugosidad y una acidez ligeramente más pronunciada.

Finalmente, se recomienda realizar una evaluación integral que considere el rendimiento, los ajustes necesarios para estandarización, la calidad microbiológica y sensorial, y los costos operativos, para seleccionar la variedad y el proceso que mejor se adapten a los objetivos productivos y comerciales. Esto permitirá desarrollar pulpas de mango pasteurizadas de alta calidad, seguras y con buena rentabilidad.

# 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akram, M. E., Khan, M. A., Khan, M. U., Amin, U., Haris, M., Manmud, M. S., Zahid, A., Pateiro, M., y Lorenzo, J. M. (2021). Development, fabrication and performance evaluation of mango pulp extractor for cottage industry. *AgriEngineering*, 3(4), 827-839. <https://www.mdpi.com/2624-7402/3/4/52>
2. Almanza Mosqueda M. D., Ruiz Hernández K., Sosa Morales M.E., Martínez Soto G. y Flores Ortega A. (2016). Diseño Y Desarrollo Tecnológico De Un Prototipo De Molino Despulpador De Mango. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 273-278. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/48.pdf>
3. Berk. Z. (2009). *Food Process Engineering and Technology*. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-12-373660-4. pp. 213-24.
4. Bonifaz. L. y Herrera. J. (2012). Diseño y construcción de una despulpadora semiautomática para la producción de diferentes pulpas de “fruta tropical y cítricos”, para el laboratorio de la escuela de ingeniería agroindustrial. [Tesis para optar por el grado de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional de Chimborazo] <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/403/1/UNACH-EC-IAGRO2012-0002.pdf>
5. Brecht, J. K., Sargent, S. A., Kader, A. A., Mitcham, E. J., Maul, F., Brecht, P. E., & Menocal, O. (2021). Manual de prácticas para el mejor manejo poscosecha del mango. National Mango Board. [https://www.mango.org/wp-content/uploads/2021/04/Mango\\_Postharvest\\_Manual\\_SPN\\_.pdf](https://www.mango.org/wp-content/uploads/2021/04/Mango_Postharvest_Manual_SPN_.pdf)
6. Comité Técnico Regional (2007). Caracterización agrocadena de mango. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10280.pdf>
7. Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (2025). Tarifas Vigentes. [https://www.cnfl.go.cr/servicios/electricos/inmuebles/tramites/tarifas#tab\\_b](https://www.cnfl.go.cr/servicios/electricos/inmuebles/tramites/tarifas#tab_b)
8. Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y forestales (CONIAF). (2020). Guía técnica producción sostenible del cultivo del mango para la exportación. <https://www.promangord.org.do/promangowp/wp-content/uploads/2023/02/GUIA-PRODUCCION-DE-MANGO.pdf>
9. constituents. *Trends in Food Science and & Technology*. 80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418300050>
10. Davidovich-Young, G., De la Asunción-Romero, R., & Acosta-Montoya, Ó. (2024). Potencial de incorporación postcosecha de microorganismos patógenos en estructuras frutales. *Agronomía Mesoamericana*, 54094. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54094>
11. Dehghan, P., Mohammadi, A., Mohammadzadeh-Aghdash, H & Nazhad-Dolatabadi, J. (2018). Pharmacokinetic and toxicological aspects of potassium sorbate food additive and its
12. Fallas R., Bertsch, F. Miranda, E. y Henríquez, C. (2010). Análisis de crecimiento y absorción de nutrientes de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agronomía Costarricense*, 34 (1). [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100001](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100001)
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2002). Mango post-harvest operations. [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/inpho/docs/Post\\_Harvest\\_Compendium\\_-\\_Mango.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_Mango.pdf)

14. Franco Martínez, M. C. (2014). Ficha Técnica de Pulpa de mango congelada [Archivo PDF] <https://irp-cdn.multiscreensite.com/b4fb73a9/files/uploaded/FICHA%20TECNICA%20PULPA%20DE%20MANGO%20CONGELADA.pdf>
15. FRUTIHELEN S.A.S (2020). Ficha Técnica pulpa de mango [Archivo PDF] <https://frutihelen.com/wp-content/uploads/2020/06/FT-EP-09-PULPA-DE-MANGO.pdf>
16. Guevara Pérez, A. (2015). Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://biblioteca.ismejia.com/files/pda/Separata%20Pulpas%20n%20%20%9Actares,%20merm%20desh,%20osmodes%20y%20fruta%20confitada.pdf>
17. Gutiérrez Ortiz, A. A. (2016). Diagnóstico del proceso de transferencia tecnológica caso: instituto de desarrollo agroindustrial - UNALM entre los años 2011 - 2015 [Tesis para optar el grado de Magíster en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología, Pontificia Universidad Católica del Perú] <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7134>
18. Hui, L. (2006). Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. CRC Press. [https://books.google.co.cr/books?id=brdM8-ahRg4C&newbks=1&newbks\\_redir=0&dq=Potassium+sorbate+function&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.co.cr/books?id=brdM8-ahRg4C&newbks=1&newbks_redir=0&dq=Potassium+sorbate+function&source=gbs_navlinks_s)
19. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. (2023). Cultivo y comercialización del mango. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-08/MANGO%20Cultivo%20y%20Comercializacion%20WEB.pdf>
20. Iriarte Gómez, D. (2019). Avances en tecnología de producción y conservación de pulpas de frutas [Tesis para optar por el grado de Tecnóloga de Alimentos, Universidad Nacional Abierta y A Distancia] <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/27033/1/diriarteg.pdf>
21. Khan, U., Ullah, J., Saeed, B & Ali, F. (2014). Effect of potassium sorbate and sodium benzoate on the quality and shelf life of strawberry jam during storage. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 9 (12). [https://www.arpnjournals.com/jabs/research\\_papers/rp\\_2014/jabs\\_1214\\_699.pdf](https://www.arpnjournals.com/jabs/research_papers/rp_2014/jabs_1214_699.pdf)
22. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2025). Lista de salarios mínimos del sector privado. <https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>
23. Morón, C. y Zacarías, I. (1997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/4/ah833s/AH833S00.htm#Contents>
24. Mudgal, S. (2018). Tecnologías para procesamiento valor añadido de productos de frutas y vegetales. [Archivo PDF] [https://www.jbtc.com/foodtech/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/Fruit-Vegetable-Products\\_WP-A001-ES.pdf](https://www.jbtc.com/foodtech/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/Fruit-Vegetable-Products_WP-A001-ES.pdf)
25. Neves, L. C., Benedette, R. M., Da Silva, V. X., De Souza Prill, M. A., & Vieites, R. L. (2007). Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia setentrional, através da aplicação de preservativos e da pasteurização. Revista Brasileira de Fruticultura, 29(3), 576-582. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452007000300031>
26. Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP). <https://www.paho.org/es/documentos/analisis-peligros-puntos-criticos-control-haccp>
27. Osuna-García, J.A, Morales-Loredo, A. & Álvarez-Ojeda, G. (2007). Manual de buenas prácticas de manejo y procedimientos de operación estándar de sanitización en empaques de mango para exportación adecuado a las condiciones de nayarit. Publicación Técnica, 1. [https://www.researchgate.net/publication/280319049\\_MANUAL\\_DE\\_BUENAS\\_PRACTICAS\\_DE\\_MANEJO\\_Y\\_PROCEDIMIENTOS\\_DE\\_OPERACION\\_ESTANDAR\\_DE\\_SANITIZACION\\_EN\\_EMPAQUES\\_DE\\_MANGO\\_PARA\\_EXPORTACION\\_ADECUADO\\_A\\_LAS\\_CONDICIONES\\_DE\\_NAYARIT](https://www.researchgate.net/publication/280319049_MANUAL_DE_BUENAS_PRACTICAS_DE_MANEJO_Y_PROCEDIMIENTOS_DE_OPERACION_ESTANDAR_DE_SANITIZACION_EN_EMPAQUES_DE_MANGO_PARA_EXPORTACION_ADECUADO_A_LAS_CONDICIONES_DE_NAYARIT)

28. Owino, W. O., y Ambuko, J. L. (2021). Mango fruit processing: Options for small-scale processors in developing countries. *Agriculture*, 11(11), 1-13. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111105>.
29. Pacheco Jiménez, A. A., Basilio Heredia, J., Gutiérrez Grijalva, E. P., Quintana Obregón, E. A. y Muy Rangel, M. D. (2023). Potencial industrial de la cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) para la obtención de pectina en México. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25 (1). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2022000100301#:~:text=El%20mango%20](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100301#:~:text=El%20mango%20)
30. Penteado, A. L., Eblen, B., & Miller, A. J. (2004). Evidence of Salmonella Internalization into Fresh Mangos during Simulated Postharvest Insect Disinfestation Procedures. *Journal Of Food Protection*, 67(1), 181-184. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-67.1.181>
31. Raseetha, S., Aida, F., Chompoorat, P., Murtini, E. S., Fuggate, P., Roslan, N., & Nur-Diana, S. (2022). Disintegration with considerable changes in form: cutting/dicing, crushing and grinding, shredding, sheeting, and pulping. En Elsevier eBooks (pp. 181-240). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818572-8.00004-8>
32. Rhaman, S. (2007). *Handbook of Food Preservation*. CRC Press. [https://books.google.co.cr/books?id=sKgtq62GB\\_gC&pg=PA418&dq=sulfite+as+a+preservative&hl=es-419&newbks=1&ewbksredir=0&sa=X&ved=2ahUKEwipoYzHurGPaxUeTTABHUsnHLsQ6AF6BAgMEAM#v=onepage&q=sulfite%20&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=sKgtq62GB_gC&pg=PA418&dq=sulfite+as+a+preservative&hl=es-419&newbks=1&ewbksredir=0&sa=X&ved=2ahUKEwipoYzHurGPaxUeTTABHUsnHLsQ6AF6BAgMEAM#v=onepage&q=sulfite%20&f=false)
33. Ureña Bogantes, A. L., González Rojas, J. M., Meneses Contreras, R. y Alvarado, E. (2007). *Agrocadena de mango*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/e70-4282.pdf>
34. Villanueva Rodríguez, S. J., Campos, M. J. K, Fernández, O., Estarron Espinosa, M., Pérez Martínez, F. J., Ramírez Romo, E., Alvarado Osuna, C., Ramírez Cerda, E. L., Villegas García, E., Urzua Esteva, E., Suárez Jacobo, A., García Fajardo, J. A., Guatemala Morales, G. M., Arriola Guevara, E., Virgen Navarro, L., Medina Rendon, E. A., Larios Medrano, I., Padilla Sahagun, M. C. y Campo Barba, S. T. (2016). *Introducción a la Tecnología del Mango*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/388>
35. Zalameda, E. C. y Falco, E.M. (2014). *Mango processing*. Industrial Technology Development Institute. (3 ed). [https://itdi.dost.gov.ph/images/LivelihoodTechnologyBrochures/64-Mango\\_Puree.pdf](https://itdi.dost.gov.ph/images/LivelihoodTechnologyBrochures/64-Mango_Puree.pdf)