

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
BIOQUÍMICA**

TESIS

“ELABORACIÓN DE PULPAS ESTABILIZADAS UTILIZANDO DIFERENTES VARIEDADES DE MANGO (Mangifera indica L.)”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA:

MIRIAM RUFINA TORRES SANTIAGO

ASESOR:

M.C. AYMARA JUDITH DÍAZ BARRITA

COMISIÓN REVISORA:

**DR. IVÁN ANTONIO GARCÍA MONTALVO
M.C. MINERVA DONAJÍ MÉNDEZ LÓPEZ
ING. JOSÉ LÓPEZ MATADAMAS**

OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA

SEPTIEMBRE 2022

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Enriqueta Santiago Hernández

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi novio Alberto Bautista Jiménez

A tu paciencia y comprensión, por tu apoyo siempre en todo momento. Ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado, Alberto.

A mi hijo Ian Bautista Torres

Eres mi más grande inspiración en todo momento, Te amo.

A mi maestra

M.C. Aymara Judith Diaz Barrita por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

Finalmente a mis maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario.

ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	10
Objetivo General	10
Objetivos específicos	10
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 Mango.....	11
1.1.1 Principales variedades cultivadas en México.....	13
1.1.2 Productos derivados de mango	15
1.2 Análisis fisicoquímicos	18
1.2.1 Determinaciones de parámetros físicos y químicos, actividad de agua, sólidos solubles, pH y acidez titulable.	19
1.3. Microbiología de los alimentos	20
1.3.1 Orígenes de los microorganismos en los alimentos	21
1.3.2 Factores que afectan el crecimiento de los microorganismos en los alimentos	22
1.3.3 Microorganismos indicadores en los alimentos.....	25
1.4 Evaluación sensorial.....	28
1.1.4 Definición	28
1.2.4 Los sentidos y las propiedades sensoriales	29
1.3.4 Pruebas Sensoriales.....	32
2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	33
2.1 Obtención de formulaciones de pulpas estabilidades de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	33
2.2 Evaluación fisicoquímica de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	41

2.3 Evaluación microbiológica de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	41
2.4 Evaluación sensorial de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	42
3. RESULTADOS.....	43
3.1 Obtención de formulaciones de pulpas estabilizadas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	43
3.2 Evaluaciones fisicoquímicas de las formulaciones durante el almacenamiento de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	43
3.3 Evaluación microbiológica de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	45
3.4 Evaluación sensorial de las pulpas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedades criollo y oro.	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	51
ANEXO	53

Resumen

Si bien México se encuentra entre los primeros lugares de producción y exportación de mango a nivel mundial, la cadena productiva de mango enfrenta dificultades para el aprovechamiento adecuado del fruto en los meses de mayo a julio. Para solucionar el problema de la acumulación de producto en ese período, se requieren estrategias y alternativas a todos los niveles dentro de la cadena producto-mango, que permitan canalizar adecuadamente el fruto, de manera que se capitalice el esfuerzo de los productores. Con frecuencia, la acumulación del fruto en las huertas conlleva, además de pérdidas económicas para los fruticultores, problemas fitosanitarios, los frutos no son cosechados y estos quedan en el árbol propiciando el desarrollo de todo tipo de plagas y enfermedades que pueden generar graves y complejos problemas para el huerto y para toda la cadena de valor.

El mango criollo y oro es un fruto tropical que se florece en el Istmo de Tehuantepec, sin embargo, no se le ha dado la importancia para su industrialización a pesar de las propiedades organolépticas y nutricionales que tiene. En la presente investigación se propone la elaboración de pulpas estabilizadas de mango criollo y oro, para ello se propuso como objetivo determinar la mejor formulación de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) adecuada para la aceptabilidad del consumidor. Para cumplir con dicho objetivo se evaluaron fisicoquímica y organolépticamente las formulaciones propuestas, siendo la mejor formulación la pulpa de mango oro con tratamiento térmico. Asimismo, se determinó que, durante el tiempo evaluado, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la pulpa se mantuvieron estables y dentro de los rangos de las fichas técnicas de pulpa de mango.

Palabras clave: Pulpa de mango, evaluación sensorial, mango oro, mango criollo.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos y en especial las frutas y hortalizas son altamente inestables al deterioro físico, químico-bioquímico y microbiológico. Su composición lo hace muy apropiado para las reacciones causantes de la degradación y al desarrollo microbiano. Generalmente, a medida que el contenido de humedad (AW) es más alto, el fruto está expuesto a un mayor nivel de degradación y proliferación de microorganismos (Pérez, 2015).

Las frutas dentro de su composición química contienen un alto porcentaje de humedad, en su mayoría superan el 90%, hacen un medio apropiado de vida para los microorganismos, en especial mohos y levaduras. Para conservarlas se requiere de la aplicación de tecnologías apropiadas entre ellas la elaboración de pulpas, néctares, mermelada, secado y osmodeshidratados. Para optimizar el proceso, será necesario optar por la mejor tecnología, la cual asegurará el funcionamiento adecuado del procesamiento; teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima y el mercado consumidor (Pérez, 2015).

Los productos que alteran sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas en muy corto tiempo tales como lo son chirimoya, tejocote, guanabana, tamarindo, mango y guayaba de origen tropical y subtropical, requieren para su mayor aprovechamiento ser conservados o industrializados en forma tal que permitan proporcionar un valor agregado a la fruta y prolongar su vida útil, ya que unas frutas se producen en áreas distantes de los centros de población o por temporada y no es posible mantener sus características sensoriales adecuadas para su comercialización como fruta fresca.

Otra problemática que presenta este grupo de frutas tropicales es que se requiere condiciones adecuadas para su almacenamiento y distribución como podría ser el mantenerlas a bajas temperaturas y no maltratarlas durante el transporte.

Uno de esos productos, para aprovechamiento de la fruta, es la obtención de pulpas, empleándose la parte carnosa o comestible del fruto. Se debe de eliminar la cáscara y semilla, por procesos manuales o mecánicos, obteniendo un producto pastoso o semilíquido que luego es estabilizado y almacenado por diferentes métodos, con las cuales se elaboran los jugos de frutas.

La concentración de estos productos para reducir costos de envase, almacenamiento y transporte es ventajosa en comparación con la fruta en fresco, aunque como siempre, existen problemas técnicos relacionados con la reducción de la calidad por pérdida de aromas y la selección del proceso y equipo más conveniente.

Por lo anterior, este trabajo tuvo como finalidad elaborar pulpas de mango de las variedades Criollo y Oro, de la comuidad de San Pedro Tapanatepec, Oaxaca, para tener una alternativa de empleo de variedades que usalmente tienen un bajo valor económico en el mercado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Oaxaca es uno de los estados con mayor producción de mango de alta calidad (106, 785 toneladas de variedades), siendo la comunidad de San Pedro Tapanatepec el principal productor. Algunas variedades se exportan son Criollo, Oro, Tomy y Ataulfo (Ciudadanía express periodismo de paz, 2012).

Actualmente, los efectos que el cambio climático está provocando se pueden palpar en las huertas de mango, los frentes fríos vienen acompañados por vientos huracanados que tira la fruta, las lluvias atípicas y/o la falta de ésta impide la floración, la deshidratación del suelo debido a los incendios y quemas de pasto, etc. Todo lo anterior provoca la pérdida del 30 % de la producción total, asociada con los bajos precios que se pagan actualmente por el producto en el mercado local (EXCELSIOR, 2017).

La temporada de máxima producción de mango se encuentra entre los meses de marzo y abril, en esta época se aprovecha el mango en el mercado con un costo menor a las otras temporadas, ya que no hay una alta producción de la fruta. Aunado a esto, cuando el valor es muy bajo, el productor prefiere no cosecharlo y dejar que se pierda, puesto que los costos son altos, invirtiendo más de lo que recuperará.

Por lo tanto, el motivo de la presente investigación fue obtener un producto, pulpa estabilizada de mango, que permita tener una alternativa de uso de la fruta para alargar su vida útil y aumentar su valor económico.

JUSTIFICACIÓN

El Estado de Oaxaca representa uno de los principales estados productores de mango a nivel Nacional, además de ser uno de los principales estados exportadores a mercados de Estados Unidos con variedades de mango Tommy, Ataulfo y Oro (Rosy Ramales, 2015). El inventario frutícola correspondiente al cultivo del mango en Oaxaca es del orden de las 18,500 has plantadas, donde el Istmo de Tehuantepec representa el 75% de esta superficie (COMITE ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE OAXACA, 2015).

El mango es una de las principales frutas tropicales. Debido a su contenido de vitaminas, minerales y su agradable sabor y aroma, se convierte en una fruta muy demandada por los consumidores. Es un producto que puede durar almacenado máximo 6 o 7 días. El mango se consume ampliamente en su forma fresca, principalmente en los países productores.

Por otro lado, se transforma principalmente en zumos y néctares o conservas en mitades, segmentos o trozos con jarabe añadido para la conservación. El puré o la pulpa congelados son un mercado en crecimiento en la fabricación de productos lácteos (p. ej., yogures), helados y bizcochería (p. ej., barritas de chocolate, muesli, etc.). También existen confituras, pasta de frutas, chutneys y salsas.

Es por esta razón, que el trabajo de investigación se centró en obtener pulpa de Las Normas Mexicanas actuales nos llevan al consumo de productos transformados que tengan la menor cantidad de insumos perniciosos y edulcorados con sustancias no asimilables por el organismo. Dentro de estos productos están las frutas, ya que estas ayudan a mejorar la digestión y por tanto la calidad de vida. Se pretende dar una alternativa de uso a la pulpa, con dos variedades de mango (criollo y oro) que tienen un bajo valor económico.

Para ello necesitamos estabilizarlas para obtener un tiempo de vida más largo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Obtener y evaluar fisicoquímica y sensorialmente pulpas estabilizadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

Objetivos específicos

1. Obtener formulaciones para pulpas estabilizadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.
2. Evaluar fisicoquímica y sensorialmente las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Mango

El mango es el fruto del árbol *Mangifera indica* se trata comúnmente de un árbol frondoso de hasta 20 metros de altura, de copa redonda, siempre verde, con inflorescencia (panícula) provista de numerosas ramas, con entre 550 hasta 4000 flores.



Figura 1: Árbol *Mangifera indica* L.

El fruto es una drupa que varía en forma (redonda, ovalada, ovoide-oblonga), tamaño (hasta más de 2 Kg.) y color, dependiendo de la variedad. El mango es una de las 69 especies que tiene el género *Mangifera* pertenece a la familia Anacardiáceas y pertenece al orden Sapindalea. Otras especies de importancia económica de esta familia son el pistache, el anacardo y diversas ciruelas tropicales (PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL MANGO, 2005).

“El fruto es un fruto de una sola semilla (monospermo) con un mesocarpo carnoso y fibroso que rodea al endocarpo (semilla), los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones (Figura 2).



Figura 2: Fruto del árbol *Mangifera indica* L.

Posee un mesocarpio comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo su peso varía desde 150 g hasta 2 Kg., su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm de largo y 1.5-10 cm de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta. La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas prominentes; la carne es de color amarillo o anaranjado, y es jugosa” (Rodríguez, 2016).

En México fue introducido de tres importantes maneras:

- 1) A fines del siglo XVII cuando el mango manila fue traído por los españoles en la Nao de China desde Manila al Puerto de Acapulco, sin embargo se dispersó y cultivó en la Costa del Golfo de México, sobre todo en el estado de Veracruz.
- 2) La segunda ocurrió a principios del siglo XIX, desde las Antillas a la Costa del Golfo de México, los que al propagarse por semilla originaron los mangos criollos.
- 3) En el año de 1950, la tercera introducción del mango la hicieron viveristas particulares de Florida, E.U., al estado de Guerrero. Se propagaron por injertos y se diseminaron en el centro y norte del pacífico. Ejemplo: Haden, Kent, Keitt e Irwing, "Mejor conocidos como mangos petacones aquí en el país" (PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL MANGO, 2005).

1.1.1 Principales variedades cultivadas en México

Las principales variedades: Criollo, Diplomatico, Manila, Haden, Kent, Keit, Tommy Atkins y Ataulfo. A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de estas variedades:

Criollo: al madurar la fruta es de color amarillo con la base rojiza, la pulpa es dulce y de color amarillo, la semilla es grande y su contenido de fibra es de medio a bajo. A este tipo de mango también se le conoce como mango corriente.

Diplomático: la fruta es de tamaño mediano con un peso que varía de 170 a 300 gramos; al madurar es de color amarillo rojizo y con mayor intensidad de color en la base, es dulce y contiene mucha fibra; la semilla ocupa del 11 al 13% del peso total del fruto

Manila: la fruta madura es de color amarillo, con cáscara delgada, pulpa amarilla, firme y dulce, es de excelente sabor, su contenido de fibra es de medio a bajo y la semilla representa el 12 por ciento del peso del fruto. Su vida de anaquel es muy corta y el manejo de calidad muy delicado, se cosecha de febrero a abril. Dentro de esta variedad encontramos una subdivisión que encierra a las variedades Manila Rosa y Manila Oro, existen ciertas diferencias entre una variedad y otras, a continuación, describiremos las más representativas:

Manila Rosa: el fruto es de forma oval, presenta un contenido medio de fibra, conforme avanza el proceso de madurez la cáscara adquiere tonos amarillos y rojizos en su mayoría estos últimos, de pulpa dulce y de tono amarillo-naranja y hueso mediano.

Manila Oro: el fruto es de forma alargada, con un bajo contenido de fibra. Durante el proceso de maduración, la cáscara del fruto adquiere tonos amarillo-verdosos, su pulpa es dulce con un tono amarillo claro con una semilla de tamaño mediano.

Haden: el fruto es de forma oval y base redonda, de 10.5 a 14.0 centímetros de largo, con un peso que varía de 270 a 430 gramos con una media de 311 gramos; madura en color amarillo y rojo carmín en la base expuesta al sol, lo cual le da una

apariciencia muy atractivasabor dulce, la semilla representa del 9 al 10 por ciento del peso de la fruta; se cosecha a fines de mayo y junio.

Kent: el fruto es de forma oval y base redonda, de 11 a 13 centímetros de largo, su peso oscila de 480 a 650 gramos con una media de 520 gramos; madura en color rojo y amarillo, contiene poca fibra y es sabor dulce, la semilla representa del 9.4 al 10.3 por ciento del peso del fruto, se cosecha en julio y principios de agosto.

Keitt: el fruto es de forma oval y base redonda, de 13 a 15 centímetros de largo, su peso oscila de 480 a 820 gramos con una media de 510 gramos; madura en color amarillo con rosa claro en la base del fruto, contiene muy poca fibra y es de sabor dulce, la semilla representa del 10.0 al 10.5 por ciento del peso de la fruta, se cosecha en julio y principios de agosto.

Tommy Atkins: el fruto es de forma oval a oblonga, base redonda, de 12.0 a 14.5 centímetros de largo, su peso oscila de 250 a 550 gramos con una media de 390 gramos; madura en color amarillo naranja con chapeo rojo a rojo oscuro en la base; su piel es gruesa, pulpa firme, jugosa con poca fibra y de color amarillo; la semilla representa del 12.5 al 13.5 por ciento del peso de la fruta, se cosecha en junio.

Ataulfo: esté mango presenta una forma alargada, de 12.5 a 14 centímetros de largo, su peso varía de 180 a 260 gramos; madura en color amarillo, su piel es delgada; la pulpa es firme, jugosa con muy poca fibra y de sabor ácido; la semilla es muy pequeña, se cosecha de febrero a abril.

Existen en Oaxaca 10 mil 170 de superficie sembrada de mercado nacional y 8000 ha para mercado de exportación. Se producen 106, 785 toneladas de las variedades Criollo, Oro, Manililla y piña más 17 mil toneladas de las variedades Ataulfo, Tommy y Oro que son las que se envían al mercado internacional.

En Oaxaca con la implementación de la Campaña de la Mosca Nativa de la Fruta en la zona productora del istmo de Tehuantepec se han construido cuatro empaques hidrótermicos y se encuentran en proceso de construcción cuatro más. Actualmente se tiene un registro de nueve empaques para la exportación a Canadá en esta región

En la región del Istmo se cuenta con dos juntas de Sanidad vegetal las cuales cuentan con infraestructura y recursos para realizar la parte que les corresponde y fortalecer las acciones de campaña. El Sistema Producto Mango, el Consejo Estatal de Productores de Mango, Ejidatarios y los municipios apoyan y forman parte de estas Juntas Locales para lograr una mejor organización tanto de las actividades de la Campaña como para la aportación de recursos. Las zonas productoras de importancia en el estado son oriente del Istmo, Tapanatepec, Chahuities, Reforma de Pineda, Ixhuatán y Zanatepec. Y de la zona costa Santa María Tonameca y San Pedro Tututepec. El Sistema Producto Mango tiene registradas 51 empresas empacadoras con proyectos de exportación, 16 de ellas ya han contado en temporadas pasadas con certificación fitosanitaria, los 35 restantes están en proceso de obtenerla (Ciudadanía express, 2019).

1.1.2 Productos derivados de mango

La pulpa es la parte carnosa o comestible de la fruta, la cual resulta de la eliminación de la cascara, semilla por procesos manuales o mecánicos, obteniendo un producto pastoso o semilíquido que luego es estabilizado y almacenado por diferentes métodos (CAROLINA, 2008).

Un tratamiento térmico elegido correctamente va a permitir correctamente un buen proceso de elaboración para pulpas de fruta.

Su aplicación es para productos como pulpas o jugos, de entre los que nos interesan para los fines de este curso.

Corresponde a un tratamiento térmico menos drástico que la esterilización, pero suficiente para inactivar los microorganismos productores de enfermedades, presentes en los alimentos. La pasteurización inactiva la mayor parte de las formas vegetativas de los microorganismos, pero no sus formas esporuladas, por lo que constituye un proceso adecuado para la conservación por corto tiempo. Además, la pasteurización ayuda en la inactivación de las enzimas que pueden causar deterioro

en los alimentos. Al igual que en el caso de la esterilización la pasteurización es una adecuada combinación entre tiempo y temperatura. La elaboración de jugos y pulpas permite extender la vida útil de las frutas y algunas hortalizas y ello es posible gracias a la acción de la pasteurización que permite la disminución considerable de los microorganismos fermentativos que contribuirán a acidificar el jugo a expensas de los azúcares presentes en él.

Proceso de elaboración de pulpa de mango

En el diagrama 1 se muestra el proceso general para la elaboración de pulpa de mango. A continuación se explica cada uno.

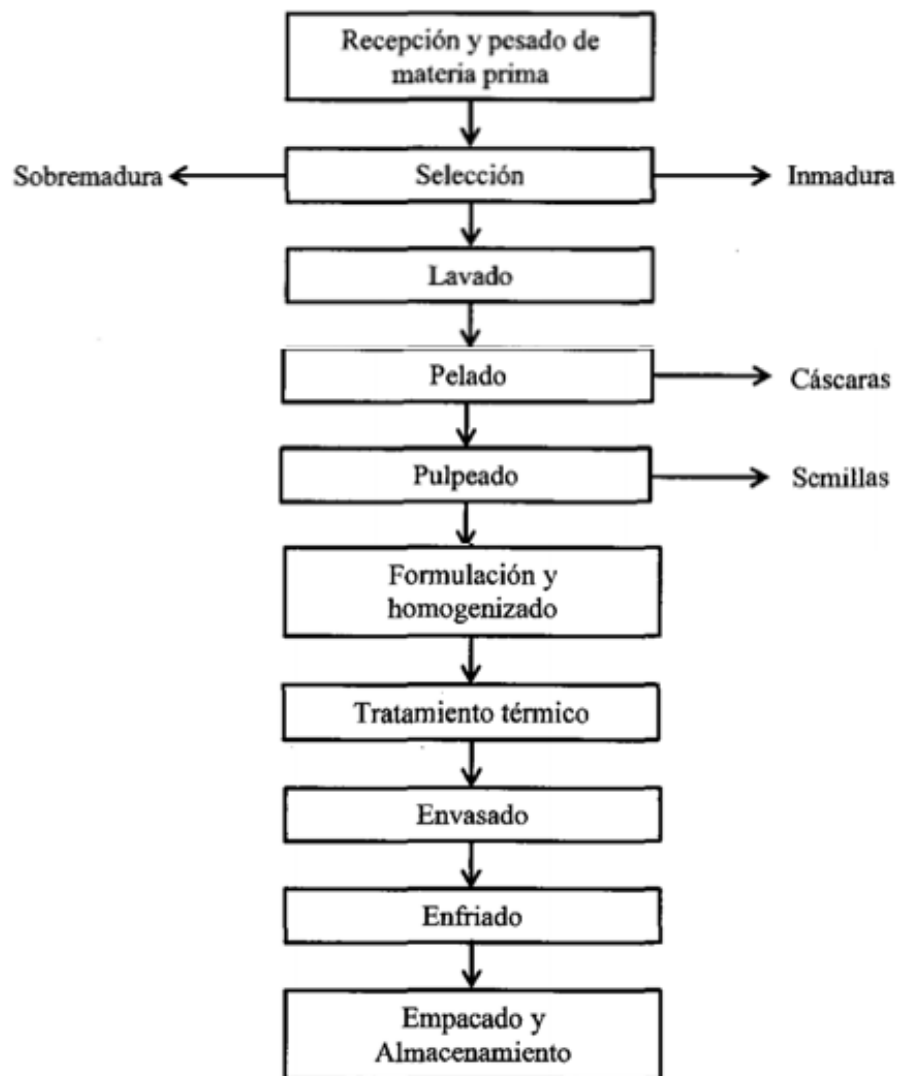


Figura 3: Diagrama de bloques del proceso de elaboración de pulpa de mango.

- **Selección.** En esta operación se eliminan las frutas estropeadas o golpeadas las sobremaduras y verdes, y las que presenten contaminación por microorganismos.
- **Lavado.** Se realiza con la finalidad de eliminar la suciedad o la tierra que puede quedar adherida a la fruta. Se puede realizar por: inmersión, agitación, aspersión o rociada. Para el caso de pequeñas empresas, el método de lavado por inmersión es el más adecuado. En este método, las soluciones desinfectantes mayormente empleadas están compuestas de hipoclorito de sodio (lejía). El tiempo de inmersión no debe ser mayor de 15 minutos. Finalmente se recomienda enjuagar con abundante agua.
- **Pelado.** Se realiza de forma rápida para que la fruta no se oscurezca. El pelado se puede hacer en forma mecánica (con equipos) o manual (empleando cuchillos).
- **Pulpeado.** Consiste en obtener la pulpa de la fruta sin cascaras y sin pepas utilizando una licuadora.
- **Formulación y homogenizado.** En esta operación adicionan los insumos y se realiza la mezcla de todas las sustancias que constituyen el néctar. La estandarización involucra los siguientes pasos:
 - Dilución de la pulpa
 - Regulación de la acidez
 - Adición del conservante
- **Pasteurizado.** Esta operación consiste en un tratamiento térmico, en el que se somete al néctar a una temperatura de 65°C (baja pasteurización) o 85°C (alta pasteurización) con la finalidad de reducir cualquier microorganismo y

asegurar un buen producto. Calentar el néctar hasta su punto de ebullición, manteniéndolo a esta temperatura por un espacio de 1 a 3 minutos. Luego de esta operación se retira del fuego, se separa la espuma y se procede al envasado.

- **Envasado.** El envasado se realiza después de la pasteurización, es decir se envasa caliente, a una temperatura no menor de 85°C. Primero llenar las paredes del envase al ras para evitar que se forme espuma, después asegurar bien la tapa y limpie el envase para no dejar restos de néctar en las paredes exteriores. Las etiquetas se ponen una vez que el envase este limpio y seco.
- **Enfriado.** El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para reducir las pérdidas de aroma, sabor y consistencia del producto, conservando así su calidad. El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de néctar que se hubieran impregnado.
- **Empacado y almacenado.** Consiste en colocar los envases en empaques de acuerdo al destino que tenga el producto, por ejemplo, six pack, luego son llevados al almacén hasta antes de su comercialización.

1.2 Análisis fisicoquímicos

Este comportamiento fisicoquímico está gobernado por un proceso fisiológico denominado maduración, el cual lo sufren todas las frutas. La recolección de los mangos se realiza en estado inmaduro organolépticamente, pero fisiológicamente maduros, es decir, en este punto el mango ya ha crecido y desarrollado lo suficiente, pero sus aromas y sabores característicos a un no se han desarrollado. El mango después de cosechado verde y a medida que va madurando exhibe una disminución

en el contenido de almidón y una serie de cambios en el color de la pulpa y la cáscara. En la mayoría de las variedades estos cambios van acompañados por una disminución de la fuerza de ruptura de la cáscara, aumento de los sólidos solubles y una disminución de la acidez

1.2.1 Determinaciones de parámetros físicos y químicos, actividad de agua, sólidos solubles, pH y acidez titulable.

Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles se determina con el índice de refracción. Este método se emplea mucho en la elaboración de frutas y hortalizas para determinar la concentración de sacarosa de estos productos.

La concentración de sacarosa se expresa con el °Brix. A una temperatura de 20° C, el °Brix es equivalente al porcentaje de peso de la sacarosa contenida en una solución acuosa. Si a 20° C, una solución tiene 60° Brix, esto significa que la solución contiene 60% de sacarosa.

Actividad de agua

La actividad de agua (a_w), en los alimentos, factor de control de calidad durante la elaboración y transformación de productos en tecnología de alimentos. La a_w de un alimento se puede reducir aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos mediante la extracción del agua o mediante la adición de solutos. Algunas moléculas del agua se orientan en torno a las moléculas del soluto y otras quedan absorbidas por los componentes insolubles de los alimentos. En ambos casos, el agua queda en una forma menos reactiva (Falcón, 2012).

pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen frecuentemente. El pH es un buen indicador del

estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos. Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, para su mayor exactitud, se recurrirá métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros.

Acidez titulable

La acidez Titulable representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez Titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba (Sección química de alimentos y nutrición , 2012).

1.3. Microbiología de los alimentos

Los microorganismos son importantes como productores de alimentos, como agentes de deterioro de alimentos y como agentes patógenos transmitidos por alimentos. Como complemento es importante estudiar los factores que afectan el crecimiento bacteriano en alimentos, el crecimiento de microorganismos en medios naturales y la eliminación de los microorganismos de los alimentos.

La Microbiología de Alimentos estudia las implicaciones alimentarias de los microorganismos, incluyendo los aspectos microbiológicos de la seguridad y de la calidad de los alimentos, así como las fermentaciones de éstos. Las enfermedades alimentarias son transmitidas a los humanos por la ingestión de alimentos contaminados con microorganismos patógenos, los cuales están frecuentemente asociados a la contaminación procedente de manipuladores de alimentos y de las materias primas crudas. Algunos organismos llegan naturalmente al ambiente donde los alimentos se procesan y varios son inactivados en el alimento mediante tratamiento térmico (calor) durante el cocinado y otros pueden ser controlados

mediante prácticas adecuadas de manipulación y almacenamiento (higiene, control de temperatura y tiempo).

1.3.1 Orígenes de los microorganismos en los alimentos

Los peligros biológicos de origen alimentario incluyen microorganismos, tales como bacterias, virus, parásitos y hongos. Los microorganismos se encuentran naturalmente en el medio ambiente, es decir, en el suelo, en el aire y en el agua, al igual que en las plantas, en los animales y en los humanos. Todos estos factores actúan como fuentes de microorganismos, mismos que contaminan los alimentos y se desarrollan en ellos, dando lugar a consecuencias de diferente grado de importancia al alterarse el producto, desde la afección de sus características organolépticas o de su valor comercial, hasta la producción de infecciones e intoxicaciones graves en el consumidor.

Las características fisicoquímicas del alimento favorecen la instalación de una flora específica en el mismo, por ejemplo, la flora fúngica prefiere desarrollarse en frutas y verduras. Son dichas características las que contribuyen al desarrollo de los gérmenes fecales, que gracias a su diversidad y pocas exigencias se adaptan a todo tipo de alimentos. Las Bacterias son los contaminantes más comunes de los alimentos. Las prácticas de preparación de alimentos que contribuyen más comúnmente a las enfermedades alimentarias, son la temperatura impropia del alimento, seguida por una mala higiene personal, un cocinado inadecuado, equipo contaminado, y alimentos en superficies sucias.

- a) Contaminación a partir del agua
- b) Contaminación a partir del suelo
- c) Contaminación a partir del aire y del polvo
- d) Manipuladores de alimentos
- e) Contaminación por microorganismos presentes en forma natural en los alimentos
- f) Contaminación a partir de la fibra y su ambiente

g) Contaminación durante el almacenamiento, transporte y comercialización

1.3.2 Factores que afectan el crecimiento de los microorganismos en los alimentos

Cuando un microorganismo se encuentra desarrollándose en la superficie o en el interior de un alimento, actúan sobre él, todos los factores físicos o químicos debidos a la composición del alimento en sí y a las condiciones en las que se encuentra. En este sentido, los factores que afectan al crecimiento bacteriano en los alimentos son parcialmente equivalentes a los factores de resistencia a la colonización microbiana de un alimento.

Las condiciones fisicoquímicas en un producto alimenticio, influyen sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas de los microorganismos, ya sea positiva o negativamente, repercutiendo en su metabolismo y en su multiplicación. Existen muchos factores que afectan el crecimiento bacteriano y, por consiguiente, pueden aumentar la probabilidad de la incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos.

El desarrollo microbiano se ve afectado principalmente por la composición general del alimento, es decir, por la naturaleza de la fuente de energía y de carbono y por la presencia de agua, minerales, factores de crecimiento, antioxidantes, ácidos orgánicos o de sustancias con una actividad especial; la composición del alimento está en relación directa con ciertos factores, principalmente el pH, la actividad del agua (a_w), la temperatura, el potencial de óxido reducción, el oxígeno libre en el aire, el contenido de ciertos gases (N_2 y CO_2), las radiaciones electromagnéticas, la humedad relativa, o la presencia de inhibidores. También es importante la interacción entre los diferentes grupos microbianos presentes en un alimento y el volumen de la microflora total. Estos factores pueden favorecer el desarrollo microbiano, prevenirlo o limitarlo. Algunas bacterias pueden desarrollarse en presencia del aire (aerobias), otras sólo en ausencia del aire (anaerobias); hay especies que crecen tanto en el aire como en la ausencia de éste (facultativas) y las hay que necesitan baja

concentración de oxígeno (microaerofilas). Generalmente, prefieren los medios menos ácidos, con un pH entre 4 y 9. La mayoría prefiere el rango de temperatura que va entre 20 y 45°C (68 y 113°F), sin embargo muchos pueden crecer a temperaturas de refrigeración, o a temperaturas altas (sobre 45°C / 113°F). Comúnmente, las bacterias crecen en ambientes con mucha agua disponible, es decir con una actividad de agua (aw) elevada.

Métodos indirectos de conservación de los alimentos

1. Envasado al vacío:

El envasado al vacío consiste en la eliminación del aire o del oxígeno de los envases y embalajes apropiados para tal fin. De esta forma se impide que el alimento tenga contacto con microorganismos del aire o del medio ambiente.

2. Deshidratados

La deshidratación o desecación permite la eliminación del agua. La deshidratación es un proceso metódico, progresivo y continuo, en el que se aplica la cantidad de calor necesaria para extraer el agua de los alimentos.

3. Refrigeración

Los métodos de refrigeración y de congelación permite evitar los efectos del calor sobre los alimentos. La refrigeración consiste en hacer descender la temperatura de los alimentos hasta valores próximos a los 0° C, pero sin llegar a la formación de hielo. Los alimentos refrigerados pueden conservarse durante un lapso de tiempo que va desde uno o dos días (mariscos, pescados) hasta meses (huevos), frutas, hortalizas.

4. Congelados

Se entiende por congelación la conservación de alimentos a temperaturas inferiores al punto de congelación del agua. Estas temperaturas pueden variar desde la que se

obtiene en un congelador casero (en torno a -2 a -10°C) y las conseguidas en sistemas de congelación más potentes que pueden llegar a -30 a -80°C . La congelación detiene el crecimiento de todos los microorganismos. Los superiores (hongos, levaduras, helmintos) son más sensibles que las bacterias y mueren. Al descongelar los alimentos ultracongelados, éstos conservan unas características mucho más parecidas a las de los alimentos frescos.

Métodos directos de conservación de alimentos

Los métodos indirectos de conservación impiden la actuación de los microorganismos y las enzimas, pero en general estos métodos no destruyen todos los microorganismos y enzimas de los alimentos. Para destruirlos hay que recurrir a los Métodos Directos de Conservación. Entre estos métodos se encuentran la esterilización por calor, la pasteurización y el empleo de aditivos.

5. La esterilización por calor

Los microorganismos y las enzimas necesitan cierto grado de temperatura para alterar los alimentos, pero un exceso de calor los destruye. Por eso se emplea la esterilización por calor para conservar los alimentos, en especial los enlatados. Las latas llenas y herméticamente cerradas, se someten a elevadas temperaturas (entre los 100° y 150° C.) durante un tiempo determinado. Una vez esterilizadas las latas, y mientras éstas no se abran y deterioren, los productos en ellas se mantendrán inalterados durante un tiempo prolongado.

6. La pasteurización

Este método consiste en elevar la temperatura de los alimentos sobre todo leche, entre 60° y 80° C durante un período no menor de 15 segundos, seguido de un rápido enfriamiento. La Ultra pasteurización es un proceso similar al de pasteurización, pero usando temperaturas más altas y mayor tiempo. Así se destruyen los microorganismos más peligrosos o los que con mayor frecuencia pueden producir alteraciones. Dado que la pasteurización no elimina todos los

microorganismos que pueden contener los productos tratados, este método sólo permite una conservación temporal y en determinadas condiciones. Los alimentos pasteurizados, a veces denominados semiconservas, deben guardarse en una nevera, aunque todavía no se haya abierto el envase.

7. Los aditivos

Los procesos vitales y de los microorganismos pueden evitarse añadiendo ciertos productos químicos denominados aditivos. Estos aditivos pueden tener distintas misiones: a) eliminar los microorganismos (antibióticos); b) evitar que los microorganismos se multipliquen o proliferen (inhibidores); c) evitar alteraciones por oxidación (antioxidantes), entre otros. Cada país tiene una reglamentación alimentaria estricta para regular el empleo de aditivos y asegurar que éstos no sean nocivos para el consumidor.

1.3.3 Microorganismos indicadores en los alimentos

Con frecuencia son utilizadas pruebas microbiológicas para determinar organismos indicadores en alimentos, como un sustituto para investigar la presencia de patógenos. El organismo indicador debería estar presente cuando el patógeno esté presente, y ausente cuando no haya patógenos, y debe ocurrir en más grande número que el patógeno para proporcionar un margen de seguridad y poderse detectar. Los microorganismos indicadores en un alimento no representan un peligro directo para la salud, sin embargo, ellos son buenos para indicar la presencia de un posible peligro de daño. Generalmente, estos microorganismos o las pruebas relacionadas pueden indicar a) La posible presencia de microorganismos patógenos o de sus toxinas, b) La posibilidad de que las prácticas de manufactura fueron inadecuadas durante la producción, proceso, almacenamiento y distribución. Se usan microorganismos indicadores para detectar la contaminación fecal o la falta de higiene durante el proceso. Las bacterias coliformes y *Escherichia coli* son dos indicadores muy utilizados para estos propósitos.

Coliformes totales:

Los coliformes totales son microorganismos indicadores de la familia Enterobacteriaceae. Ellos fermentan la lactosa con producción de gas cuando se incuban a 35-37°C (95-98,6°F) durante 48 horas. Son bacilos Gram-negativos no esporulados. Los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella* forman este grupo. De todos éstos el género *E. coli* es el único que tiene al tracto intestinal de los seres humanos y animales como habitat primario. Las otras bacterias pueden encontrarse en las vegetales y en el suelo donde son más resistentes que algunas bacterias patógenas de origen intestinal como *Salmonella* y *Shigella*. Así, la presencia de coliformes totales no indica, necesariamente, contaminación fecal o la presencia de patógenos estrictos.

Coliformes fecales y *Escherichia coli*:

Las bacterias de este grupo tienen la capacidad de fermentar la lactosa con producción de gas a una temperatura de 44-45,5°C (111,2-113,9°F). En estas condiciones, el 90% de los cultivos de *E. coli* son positivos mientras que simplemente algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella* mantienen esta característica. En vegetales frescos la *E. coli* es el único indicador aceptable puesto que se encuentra naturalmente en la tierra. En alimento frescos de origen animal, la presencia de un gran número de Enterobacteriaceae puede indicar manipulación y almacenamiento inadecuados. En alimento procesados, la presencia de un número alto de Enterobacteriaceae indica un procesamiento inadecuado y recontaminación después del proceso, multiplicación microbiana que podría permitir el crecimiento y la producción de toxinas patógenas.

Conteo estándar en placa (Cuenta en placa de aerobios)

Este método proporciona un conteo estimado del número total de bacterias aerobias en el alimento, pero ningún organismo específico. Generalmente determina la calidad

del alimento. En la leche un conteo alto puede indicar que la leche fue manejada en condiciones insalubres. Este procedimiento está basado en la asunción de que cada célula microbiana en una muestra, crecerá y formará una colonia visible separada cuando se mezcla con el medio de agar fundido. El alimento previamente se diluye y cada dilución se siembra en una caja con medio. Finalmente se cuentan las colonias, cuyo número equivale al número de bacterias contenidas en la muestra sembrada. Se reporta como unidades formadoras de colonias UFC por gramo de alimento.

Número más probable (NMP)

Otro método de conteo de bacterias se basa en la teoría estadística de las probabilidades, llamado "Número más probable" o "NMP". El alimento se diluye varias veces y se siembra en medio líquido. Si las bacterias están presentes el medio se enturbia por su crecimiento. El patrón positivo o negativo en base a la turbidez es usado para estimar la concentración de bacterias. Los resultados se comparan con tablas estadísticas.

Conteo de bacterias mesofílicas aerobias:

Mediante el recuento de bacterias mesofílicas aerobias se estima el número total de microorganismos sin especificar tipos de bacterias específicos. Esta determinación refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Sin embargo, la prueba no es una indicadora de la presencia de bacterias patógenas o de sus toxinas. Es una prueba de control sanitario de los alimentos. Una carga bacteriana excesiva en un alimento sugiere un manejo del producto con higiene inadecuada. Las cuentas más altas indican una mayor posibilidad de encontrar patógenos. Un recuento elevado podría sugerir manejos deficientes que en forma paralela se podría traducir en un riesgo mayor respecto a la salud. Tal situación debería generar el reforzamiento de la inspección y control de las

materias primas utilizadas en la fabricación del alimento y de las condiciones de preservación del producto terminado. Dependiendo de la clase de alimento, el conteo de bacterias mesofílicas aerobias será mayor o menor, sin sobrepasar ciertos límites. Estas bacterias son capaces de proliferar entre 20 y 37 C. El conteo de bacterias mesofílicas aerobias se utiliza como indicador de la calidad sanitaria de un alimento y como indicador de varios factores: a) del valor comercial de un alimento. La descomposición de un alimento es el resultado de un incremento de bacterias viables y de su actividad enzimática, llegando a dañarlo seriamente, haciéndolo inaceptable. b) de la calidad sanitaria de un alimento, es decir, de las condiciones higiénicas en las que ha sido manejado. Un producto de buena calidad sanitaria no debe haber sufrido deterioro que afecte sus características naturales, ni debe contener bacterias peligrosas para la salud c) como indicador de la idoneidad de un ingrediente crudo que se va a incorporar a un alimento. d) para seguir la eficiencia de un proceso germicida o de preservación. para predecir la vida de anaquel de un alimento e) como indicador de la posible presencia de gérmenes patógenos, como Salmonella y Staphylococcus aureus. Aunque un conteo bajo no necesariamente indica la ausencia de bacterias patógenas (Salmonella) o de sus toxinas (S. aureus). Un contenido alto de esta bacteria indica un posible peligro debido a la producción de una toxina y, puede indicar fallas en los procedimientos de saneamiento.

1.4 Evaluación sensorial

1.1.4 Definición

La evaluación sensorial de alimentos es una técnica en la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de las respuestas de un grupo de personas, panel de personas o consumidores, y así aportar objetividad a estas percepciones. Estudia estadísticamente los datos proporcionados por los consumidores.

Está constituida por dos partes: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero tiene por finalidad recabar correctamente las percepciones de un jurado o panel de evaluadores (parte subjetiva) y el segundo, transforma y analiza los datos (parte objetiva).

La evaluación sensorial es multidisciplinaria, recurre a diferentes ramas como: psicología, química, fisiología, estadística. Por esta razón, su aplicación está recibiendo mayor reconocimiento y ha madurado notablemente en los últimos años. Se utiliza en la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica, la industria de pinturas y tintes, entre otras.

El fundamento del análisis sensorial es que la calidad sensorial de un producto es percibida por el hombre como el resultado de varios estímulos como se muestra en la siguiente figura. De allí deriva la necesidad de descomponer y estudiar esa conducta o respuesta.

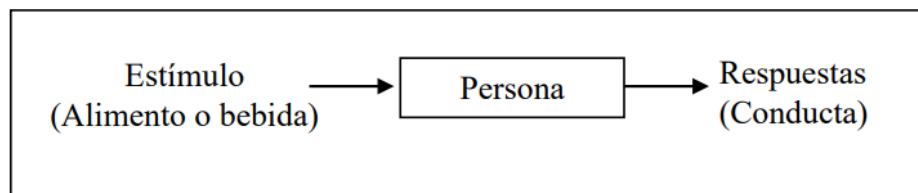


Figura 4: Impacto sensorial en el comportamiento humano

1.2.4 Los sentidos y las propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que son percibidos por nuestros sentidos. En la siguiente tabla se aprecia las propiedades sensoriales más comunes relacionadas a cada sentido humano.

Propiedad sensorial	Sentidos
Color	Vista
Apariencia	Vista
Olor	Olfato
Aroma	Olfato
Gusto	Gusto
Sabor	Olfato, gusto
Temperatura	Tacto
Peso	Tacto
Textura	Oído, vista, tacto
Rugosidad	Oído, vista, tacto

Figura 5: Principales propiedades sensoriales

A continuación, se describe cada propiedad sensorial:

- El color

Es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los cuerpos negros absorben todas las longitudes de onda. La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o mediante un colorímetro. El color puede influir en la percepción de otro sentido, por ejemplo: un color desagradable puede ser asociado con un sabor desagradable.

- La apariencia

Es el aspecto exterior que muestran los alimentos, como expresión resultante del color, el tamaño, la forma y el estado del alimento.

- El olor

Es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Existe una relación especial entre el olor y el tiempo de percepción. Después de haber retirado una sustancia olorosa, el olfato aún es capaz de percibir el olor por cierto tiempo. Es por esto, que en las pruebas sensoriales de alimentos, los ambientes deben ventilarse. Las pruebas de medición de olores deben ser

rápidas porque las personas se acostumbran a los olores después de un determinado tiempo.

- El aroma

Se refiere a la percepción de un alimento oloroso después de colocarse en la boca. La muestra es disuelta en la mucosa del paladar y faringe y llega a los centros sensores del olfato, es decir, el aroma no es detectado en la nariz sino en la boca. El aroma es una de las propiedades más importantes de los alimentos.

- El gusto

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o una combinación de los cuatro. Esta propiedad es percibida por el órgano de la lengua. La habilidad de las personas para detectar cualquier tipo de gusto servirá para que participen en pruebas de sabor.

- El sabor

Esta propiedad combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. De allí que su evaluación sea compleja de medir. El factor diferenciador entre un alimento y otro está en el sabor. Ésta es la razón por la cual es necesario que los jueces evaluadores tengan su nariz, garganta y lengua en buenas condiciones.

- La textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista o el oído, y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El tacto percibirá si un alimento es blando o duro, la vista percibirá la deformación del mismo, el oído nos indicará si es crujiente o jugosa y la lengua si es fibrosa, harinosa o áspera. Los alimentos líquidos también tienen textura, en este caso se utiliza el término “viscosidad del fluido”.

1.3.4 Pruebas Sensoriales

Una prueba sensorial es el procedimiento que se lleva a cabo en la evaluación sensorial de alimentos mediante la cual se recaba, de manera ordenada y sistemática, información producto de las observaciones o percepciones humanas dentro de un panel de evaluadores.

En la Tabla 1.7 se presenta los tres tipos de pruebas sensoriales y algunos aspectos a tener en cuenta en cada una de ellas.

	Afectiva	Discriminativa	Descriptiva
<u>Objetivo</u>	Determinar si el evaluador gusta o disgusta, acepta o rechaza, o prefiere una muestra sobre otra.	Determinar las diferencias entre las muestras y su respectiva magnitud	Determinar la magnitud de los atributos sensoriales
<u>Pregunta</u>	¿Qué tanto gusta o prefiere cada muestra?	¿Las muestras son diferentes?	¿Cómo difieren las muestras en cada atributo sensorial?
<u>Tipos</u>	- De preferencia	- Comparación pareada simple	- Calificación con escalas no-estructuradas
	- Medición del grado de satisfacción	- Triangular	- Calificación por medio de escalas de intervalo
	- Aceptación	- Dúo-trío	- Calificación por medio de escalas estándar
		- Comparaciones múltiples	- Estimación de magnitud

Figura 6: Características de las propiedades sensoriales

De las tres pruebas sensoriales, a continuación se explicará con mayor detalle la prueba afectiva, ya que es la utilizada en el presente trabajo.

Prueba sensorial Afectiva

El objetivo de las pruebas afectivas es conocer el gusto, la aceptación o reacción de los consumidores ante un determinado producto o productos. Lo mas importante de estas pruebas es la selección de un grupo de degustadores representativos de los consumidores.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1 Obtención de formulaciones de pulpas estabilizadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

En el siguiente diagrama se describe el proceso de obtención de pulpa que utilizamos para para nuestro estudio.

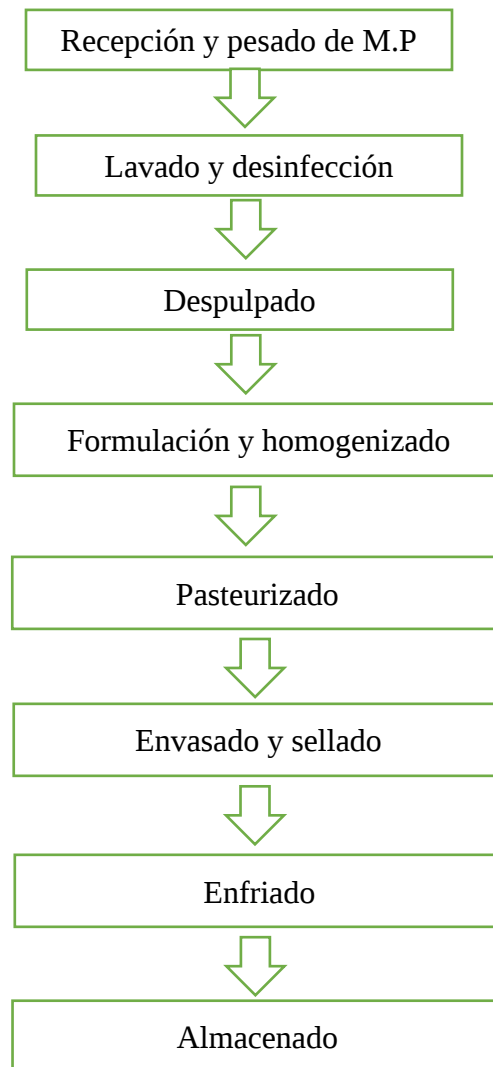


Figura 7: Diagrama del proceso de obtención de pulpa de mango criollo y oro

1) Recepción y pesado de la materia prima

El mango criollo y mango oro (Figura 8) se adquirieron en la Central de Abastos de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Se pesaron en una balanza automática (BIZERBA N°63457) para determinar el rendimiento.



Figura 8: Mango criollo y oro

Fuente: Galería propia



Figura 9: Pesado de la materia prima

Fuente: Galería propia

2) Lavado y desinfección de la materia prima

Se seleccionaron los mangos maduros, firmes y sin ningún signo de deterioro. Se lavó la fruta para dejarla libre de suciedad y se dejaron reposar (Figura 10).



Figura 10: Lavado y desinfección del mango criollo y oro, en una solución de hipoclorito de sodio (150 ppm por 5 min.)

Fuente: Galería propia

3) Despulpado

El despulpado se realizó de manera manual (Figura 11). Se obtuvo el peso de la pulpa para obtener el rendimiento. La pulpa se congeló hasta su uso.

El rendimiento se obtuvo utilizando la fórmula siguiente:

Ecuación 1.

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$



Figura 11: Despulpado manualmente de mango

Fuente: Galería propia

4) Formulación y homogenización de pulpas de mango

Se realizaron las formulaciones correspondientes para elaborar pulpa de mango criollo y mango oro. El porcentaje de pulpa fue la misma para todas las formulaciones. En el (Cuadro 1) se pueden observar los tratamientos propuestos. Se tuvieron pulpas de control para ambas variedades, pulpas sin aditivo ni tratamiento térmico. La cantidad utilizada de ácido cítrico fue 5 mg/kg de pulpa y el tratamiento térmico empleado se llevó a una temperatura de 85 °C por 5 min.

Cuadro 1. Tratamientos empleados para la elaboración de pulpas estabilizada de mango criollo y mango oro

Tratamiento	Ácido cítrico	Tratamiento térmico
1C	-	-
T1	+	-
T2	-	+
T3	+	+
2C	-	-
T4	+	-
T5	-	+
T6	+	+

En el siguiente cuadro (Cuadro 2) se dan los significados de cada sigla de los tratamientos

Cuadro 2. Formulaciones de mango criollo y oro

Fruto		Tratamiento
Mango Criollo	Pulpa Control	1C
	Pulpa y aditivo	T1
	Pulpa y pasteurizado	T2
	Pulpa, pasteurizado y aditivo	T3
Mango oro	Pulpa control	2C
	Pulpa y aditivo	T4
	Pulpa y pasteurizado	T5
	Pulpa, pasteurizado y aditivo	T6

La pulpa se licuó en una licuadora (Osterizer) por un minuto (Figura 12).



Figura 12: Homogenización de la pulpa

Fuente: Galería propia

5) Pasteurización

Según el tratamiento a preparar se le adicionó el ácido cítrico a la concentración ya mencionada en el (Cuadro 1).

La pasteurización consistió en elevar la temperatura de la pulpa, entre 60° y 80° C durante un período no menor de 15 segundos, seguido de un rápido enfriamiento correspondiente, con la finalidad de disminuir la carga microbiana que pudiese tener.



Figura 13: Pasteurizado de la pulpa mediante calentamiento

Fuente: Galería propia

6) Envasado y sellado

Finalizando el pasteurizado (Figura 13), se procedió a envasarse en caliente la pulpa en frascos de 500 g previamente esterilizados (Figura 14).



Figura 14: Envasado y sellado de la pulpa en envases de vidrio

Fuente: Galería propia

7) Enfriado

Los frascos se cerraron, se voltearon boca bajo y se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante 24 horas.



Figura 15: Enfriado de los frascos de pulpa previamente sellados

Fuente: Galería propia

8) Almacenado

Los frascos fueron dispuestos en un lugar fresco y seco bajo condiciones ambientales para su posterior evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial.



Figura 16: Almacenamiento de los frascos de pulpa

Fuente: Galería propia

2.2 Evaluación fisicoquímica de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

Los productos envasados y almacenados en condiciones ambientales. Se evaluaron durante 10 y 30 días para determinar la evolución de la viscosidad, acidez y los sólidos solubles, con el fin de determinar la formulación más adecuada y con mayor estabilidad fisicoquímica.

La viscosidad se determinó mediante un viscosímetro Brookfield dv-ii+pro. Los sólidos solubles con un refractómetro de la marca Hanna modelo HI 96801; escala de 0 a 85 %°Brix. Acidez titulable por el método de la NMX-F-102-S-1978, el resultado se expresó como porcentaje de ácido cítrico. El pH se realizó por el método potenciométrico, a través de un pH metro Science med modelo SM-3BW.

2.3 Evaluación microbiológica de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

El análisis microbiológico se realizó a la pulpa después de su almacenamiento durante 9 y 30 días, determinando microorganismos mesófilos y coliformes totales.

Recuento total aerobio mesófilo. A partir de las diluciones realizadas se tomaron 0.1mL y se inocularon en placas de agar estándar + TTC. Se incubaron a 35°C durante 48 horas y se contaron las placas que obtuvieran entre 25-250 unidades formadoras de colonias (UFC) (Instituto Tecnológico de Oaxaca, pág. 23).

NMP de coliformes totales y fecales. Se tomó 1 mL de cada dilución y se inoculó en series de 3 tubos con caldo lactosado simple (CLS). Se incubaron a 35°C durante 48 horas. Posteriormente, los tubos que presentaron gas en la campana de Durham, fueron repicados a caldo bilis verde brillante (CBVB) y caldo EC. Se incubaron durante 48 horas a 35°C y 24 horas a 44.5°C para analizar los coliformes totales y fecales

respectivamente. Se tomaron como positivos todos los tubos que presentaron gas en la campana de Durham. Para interpretar los resultados se utilizaron las tablas para NMP de serie de tres tubos (Instituto Tecnológico de Oaxaca, pág. 36).

2.4 Evaluación sensorial de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

Se realizaron pruebas escalares hedónicas y de aceptación de las diez formulaciones de pulpa, las muestras se presentaron en forma aleatoria y simultánea. Los jueces semientrenados fueron 20 estudiantes del instituto tecnológico de Oaxaca con un rango de edad de 20-35 años. Se utilizaron estructuras de 5 puntos que van de “me gusta muchísimo”, hasta “me disgusta muchísimo”, pasando por “ni me gusta ni me disgusta”. En la de aceptación solo dos respuestas son posibles que son: aceptación/rechazo (Canseco, pág. 57).

3. RESULTADOS

3.1 Obtención de formulaciones de pulpas estabilizadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

De acuerdo con la materia prima recepcionada y la pulpa obtenida se obtuvo un porcentaje de rendimiento (Cuadro 3) aplicando la *ecuación 1*.

Cuadro 3: Rendimiento de la materia prima

Variedad de mango	Rendimiento (%)
Criollo	57.2
Oro	47.87

3.2 Evaluaciones fisicoquímicas de las formulaciones durante el almacenamiento de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

Los sólidos solubles expresados °Brix estuvieron debajo del rango de acuerdo a la ficha técnica de pulpa de mango (Martínez, 2014).

Los rangos de pH encontrados fueron entre 3.52-3.92 pH para la pulpa almacenada a los 10 días y para los 30 días fueron entre 3.27-4 pH. Se observó que no hubo una gran diferencia significativa en cada tratamiento y estuvieron dentro del rango (pH: 3.9-4.4) (FRUTIHELEN, 2020), lo que indica que el producto se mantuvo estable en las condiciones de almacenamiento.

La acidez titulable expresada como gramos de ácido cítrico anhidro por cada 100 g de producto: 0.30-0.70 (Martínez, 2014) ,se observó una gran diferencia significativa entre los rangos permisibles.

La viscosidad de la pulpa durante el almacenamiento de las seis formulaciones de pulpa y pulpa control demostraron que no vario significativamente, de acuerdo a que las pulpas deben de tener un carácter más viscoso con el fin de que se asemeje en el valor de la pulpa sin ningún tratamiento (Víctor D. Quintero, 2012).

En los 30 días de almacenamiento se observa significativamente que disminuyo la viscosidad dependiendo de la adición del aditivo, pasteurización y temperatura de la misma.

Cuadro 4: Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de mango criollo

Tratamiento	Parámetros 10 días				Parámetros 30 días			
	°Brix	pH	% Acidez	Viscosidad (mPa*s)	°Brix	pH	% Acidez	Viscosidad (mPa*s)
1C	12.9	3.79	0.01	21311	13.3	3.74	0.03	17518
T1	13	3.92	0.01	22399	12.7	3.82	0.03	14076
T2	12.6	3.8	0.02	21595	12.6	3.8	0.03	17442
T3	12.7	3.92	0.01	20299	13	3.9	0.03	15876

Cuadro 5: Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de mango oro

Tratamiento	Parámetros 10 días				Parámetros 30 días			
	°Brix	pH	% Acidez	Viscosidad (mPa*s)	°Brix	pH	% Acidez	Viscosidad (mPa*s)
2C	12.8	3.81	0.02	21555	12.7	3.67	0.04	8238
T4	12.9	3.52	0.03	16696	12.7	3.41	0.05	9558
T5	13.2	3.8	0.03	16696	13.1	4	0.05	16816
T6	13.9	3.54	0.03	21795	13.6	3.27	0.08	1383

3.3 Evaluación microbiológica de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

En el cuadro que se muestra a continuación es el recuento de mesófilos (ufc/g) que obtuvimos en la evaluación microbiológica realizados a los tratamientos de mango criollo y oro.

Cuadro 6: Recuento de mesófilos ufc/g durante el almacenamiento

Tratamiento	10 días	30 días	Índice máximo permisible (UFC/g)
	Mesófilos (ufc/g)	Mesófilos (ufc/g)	
1C	0	1	<3000
T1	0	3	
T2	0	0	
T3	0	0	
2C	35	37	
T4	31	37	
T5	0	1	
T6	0	2	

Cuadro 7: Numero más probable (Nmp/g) de coliformes totales y fecales durante el almacenamiento

Tratamiento	10 días	30 días	Índice del Nmp/g
	Nmp/g de coliformes totales	Nmp/g de coliformes fecales	
1C	2	1	<3
T1	0	1	
T2	0	0	
T3	2	2	
2C	1	1	
T4	1	1	
T5	0	0	
T6	2	2	

El análisis de la carga microbiana con la pasteurización o sin pasteurización de la pulpa reportó una baja cantidad de microorganismos mesófilos, siendo 3000 UFC/ml el índice máximo permisible y coliformes totales <3 NMP/g, estos valores están dentro de los parámetros exigidos para un alimento de buena calidad, esto quiere decir que la técnica empleada en la pasteurización fue eficaz y cumplió con el objetivo previsto (Quintero-Castaño y Navarro 2010 y Gomez-Lopez et al. 2010).

3.4 Evaluación sensorial de las pulpas de mango (*Mangifera indica* L.) variedades criollo y oro.

Los resultados de la evaluación (Cuadro 8), No hubo una gran diferencia significativa de preferencia entre las cuatro formulaciones con tratamiento térmico. En cuanto a la aceptación fueron T3 (Pulpa de mango criollo, pasteurización y aditivo) y T5 (pulpa de mango oro y pasteurización) fueron las que más aceptaron los jueces, la mas

rechazada fue T6 (pulpa de mango oro, pasteurización y aditivo) como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 8: Datos recolectados por el análisis sensorial de aceptación

	MUESTRA				
JUEZ	59	93	76	24	83
1	NO	NO	SI	NO	NO
2	NO	NO	SI	NO	NO
3	NO	NO	NO	NO	NO
4	SI	NO	NO	NO	NO
5	NO	NO	SI	SI	SI
6	NO	SI	SI	NO	SI
7	NO	NO	SI	NO	NO
8	NO	NO	NO	NO	NO
9	SI	SI	SI	NO	NO
10	SI	SI	NO	SI	SI
11	NO	SI	NO	NO	NO
12	SI	NO	SI	NO	SI
13	NO	NO	SI	NO	NO
14	SI	SI	NO	NO	NO
15	NO	NO	SI	NO	SI
16	NO	SI	NO	SI	SI
17	SI	SI	NO	NO	NO
18	NO	SI	SI	SI	NO
19	NO	SI	SI	NO	NO
20	NO	SI	NO	NO	NO
21	SI	NO	NO	SI	NO
TOTAL					
SI	7	10	11	5	6

NO	14	11	10	16	15
-----------	----	----	----	----	----

Cuadro 9: Códigos de cada muestra

MUESTRAS	CÓDIGO
Mango Criollo con Tratamiento térmico (TC2)	59
Mango Criollo con Tratamiento térmico y Aditivo (TC3)	93
Mango Oro con Tratamiento (TO2)	76
Mango Oro con Tratamiento térmico y Aditivo (TO3)	24
Referencia	83

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las formulaciones de pulpa de mango (*Mangifer indica L.*) criollo y oro fueron obtenidas con su respectivo tratamiento para la estabilización de la pulpa.

La caracterización fisicoquímica de las tres formulaciones para la pulpa estabilizada dio como resultado una disminución de la viscosidad, sólidos solubles y pH, aunque esta fue mínima.

Fisicoquímicamente las formulaciones tuvieron un comportamiento constante frente al tiempo, con excepción del color que fue cambiando a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento ya que estas permanecieron almacenadas a temperatura ambiente y eso hace que se oxide la pulpa más rápido que en refrigeración.

El análisis microbiológico arrojó que la pulpa después de pasteurizado contenía una concentración de mesófilos por debajo del índice máximo permisible UFC/ml y coliformes totales no sobrepasaron el índice del NMP/g, con lo cual el alimento se puede catalogar como de buena calidad y apto para el consumo humano.

La mejor formulación fue la de la pulpa T5 que se lleva tratamiento térmico y pulpa de mango oro. Las características sensoriales más reconocidas en la pulpa de mayor aceptación fueron el sabor y el olor.

RECOMENDACIONES

- 1) Adicionarle algún endulzante para controlar la acidez, ya que en los tratamientos que se hicieron no se adiciono sacarosa, para la disminución microbiana de la pulpa.
- 2) Tamizar la pulpa para eliminar las fibras de mango, ya que en la evaluación se tuvo esa observación en la textura al ingerirla, no fue de un buen agrado
- 3) Evaluar los parámetros bromatológicos de la pulpa, para tener la composición nutrimental del producto final.
- 4) Evaluar la vida útil del producto después de los 30 días, para tener un mejor control de almacenamiento del producto por más tiempo.

REFERENCIAS

(s.f.).

Canseco, J. M. (s.f.). *Evaluación sensorial*.

CAROLINA, A. (24 de enero de 2008). *Blogger*. Obtenido de Blogger.com:

<http://procesodefrutas.blogspot.com/>

Ciudadanía express. (28 de febrero de 2019). *Ciudadanía express periodismo de paz*. Obtenido de <https://www.ciudadania-express.com/2019/politica/exporta-oaxaca-mas-de-39-mil-toneladas-de-mango>

Ciudadanía express periodismo de paz. (11 de mayo de 2012). *Oaxaca, primer lugar en exportación de mango: SAGARPA*. Obtenido de CIUDADANÍAEXPRESS PERIODISMO DE PAZ: <https://www.ciudadania-express.com/2012/05/11/oaxaca-primer-lugar-en-exportacion-de-mango-sagarpa>

COMITE ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE OAXACA. (2015). *CESVO*. Obtenido de <http://www.cesvo.org.mx/contactenos.html>

Comité Sistema Producto Mango. (2005). *PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL MANGO*. ACAPULCO, GUERRERO.

EXCELSIOR. (18 de 02 de 2017). *Oaxaca, tierra de mango, no deja de cosechar y enviar su fruta a EU*. Obtenido de Excelsior: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/02/18/1147088>

Falcón, I. L. (Diciembre de 2012). *Fisico quimica de los alimentos*. Obtenido de https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_SANEZ%20FALCON_FIQ/FINAL%20PARTE%201.pdf

FRUTIHELEN. (2020). *FICHA TECNICA PULPA DE MANGO*.

Instituto Tecnológico de Oaxaca. (s.f.). *Manual de prácticas de microbiología de alimentos*.

Martínez, M. C. (2014). *Pulpa de mango congelada*.

Pérez, D. A. (2015). *ELABORACIÓN DE PULPAS, ZUMOS, NÉCTARES, DESHIDRATADOS, OSMOSDESHIDRATADOS Y FRUTA CONFITADA*. LIMA-PERU.

PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL MANGO. (2005). *Diagnóstico inicial base de referencia estructura estratégica*. Acapulco,Guerrero.

Rodriguez, V. (2016). *Introducción a la tecnología del Mango*. Guadalajara, Jalisco México.

Rosy Ramales. (27 de junio de 2015). *Oaxaca, primer exportador de mango del país*. Obtenido de Rosy Ramales: <https://rosyramales.com/oaxaca-primer-exportador-de-mango-del-pais/>

Sección química de alimentos y nutrición . (2012). *Determinación total en productos de fruta*.

Víctor D. Quintero, A. L. (2012). *Evaluación de viscosidad y color en la pulpa de mango común (Mangifera indica L.) tratada enzimáticamente*.

ANEXO

Boleta de Evaluación: Prueba de aceptación			
Edad		Fecha	
Producto		Característica	
¿Compraría o no este producto?			
Tarea: Marque con una X su respuesta			
Resultados de la Evaluación			
Código de las muestras	SI	NO	
59			
93			
76			
24			
83			
Observaciones			

Boleta de Evaluación: Prueba afectiva					
Edad		Fecha			
Producto		Característica			
Tarea: Marque con una X la figura que usted mejor asocie con la muestra					
Resultados de la Evaluación					
Código de las muestras					
59					
93					
76					
24					
83					
Observaciones					