UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

EFECTO DEL TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO EN EL TIEMPO DE MADURACIÓN, CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FISICOQUÍMICAS DEL MANGO (*Mangifera indica* L.)

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

GABINO JUNIOR, RÍOS RUIZ

JEFF OLVER, CASTILLO PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ASESOR

Mg. WENINGER PINEDO CHAMBI

PUCALLPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA
REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de tesis, campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía ubicada en el Distrito de Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a 12:30 p.m. horas del día Doce Noviembre 2018 (en letras), se reunió el Jurado de Tesis presidido por Ing. MSc. Ronalel Marlon Lozano Reátegui, e integrado por: Ing. Caleb Leandro Laguna y Q.mco. Mg. Lylyans Ins Inga Rojas en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de la tesis titulada Efecto del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración, Características organolépticas y fisicoquímicas del mango (Mangifera indica L.), cuya responsabilidad corresponde al (la) Bachiller en Ingeniería Agroindustrial Gabino Junior Ríos Ruiz y Jeff Olver Castillo Paredes

a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Terminada la sustentación, el (la) autor(a) de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

Presidente	Ronalel Marlon Lozano Reátegui	24
Miembro	Caleb Leandro Laguna	23
Miembro	Lylyans Ins Inga Rojas	22
PROMEDIO		23

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente

sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO asignándole un calificativo de 23 puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenieria y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.
Siendo las 14:30 p.m. horas del mismo dia se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Nombre: Ronalel M. Lozano R. **Presidente**	Nombre: Caleb Leandro Laguna **Miembro**
Nombre: Lylyans I. Inga Rojas **Miembro**	

Nombre Asesor: Ing. Mg. WENINGER PINEDO CHAMBI

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).

DEDICATORIA

A Dios, por darnos una naturaleza muy bella, y bendecirnos cada día, por guiarnos y protegernos en momentos difíciles de nuestras vidas.

A nuestros Padres por darnos su comprensión su apoyo incondicional para lograr nuestras metas.

A nuestros familiares por su colaboración y palabras de aliento.

A todas las personas quienes nos apoyaron en la culminación de nuestra tesis.

Los tesistas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos guiado por el camino del bien, por darnos salud, fuerza y fe.

A nuestros padres y familias por su apoyo incondicional.

Al Mg. Weninger Pinedo Chambi, por sus valiosas orientaciones y asesoramiento para la culminación de la tesis.

A los docentes de la E.A.P.I.A. que nos guiaron y visualizaron durante toda nuestra formación y por inculcarnos a ser buenos profesionales.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Generalidades del mango	14
2.2.2. Nomenclatura botánica	15
2.2.3. Descripción botánica	15
2.2.4. Composición química del mango	17
2.2.5. Variedades de mango	17
2.2.6. Manejo de cosecha y post cosecha del mango	20
2.2.7. Evaluación de la calidad del mango	22
2.2.8. Tratamiento térmico	25
2.2.9. Cambios bioquímicos por el efecto del calor	29
2.3. Definición de términos básicos	31
III. MÈTODOS	33
3.1. Lugar de ejecución	33
3.2. Materiales y equipos	33
3.2.1. Materiales	33
3.2.2. Materiales de escritorio y otros	33
3.2.3. Equipos	33
3.2.4. Reactivos	33
3.2.5. Materia prima	34
3.3. Conducción de la investigación	34
3.3.1. Caracterización fisicoquímica del mango	34
3.3.2. Estudio para la determinación del tiempo y temperatura adecuado para el tratamiento hidrotérmico	35
3.3.3. Evaluación de las características organolépticas del mango maduro (cada tratamiento en estudio)	37
3.3.4. Evaluación fisicoquímica del mejor tratamiento en estudio	38
3.4. Población, muestra y unidad de análisis	39
3.4.1. Población	39
3.4.2. Muestra	39
3.4.3. Unidad de análisis	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40
4.1. Caracterización fisicoquímica del mango 40
4.1.1. Biométricas 40
4.2. Influencia del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración del mango 41
4.3. Influencia del tratamiento hidrotérmico en las características organolépticas del mango 43
4.3.1. Sabor 43
4.3.2. Aroma 44
4.3.3. Color 45
4.3.4. Apariencia General 46
4.3.5. Características fisicoquímicas de la muestra con mejores resultados según las características organolépticas 47
4.3.6. Proceso de maduración de los mangos por acción del tratamiento hidrotérmico 48
V. CONCLUSIONES 50
VI. RECOMENDACIONES 51
VII. BIBLIOGRAFÍA 52
VIII. ANEXOS 55
Matriz de correlación 56
Matriz de operacionalización de variables 57
Instrumentos de investigación-Cartilla de evaluación sensorial 58
Cartilla de evaluación del tiempo de maduración 59
Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo sabor 60
Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo aroma 61
Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo color 62
Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman en apariencia general 63
Resultado de análisis fisicoquímico del mango con mejor tratamiento 64
Panel fotográfico 65

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Valor nutricional en 100 gramos de mango fresco	17
Cuadro 2.	Métodos de análisis fisicoquímicos para caracterizar el fruto de mango	35
Cuadro 3.	Escala de Likert para la determinación de los atributos (color, sabor, aroma y apariencia general)	37
Cuadro 4.	Métodos de análisis fisicoquímicos para evaluar el fruto de mango sometido al mejor tratamiento hidrotérmico	38
Cuadro 5.	Cantidad de muestra de mango en el tratamiento hidrotérmico	39
Cuadro 6.	Características fisicoquímicas del mango previo al tratamiento	40
Cuadro 7.	Características biométricas del mango (*Mangífera índica* L.) variedad Kent previo al tratamiento	41
Cuadro 8.	Tiempo y temperatura para el tratamiento hidrotérmico del mango (*Mangífera índica* L.) variedad Keitt	41
Cuadro 9.	Valores promedios de la evaluación del atributo sabor de los tratamientos en estudio	43
Cuadro 10.	Valores promedios de la evaluación del atributo aroma de los tratamientos en estudio	44
Cuadro 11.	Valores promedios de la evaluación del atributo color de los tratamientos en estudio	45
Cuadro 12.	Valores promedios de la evaluación del atributo apariencia general de los tratamientos en estudio	46
Cuadro 13.	Características fisicoquímicas del mango (*Mangifera índica* L.) variedad Kent con tratamiento T_8 (50°C durante 10 minutos)	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Mango de variedad Haden 18
Figura 2. Mango de la variedad Ataulfo 18
Figura 3. Mango de variedad Keitt 19
Figura 4. Mango de la variedad Kent 19
Figura 5. Mango de variedad Tommy Atkins 20
Figura 6. Índice de madurez del mango 21
Figura 7. Esquema experimental para la conducción de la investigación 34
Figura 8. Diagrama de flujo para el manejo hidrotérmico del mango 35

RESUMEN

El tratamiento hidrotérmico, como una alternativa para garantizar la inocuidad de los alimentos, favorece también de forma inherente a la industria ya que reduce las pérdidas de frutos al ser expendidos a lugares más alejados donde se requieren muchos días o hasta semanas para ser transportados, prolongando el tiempo de vida útil y generando mayores divisas a la industria y porque no decirlo, al desarrollo del país.

En la investigación se evaluaron 10 tratamientos, donde se controlaron parámetros como temperatura del medio y tiempo de inmersión, las cuales fueron a 40, 45 y 50ºC por 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos y un testigo. Los mangos de la variedad Kent, con estos 9 tratamientos y el testigo fueron sometidas a una evaluación del número de días de maduración, evaluación sensorial de los atributos: aroma, color, sabor y apariencia general utilizando una escala hedónica de 6 puntos, con un total de 15 panelistas siendo de tal manera el tratamiento óptimo T_8 (50°C durante 10 minutos), con 12 días para alcanzar una coloración amarilla del 100 por ciento de la cáscara el que destaca y presenta las mejores características organolépticas, ya que en los cuatro atributos de aroma, sabor, color y apariencia general presenta diferencias significativas y superiores que los demás tratamientos.

En la evolución fisicoquímica del mango, la composición nutricional de 100 mililitros de mango del tratamiento T_8 (50°C durante 10 minutos) que obtuvo mejor puntuación en aceptabilidad general, se determinó que contenía 0.44 ± 0.01 por ciento de proteínas, 15. 30 ± 0.15 por ciento de carbohidratos, 0.28 ± 0.02 por ciento de grasas, 0.70 ± 0.02 por ciento de cenizas, 83.28 ± 0.16 por ciento de humedad, 3.80 ± 0.03 de pH, 5.70 ± 0.02 °Brix, 1.50 ± 0.02 por ciento de Acidez titulable (det. Ac málico), 5.99 ± 0.04 por ciento de sólidos solubles totales.

Palabras claves: Tratamiento óptimo, Índice de maduración, análisis sensoriales, características organolépticas, características fisicoquímicas.

ABSTRACT

Hydrothermal treatment, as an alternative to guarantee food safety, also inherently favors the industry as it reduces fruit losses by being sold to more distant places where it takes many days or even weeks to be transported, prolonging the time of useful life and generating greater currencies to the industry and why not say, to the development of the country.

In the research, 10 treatments were evaluated, where parameters such as temperature of the medium and immersion time were controlled, which were at 40, 45 and 50ºC for 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes and one control. The mangoes of the Kent variety, with these 9 treatments and the control were subjected to an evaluation of the number of days of maturation, sensory evaluation of the attributes: aroma, colour, taste and general appearance using a hedonic scale of 6 points, with a total of 15 panelists being such optimal treatment T8 (50 °C for 10 minutes), with 12 days to achieve a yellow color of 100 percent of the shell which stands out and presents the best organoleptic characteristics, since in the four attributes of aroma, flavor, color and general appearance presents significant and superior differences than the other treatments.

In the physicochemical evolution of mango, the nutritional composition of 100mL mango from the T8 treatment (50 ° C for 10 minutes) that scored best in general acceptability was determined to contain 0.44 ± 0.01 percent protein, 15.30 ± 0.15 percent carbohydrate, 0.28 ± 0.02 percent fat, 0.70 ± 0.02 percent ash, 83.28 ± 0.16 percent humidity, 3.80 ± 0.03 pH, 5.70 ± 0.02 Brix, 1.50 ± 0.02 percent titratable acidity (malic acid content), 5.99 ± 0.04percent total soluble solids.

Keywords: Optimum treatment, Ripening index, sensory analysis, organoleptic characteristics, physicochemical characteristics.

I. INTRODUCIÓN

Cada vez más existe una elevada preocupación de los consumidores respecto a la inocuidad de los productos, así como un incremento en las exigencias de calidad de los mismos. Esto ha aumentado la necesidad de encontrar métodos alternativos en el manejo de productos frutihortícolas (Klein y Lurie 2001).

Los métodos térmicos resultan de interés como alternativas o complemento de los tratamientos químicos tradicionales durante el almacenamiento de post cosecha y han sido utilizados por más de un siglo para controlar patógenos, de tal manera garantizar inocuidad (Grondeau y Samson 2004).

En el Perú en la actualidad se producen más de 140 000 toneladas de mango. Donde los principales mercados de destino se localizan en Norteamérica, liderados por Estados Unidos (39 por ciento) y Canadá (5 por ciento), y en Europa por Holanda (37 por ciento) y Reino Unido (10 por ciento) (APEN, 2014).

El fruto de manguero (*Mangifera indica* L.) presenta gran demanda a nivel mundial debido a su delicioso sabor, atractivo color y valor nutritivo (Mitra y Baldwin); sin embargo, tiene una maduración rápida de 6 a 7 días en condiciones tropicales (Vazquez y Lakshminarayana 1985); ya que con el tratamiento hidrotérmico se retarda la maduración acelerada del fruto de mango. El mango al ser climatérico presenta procesos fisiológicos y bioquímicos acelerados aún después de ser cosechados y sufren una maduración rápida, originando un 10 por ciento de pérdidas post cosecha por sobre maduración que afectan la economía a nivel mundial en los países en vías de desarrollo.

Por tal motivo se planteó la presente investigación con la finalidad de evaluar el efecto del tratamiento hidrotérmico con diferentes temperaturas en las características organolépticas del mango y se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración del mango.

- Evaluar el efecto del tratamiento hidrotérmico en las características organolépticas del mango.

- Evaluar las características fisicoquímicas de la muestra que presenta mejores características organolépticas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Sánchez (2007) en su investigación “Determinación del estado de madurez óptimo de mango “Ataulfo” destinado a procesamiento mínimo” sugirió varios índices de madurez para cosechar algunas variedades de mango. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del almacenamiento en frío sobre los compuestos bioactivos en mango fresco cortado a un determinado estado de madurez. Para tal fin, se estableció una escala de estado de madurez (1 - 6) de acuerdo al color (ángulo de matiz (ºHue) y luminosidad (L*), firmeza, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, tasa de respiración (TR) y etileno. Asimismo, a los frutos en distinto estado de madurez se les determinó el contenido de compuestos bioactivos (vitamina C, β-caroteno, fenoles y flavonoides totales) y actividad antioxidante (ORAC-H, ORAC-L y ORAC total). De los estados de madurez se seleccionó el estado de madurez 4, formándose cubos de 2x2x2 cm, estos recibieron un tratamiento de ácido ascórbico, cítrico y CaCl2, se envasaron en bandejas de poliestireno y almacenaron durante 20 días a 5ºC. Durante el almacenamiento se determinaron los cambios en los niveles de los componentes bioactivos y capacidad antioxidante. El almacenamiento en frío no afectó significativamente la concentración de los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante total, además el tratamiento aplicado retardó la oxidación de compuestos como fenoles y potenció el contenido de vitamina C, reflejándose en una mayor actividad antioxidante medida como ORAC-H. Concluyendo que el estado de madurez tuvo un efecto significativo en los parámetros de calidad evaluados, la TR disminuyó con la madurez del fruto, mientras que la producción de etileno se incrementó.

Petit (2009) en su investigación “Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la ultraestructura de la cutícula del fruto de mango” estudió la importancia de la fisiología de los vegetales y su interacción entre la planta y el ambiente. Su integridad es afectada por factores genéticos, ambientales, fisiológicos y de manejo, tanto en campo como en post cosecha, afectando su función como barrera protectora. En esta investigación se determinó el efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la ultraestructura de la cera epicuticular en los frutos de mangos (Mangifera indica L.), del cultivar ‘Kent’. Los frutos fueron muestreados de un huerto ubicado en Navojoa, México. Se utilizaron frutos de mango del cultivar ‘Kent’, en el estado de madurez fisiológica y el tratamiento con calor fue aplicado por inmersión a una temperatura de 46,1°C por 75 min. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y el muestreo realizado fue aleatorio. Se determinó la ultraestructura de la cera epicuticular. Se registraron diferencias en el arreglo

estructural de las ceras en la superficie cuticular entre los frutos con tratamiento hidrotérmico (CTH) y el control (STH). En los frutos CTH se evidenció la formación tipo pergamino en la cutícula debido al efecto del calor, la orientación de placas en paralelo y en las ceras epicuticulares la presencia de estructuras de cristales en transición mostrando una distribución irregular, mientras que, en los frutos STH no se observó el efecto pergamino en la cutícula, se constató la orientación en placas enteras y la formación de ceras epicuticulares del tipo amorfo. Concluyendo que la ultraestructura de la cutícula cambió con la aplicación del tratamiento hidrotérmico. En general, estos resultados contribuyen al conocimiento sobre el efecto del tratamiento hidrotérmico en los cambios en la cutícula que llevan a la formación de estructuras diferenciales en las ceras epicuticulares y afirman la importancia de considerar la aplicación y sus efectos sobre la función de la cutícula en los frutos.

Casillas (2008) en su investigación “Efecto del tratamiento hidrotérmico en la calidad e inocuidad de mango” contempló eliminar la larva de la mosca de la fruta depositada dentro del mango. Para ello requirió mantenerlos inmersos en agua caliente durante 75 - 90 minutos. Los resultados mostraron que ambas condiciones afectan la inocuidad de frutos de mango, ya que permiten la difusión de safranina al interior de la pulpa ($P \geq 0.05$) conllevando el ingreso de patógenos si el agua no es de buena calidad microbiológica. Las variedades de mango presentaron diferencias estadísticas en la difusión de safranina ($P \leq 0.05$). En cuanto a parámetros de calidad analizados en la variedad Ataulfo, se encontró que el peso, color y temperatura de los frutos son los que presentan diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) después de someterlos al hidrotérmico. Concluyendo que el aumento en peso, aunque mínimo, está relacionado con la inocuidad, ya que absorbe agua por la zona del pedúnculo, el color varía, cuantificado en grados Hue, y la temperatura tiene un aumento considerable (25°C a 46°C).

Gregorio (2006) en su investigación “Calidad de mango ataulfo sometido a tratamiento hidrotérmico” determinó el efecto del tratamiento hidrotérmico (46.1°C/75 min) y temperaturas de almacenamiento (10, 13 y 20°C) en la calidad del mango ataulfo. Los frutos sometidos a tratamiento hidrotérmico desarrollaron mejor color y presentaron menor acidez titulable. Los daños por frío se presentaron a la segunda semana de almacenamiento con 67% de incidencia a temperatura de 10°C en los frutos con tratamiento hidrotérmico, y de 25% en los frutos no tratados. En los frutos almacenados a 13°C el daño por frío se expresó hasta la tercera semana, sobre todo en los frutos sometidos al tratamiento hidrotérmico. Las características organolépticas de los frutos no se alteraron drásticamente con el tratamiento hidrotérmico, cuando se almacenaron hasta por dos semanas a temperaturas superiores a 13°C. Se aplicó un diseño experimental

completamente al azar con arreglo factorial, el cual los resultados se sometieron a un análisis de varianza y a una comparación de medias con la prueba de Tukey. Los resultados de la evaluación de la calidad del mango después del tratamiento hidrotérmico los frutos tenían una firmeza de 9.7 N y la acidez titulable reportó 0.6%. Concluyéndose que el tratamiento hidrotérmico no presenta influencias negativas en la calidad del mango.

Juan (2008) en su investigación “Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la maduración y calidad del mango” estudió el efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la maduración y la senescencia en la calidad de la fruta, donde el mango de variedad keitt fisiológicamente maduro fue tratado con agua a 46°C por 60 y 90 minutos. Las frutas se evaluaron a los 7, 14 y 21 días de almacenamiento a 10°C y después de 7 días a 20°C, además se determinó el efecto del tratamiento en la fisiología del fruto de acuerdo a la velocidad de respiración y la firmeza, evaluando distintos parámetros de calidad, así como la actividad enzimática de la fruta. Los resultados reportaron que el mango presentó un patrón de respiración climatérico característico. La velocidad de respiración y la pérdida de peso fueron mayores y la firmeza fue menor conforme aumentó el tiempo del tratamiento. Se observó en los mangos tratados por 60 y 90 minutos un continuo incremento en el contenido de carotenos durante su almacenamiento a 10°C. Además, la concentración de carotenos en el mango se incrementó de 3 a 4 veces del contenido inicial durante su maduración a 20°C. La actividad enzimática decrece un 40% de su actividad inicial a los 7 días de almacenamiento a 10°C y permanece sin cambios significativos durante el resto de su almacenamiento a esta temperatura, lo que significa la posibilidad de una inhibición de la enzima por efecto de la baja temperatura de almacenamiento. Sin embargo, al pasar la fruta a 20°C para su maduración, la actividad de esta enzima aumenta un 50%. El tratamiento hidrotérmico disminuyó la actividad de la enzima un 25 y 50% en los mangos almacenados a 10 y 20°C respectivamente. Concluyéndose que el tratamiento hidrotérmico (46°C por 60 y 90 minutos) acelera la maduración y senescencia del mango variedad Keitt, considerando que un tratamiento con agua a 46°C durante 60,5 minutos destruye la larva de la mosca de la fruta en mango Keitt.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del mango

El mango es una de las especies más importantes económicamente, en los países tropicales ocupa el tercer lugar en importancia debajo del banano y la piña y el quinto fruto de exportación a nivel mundial, se cultiva actualmente en más de 100

países ubicados entre los 36 grados latitud norte y los 33 grados latitud sur. Debido a esta amplia distribución sumada con el desarrollo de técnicas de control de floración, es posible el suministro de mangos a los mercados durante todo el año. Sin embargo, los meses de septiembre y octubre son los de mayor desabastecimiento alcanzando en esta época precios de hasta US $ 8 por caja, comparado con US $ 4 por caja en época de mayor oferta (Guzmán 2003).

- **Origen**

El mango está reconocido en la actualidad como uno de los 3 ó 4 frutos tropicales más finos. Ha estado bajo cultivo desde los tiempos prehistóricos. Las Sagradas Escrituras en Sánscrito, las leyendas y el folklore hindú 2000 años a.c. se refieren a él como de origen antiguo, aun desde entonces. El árbol de mango ha sido objeto de gran veneración en la India y sus frutos constituyen un artículo estimado como comestibles a través de los tiempos. Aparentemente es originario del noroeste de la India y el norte de Burma en las laderas del Himalaya y posiblemente también de Sri Lanka (Guzmán 2003).

2.2.2. Nomenclatura botánica

Galán (2000) presenta la siguiente clasificación taxonómica del mango.

Nombre Científico:	Mangifera indica L.
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardiaceae
Género:	Mangifera
Especie:	Mangifera indica

2.2.3. Descripción botánica

Según Tharanathan *et al* (2006), botánicamente el mango de la siguiente forma:

- **Tronco**

El mango típico constituye un árbol de tamaño mediano, de 10-30 m de altura. El tronco es más o menos recto, cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro, cuya corteza de color gris – café tiene grietas longitudinales o surcos reticulados poco profundos que a veces contienen gotitas de resina.

- **Copa**

La corona es densa y ampliamente oval o globular.

- **Hojas**

Las hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramitas, de pecíolo largo o corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color verde oscuro brillante por arriba, verde – amarillento por abajo, de 10-40 cm de largo, de 2-10 cm de ancho, y enteros con márgenes delgados transparentes, base agua o acuñada y un tanto reducida abruptamente, ápice acuminado.

- **Flores**

Las flores polígamas, de 4 a 5 partes, se producen en las cimas densas o en las últimas ramitas de la inflorescencia y son de color verde – amarillento, de 0.2 – 0.4 cm de largo y 0.5 – 0.7 cm de diámetro cuando están extendidas. Los sépalos son libres, caedizos, ovados u ovados – oblongos, un tanto agudos u obtusos, de color verde – amarillento o amarillo claro, cóncavos, densamente cubiertos (especialmente en la parte exterior) con pelos cortos visibles, de 0,2 - 0,3 cm de largo y 0,1 - 0,15 cm de ancho.

- **Fruto**

Se trata de una gran drupa carnosa que puede contener uno o más embriones. Los mangos de tipo indio son mono embriónicos y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales. Generalmente los mangos poli embriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpio comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo.

- **Semilla**

Es ovoide, oblonga, alargada, estando recubierta por un endocarpio grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne.

2.2.4. Composición química del mango

La composición del mango es diferente según la variedad, pero todos ellos tienen en común su elevado contenido en agua. Contiene una cantidad importante de hidratos de carbono por lo tanto su valor calórico es elevado. Es rico en magnesio y en vitamina C. La vitamina C aumenta la absorción del hierro de los alimentos, se aconseja en caso de anemia ferropénica, acompañando a los alimentos ricos en hierro o a los suplementos de este mineral ya que esto acelera la recuperación (Osuna *et al.* 2002).

Cuadro 1. Valor nutricional en 100 gramos de mango fresco

Componentes	Cantidad
Calorías kcal.	70.0
Proteínas g.	0.7
Lípidos g.	0.5
Hidratos de carbono g.	14.5
Fibra g.	1.0
Colesterol g.	0.0
Calcio mg	10.0
Hierro mg	0.5
Magnesio mg	18.0
Sodio mg	7.0
Potasio mg	10.0
Vitamina C mg	10.0
Ácido fólico mg	30.0

FUENTE: Osuna *et al.* (2002).

2.2.5. Variedades de mango

- **Variedad Haden**

La variedad Haden es la más antigua de las variedades. Es monoembriónica, temprana, sus árboles son corpulentos, vigorosos y de alto rendimiento (165 kilogramos de fruta por árbol, aproximadamente); necesita de la fecundación

cruzada para formar el embrión y se propaga vegetativamente o por injerto, para conservar sus mejores características (Flores 2004).

Los frutos de la variedad Haden son drupas carnosas de forma oval y base redonda, regularmente de tamaño grande (entre 10.5 y 13 cm de largo), con un peso que varía de 270 a 430 gramos (con una media de 311 gramos); maduran en color amarillo y rojo carmín, con numerosas lenticelas de color blanco. La pulpa es jugosa, con fibra regular y de un buen sabor, ligeramente ácido. Su vida de anaquel a temperatura ambiente es de seis días (Guzmán *et al* 2006).



Figura 1. Mango de variedad Haden
FUENTE: Guzmán *et al* (2006).

- **Variedad Ataulfo**

La variedad Ataulfo fue originada en la región de Soconusco, México y ha sido dispersada en otras áreas de México y el mundo. El mango de variedad Ataulfo está asociado a la calidad de la pulpa, el color amarillo intenso, la piel delgada, la semilla pequeña, el alto contenido de azúcar, el excelente aroma y sabor, por tener menos fibra que otros cultivares y su larga vida de anaquel. Estas características repercuten en el precio, que generalmente es de 30 a 56% más alto que otras variedades (Gálvez *et al.* 2010).

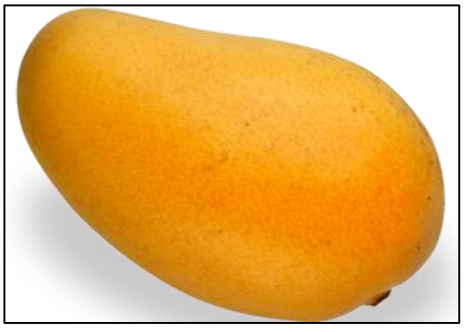


Figura 2. Mango de la variedad Ataulfo
FUENTE: Gálvez *et al.* (2010).

- **Variedad Keitt:**

La fruta del mango Keitt es de forma ovoide-oblonga, el color de la piel es rosado con menos del 30% de color rojo. Su peso medio es de 500 a 600 g. La pulpa prácticamente no tiene fibras adaptándose muy bien al consumo con cuchara. El tamaño de la semilla es pequeño. La calidad de este fruto es excelente y tiene una larga vida comercial. El hábito de crecimiento del árbol del mango Keitt se caracteriza por sus ramas largas y arqueadas, con escaso crecimiento en los subtrópicos (Evans 2008).



Figura 3. Mango de variedad Keitt
FUENTE: Gálvez *et al.* (2010).

- **Variedad Kent:**

El mango Kent tiene un fruto con forma ovoide ensanchado. La piel presenta un color de fondo amarillo con chapa roja. El peso medio de estos frutos es de 250 a 450 g. La pulpa tiene poca fibra y se adapta muy bien al consumo con cuchara. El tamaño de la semilla es pequeño. El fruto de esta variedad tiene una excelente calidad y larga vida comercial. El mango Kent es un árbol de un crecimiento erecto y un vigor medio (Barbosa 2003).



Figura 4. Mango de la variedad Kent
FUENTE: Barbosa (2003).

- **Variedad Tommy Atkins**

Tommy Atkins produce un fruto con forma oblongo-ovalada, la piel es de color naranja a rojo intenso. Su peso medio es de 500 a 550 g. La presencia de fibra en la pulpa es media-alta con mala respuesta al consumo con cuchara. El tamaño de la semilla es pequeño. La calidad de este fruto es mediocre. El árbol Tommy Atkins presenta una copa redonda con gran porte y vigor (Bally *et al.* 2006).



Figura 5. Mango de variedad Tommy Atkins
FUENTE: Bally *et al.* (2006).

2.2.6. Manejo de cosecha y post cosecha del mango

a. Cosecha

Se realiza en forma manual con cortadores o tijeras de podar, dejando como máximo 5 mm. De pedúnculo al fruto, ya que haciendo a ras se derramaría savia (látex), y esto contribuiría, en la pérdida de peso y agua de la fruta. Además, el látex provoca manchas negras en la cáscara en donde se pueden desarrollar hongos. La cosecha se debe realizar durante las primeras horas de la mañana y poner las frutas en la sombra, para mantener su calidad durante la manipulación y el almacenamiento (Siller *et al.* 2004).

- **Índice de madurez**

Según Wong *et al* (2007), el indice de madurez del mango es según su:

Madurez comercial:

- Cambio de forma de la fruta (llenado de hombros).
- Ausencia de chorreado de látex.

- Uniformidad de forma y tamaño; color de la piel (dependiendo del cultivar).
- Firmeza de la pulpa.

Madurez de consumo: color base:

- En variedades de colores vivos (vira de rojo a morado).
- En variedades verdes (vira al amarillo).
- Firmeza: debe ceder levemente a la presión.
- Cambio del color de la pulpa del amarillo verdoso al amarillo o al anaranjado, dependiendo del cultivar.

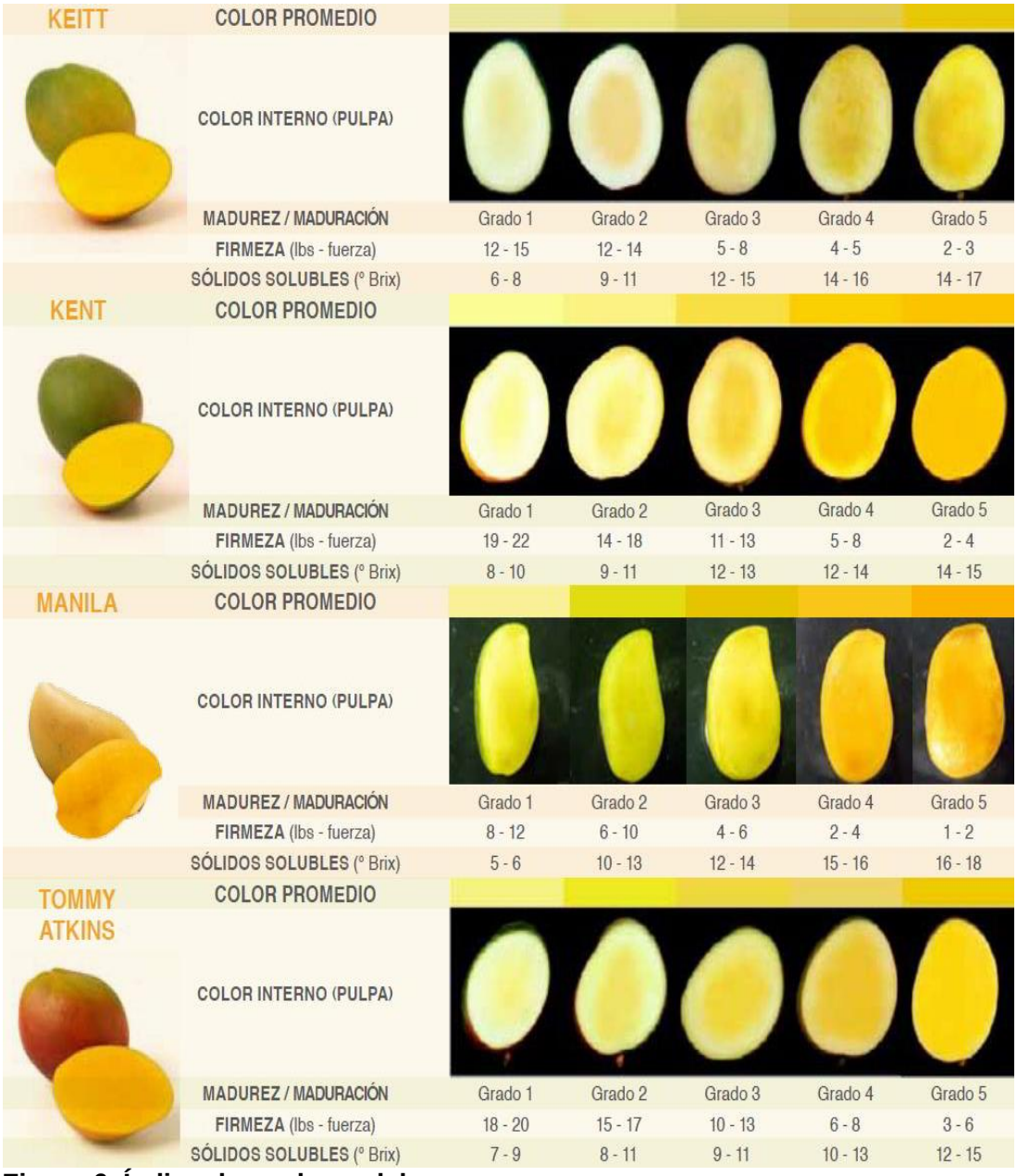


Figura 6. Índice de madurez del mango.
FUENTE: Wong *et al.* (2007).

- **Selección de frutos incluyendo su estado de madurez**

El estado de madurez de los mangos al momento de ser cosechados es crucial para la obtención de la calidad óptima de madurez de fruto para su consumo. La apropiada selección de la madurez de fruto puede estar basada en varios parámetros incluyendo la forma del fruto, color de la cáscara, textura de la cáscara, firmeza de la pulpa, desarrollo del color de la pulpa, contenido de azúcares, y contenido de látex. Aunque los parámetros empleados para cada variedad de mango comercial pueden variar, todos los productores de mango comercial usan uno o más de estos parámetros como ayuda para la realización de la cosecha de mangos (Muy *et al.* 2004).

b. Post cosecha

La fruta se lava con agua clorada a un nivel de 15 ppm (43 mL de solución de hipoclorito de sodio al 3,5% - cloro líquido comercial – por cada 100 L de agua), para reducir la carga microbiana en la cáscara y la parte terminal del pedúnculo. Después se lava con agua potable para eliminar todo residuo de cloro (Flores 2004).

- **Presentación y envasado**

Según Ireta (2002), las frutas se pueden comercializar a granel o en cajas con viruta de madera u otro material inerte.

Cada envase, estará constituido únicamente por mangos del mismo origen, variedad, calidad y calibre. Pueden ser:
- Cajas de cartón corrugado con tapas o solapas.
- Cajas de madera (peso máximo de 22 kg.)
- Bandejas de madera, 1 sola fila

2.2.7. Evaluación de la calidad del mango

a. Forma del fruto

Tan pronto como la fruta de mango madura, ellas se hinchan y desarrollan lo que los productores de mango llaman ‘hombros’, refiriéndose a la expansión del crecimiento alrededor del pedúnculo del fruto. En adición, la forma del fruto en

cultivares como Keitt, Kent, Haden y Tommy Atkins, gradualmente cambian de planos a redondeados – desarrollando lo que se conoce como “pómulos o cachetes”.

El desarrollo completo de los pómulos o los hombros superiores, y la forma del fruto son considerados como índices fiables para la madurez a la cosecha para muchos cultivares (EMEX, 2005).

b. Apariencia externa

Los cambios en el color externo de la cáscara no siempre esta correlacionado con la madurez interna de la fruta. Cultivares como el Kent permanecen verdes, aunque cuando alcanzan la completa madurez, mientras que otros como Ataulfo cambian de verde a amarillo. La proporción del rubor rojo en cultivares como Tommy Atkins es grandemente afectado por la posición del fruto en el árbol y por la luz del sol que recibieron durante el crecimiento y desarrollo del fruto, en lugar del desarrollo fisiológico del fruto. El rubor rojo de los frutos no debería ser usado como un único indicador de madurez de cosecha en cultivares con un característico rubor rojo (Flores 2004).

c. Apariencia del látex

El látex o sabía que se exuda del pedúnculo del fruto (pedicelo), tan pronto como el fruto de mango es despegado del árbol, cambia su viscosidad de líquido lechoso a un fluido transparente, y tan pronto el fruto de mango madura fisiológicamente comienza su maduración. La cantidad de presión al interior de los tejidos vasculares del mango es afectada por la cantidad de látex dentro de los tejidos, probablemente porque el árbol almacena agua dentro de los frutos. Frutos bien duros tienen pulpa rígida que puede restringir la expansión de los vasos vasculares en la medida que se llenen de látex. Esta presión es evidente cuando los mangos son cosechados y el látex sale del pedúnculo (Lakshminarayana 2001).

d. Sólidos solubles totales (SST)

Azúcares son los mayores sólidos solubles en el jugo de mango y, por lo tanto, SST puede ser usado como un estimado del contenido de azúcar. Adicionalmente, los ácidos orgánicos, aminoácidos, compuestos fenólicos, y

las pectinas solubles también contribuyen a los SST. Almidones suspendidos en el jugo de mangos inmaduros o que no han iniciado maduración pueden interferir en la medición de los SST y resultar en lecturas totalmente erróneas. También, los SST en mangos cosechados son altamente influenciados por los programas de riego y lluvia. Mangos cosechados en campos donde el riego está en proceso o bajo condiciones de lluvia tienen bajos niveles de SST cuando se compararon con mangos de similar madurez de cosecha en fincas donde el riego es retirado previo a la cosecha. Debido a estos problemas potenciales, SST es probablemente un mejor indicador de la calidad de maduración de un mango en vez de una medida de la madurez de cosecha (Flores 2004).

e. Color de la pulpa

La madurez puede ser medida por el color de la pulpa (más del 75% del área mostrando el color Amarillo; estado #3 en la escala de 5-puntos mostrada en el acompañamiento de las fotografías), y puede ser relacionado a factores externos para cada cultivar creciendo, en cada área de producción. Estos factores externos incluyen el tamaño de fruto, forma de fruto (desarrollo de hombros), y el color de la piel de la cáscara (cambio de verde obscuro a verde claro a verde-amarillo). El personal de cosecha debe de ser entrenado para cosechar solamente esos mangos que coinciden con los índices de madurez (Lakshminarayana 2001).

f. Firmeza de fruto

La firmeza del fruto de mango decrece con la madurez fisiológica y la maduración del fruto en el árbol de mango, y continúa decreciendo durante la cosecha, manejo post cosecha, y el almacenamiento. La firmeza debería no ser usada como el único índice de cosecha, pero puede ser usado como un índice del estado de madurez. La firmeza mínima de pulpa para mangos exportados de Sur América debería estar entre los 15 y las 20 libras-fuerza (lbf) al momento de la recepción en las empacadoras. Baja puntuación en la firmeza de pulpa podría ser aceptable tanto como ellos coincidan con una puntuación adecuada de SST y con el color de pulpa.

Mangos que son transportados desde cortas distancias, comparados con los mangos de Sudamérica, como son los mangos de México y Centroamérica

pueden tener valores bajos de firmeza inicial (10 a 15 lbf), pero el color de pulpa es un mejor índice para determinar la madurez propiamente (Paull 2004).

g. Etileno

El crecimiento y desarrollo del futo son controlados por la producción de hormonas, las cuales son susceptibles a los cambios ambientales. Entre estas hormonas se encuentra el etileno, que controla muchos procesos en la planta superior, como la senescencia de los órganos, respuesta al estrés, la germinación de la semilla, la cicatrización de heridas, además de las interacciones con otras hormonas e iones metálicos. Asimismo, ha sido identificado como la principal hormona que inicia y controla el proceso de maduración del fruto. En resumen, la presencia del etileno inicia la maduración y la completa en varias etapas. En frutos carnosos, se ha intentado disminuir la biosíntesis del etileno durante la maduración para retardar el deterioro en post cosecha puesto que una vez que la maduración ha sido iniciada, el proceso es incontrolable. La mayor parte de los procedimientos utilizados para limitar la biosíntesis de etileno se enfocan en el aumento o disminución de la temperatura y la modificación de la atmósfera en la que se conservan los fruto (Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2017)

2.2.8. Tratamiento térmico

a. Tratamiento térmico post cosecha

Klein (2001) mencionan que existe una elevada preocupación de los consumidores respecto a la inocuidad de los productos, así como un incremento en las exigencias de calidad de los mismos. Esto ha aumentado la necesidad de encontrar métodos alternativos en el manejo de productos fruti-hortícolas.

Grondeau (2004) sostienen que los métodos térmicos resultan de interés como alternativas o complemento de los tratamientos químicos tradicionales durante el almacenamiento de post cosecha y han sido utilizados por más de un siglo para controlar patógenos.

Más recientemente se ha descrito que pueden modificar numerosos aspectos vinculados con la fisiología de los frutos. Esto ha determinado que se encuentren

actualmente estudiando con detenimiento las potencialidades de su aplicación y su adaptación a escala comercial (Fallik 2004).

b. Métodos de aplicación

Lurie (2001) sostiene que la aplicación de tratamientos térmicos de alta temperatura en frutos puede realizarse utilizando agua caliente, vapor o aire caliente.

- **Tratamientos con agua caliente (hidrotérmico)**

Lurie (2001) manifiesta que el agua caliente fue utilizada en un principio para el control de hongos, pero su uso luego se extendió para el control de insectos. Los tratamientos por lo común se aplican durante pocos minutos, ya que el agua es un medio de transferencia de calor más eficiente que el aire. Muchos productos pueden tolerar la exposición a temperaturas entre 50-60ºC por 10 min.

Paull *et al*. (2004) mencionan que los tratamientos con agua caliente también se han utilizado para el control de insectos. En estos casos, los tiempos de inmersión son más prolongados a temperaturas inferiores a 50ºC, a diferencia del control de muchos hongos que suele realizarse por unos pocos minutos a temperaturas entre 45 y 60ºC.

- **Tratamiento hidrotérmico**

El CENTA (2015) menciona que este tratamiento usa el agua caliente para elevar el producto a una temperatura requerida por un período de tiempo especificado. Este tratamiento es usado para ciertas frutas que son hospedantes de la plaga de las moscas de la fruta, pero también pueden ser usadas en plantas de vivero. El tratamiento es aplicado al mango que se exporta a USA, Chile, Nueva Zelanda y China.

El mejoramiento del proceso de tratamiento hidrotérmico es esencial para optimizar la calidad del mango. Sigue siendo efectivo, pero los exportadores deben ser más proactivos en efectuar las técnicas de enfriamiento adecuadas después de aplicar el tratamiento hidrotérmico. El enfriamiento deficiente después del hidrotérmico es uno de los principales motivos que causan que la calidad del mango sea inferior.

Couey (2006) menciona que estos tratamientos consisten en colocar los frutos en contacto con aire saturado con vapor a temperaturas entre 40 y 50°C, a fin de matar huevos y larvas de insectos y se emplean como tratamientos cuarentenarios en forma previa a los embarques. La transferencia de calor se produce por la condensación del vapor de agua en las superficies frías. Este procedimiento fue utilizado en un principio para el control de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata Wiedemann*) y de la mosca mexicana (*Anastrepha ludens Loew*).

Las regiones tropicales donde el mango florece son las más aptas para la producción de fruta dulce y suculenta. Pero la mayoría de las regiones productoras también son hogar para muchas plagas – en particular la mosca de la fruta – lo cual significa que la fruta debe ser tratada para matar las plagas antes de exportarse a los Estados Unidos. Aunque existen diversos tratamientos cuarentenarios, el tratamiento hidrotérmico (inmersión de la fruta en agua caliente) es en gran medida la más popular en América Latina. Sin embargo, algunos miembros de la industria del mango han expresado inquietudes que el tratamiento hidrotérmico es uno de los factores por el cual la calidad del mango a menudo es deficiente. En un esfuerzo por abordar estas inquietudes, la National Mango Board comisionó un proyecto de investigación para determinar alternativas viables al tratamiento hidrotérmico para el mango. En el estudio, encabezado por la Dr. Elizabeth Mitcham de la Universidad de California en Davis, se evaluaron diversas alternativas at tratamiento hidrotérmico. Los tratamientos por aire caliente forzado, aire caliente forzado con ambiente controlado, e irradiación son los que presentan el mayor potencial para el mejoramiento de la calidad del mango, señala Mitcham. Aunque estos métodos podrían implantarse en un período de tiempo relativamente corto, de igual manera son costosos. Por este motivo, la NMB también exploró maneras en que el tratamiento hidrotérmico podría mejorarse para superar aún más la calidad del mango. Los resultados demuestran que existe un número de acciones que se podrían realizar dentro del marco del sistema actual para mejorar la calidad del mango. Éstas incluyen el monitoreo preciso de los procedimientos en las empacadoras, la actualización de instalaciones para permitir el enfriamiento eficiente del mango después del tratamiento hidrotérmico, y el mantenimiento de las temperaturas adecuadas para el almacenamiento y embarque del mango. En general, la solución más rentable para el mejoramiento de la calidad del mango respecto de las medidas

fitosanitarias depende de un enfoque concentrado en el sistema actual. Sin embargo, vale la pena considerar las ventajas de las tecnologías nuevas, como los tratamientos por irradiación y aire forzado en ambiente controlado, como opciones para el futuro. Otras soluciones potenciales incluyen un “enfoque basado en sistemas” que combinaría métodos biológicos y operativos diseñados para cumplir requisitos cuarentenarios.

Para mantener su posición como el principal exportador de mango a nivel mundial, México asegura la inocuidad de este producto apegándose al uso de buenas prácticas agrícolas y de manejo. Entre los tratamientos utilizados destacan los que son a base de frío o calor y la fumigación con compuestos químicos. Los agroquímicos son productos extremadamente tóxicos que tienen múltiples efectos negativos en el medio ambiente y los seres vivos, por lo que su uso no es recomendado. Ante esta situación, los tratamientos a base de temperaturas extremas han demostrado ser eficaces en el control de plagas y patógenos, además de no ser contaminantes.3 Comercialmente, se utiliza el tratamiento con vapor, con aire caliente forzado o el de inmersión en agua caliente, incluso, el hidrotérmico es utilizado por las compañías empacadoras de México por ser el más eficaz.

El tratamiento hidrotérmico consiste en sumergir el fruto en agua caliente, por un periodo definido que resulte letal para las plagas en cuestión. Los principales países importadores, como EUA, Chile, Nueva Zelanda y China, exigen la aplicación de dicho tratamiento como requisito indispensable para permitir la entrada de frutos de mango en su mercado. Este tratamiento tiene efectos benéficos en los mangos, entre los cuales destaca el aumentar la tolerancia de los frutos al frío —que suele producir en ellos grandes daños—, la reducción de la pudrición y el mejoramiento de algunos parámetros de calidad, como la uniformidad en su color. La aplicación de este tratamiento no produce daño a la salud de quien lo consume ni al medio ambiente; además, implica un muy bajo costo. CONACYT (2014).

- **Tratamientos con aire caliente**

Klein (2001) sostienen que el aire caliente puede aplicarse colocando los frutos en cámaras de calentamiento con o sin aire forzado. El proceso de calentamiento con aire es más lento que en el caso de los tratamientos con agua o vapor, lo que determina en general la realización de tratamientos más

prolongados. Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre los frutos. Por otra parte, resultan la única estrategia posible en el caso de frutos que puedan ser afectados por elevada humedad o mojado superficial. En el caso de los tratamientos para el control de insectos, la utilización de tratamientos con aire caliente resulta beneficiosa en algunos productos que puedan ser sensibles al calentamiento a velocidades elevadas.

Efectos de su aplicación

Klein (2001) sostiene que los efectos beneficiosos de los tratamientos térmicos de alta temperatura se encuentran bien documentados. Su utilización puede orientarse a la búsqueda de uno o más de los siguientes efectos:

- Control de insectos
- Reducción del ataque de patógenos
- Disminución de la incidencia de alteraciones fisiológicas
- Retardo del proceso de maduración y actividad enzimática.

2.2.9. Cambios bioquímicos por el efecto del calor

Aguilar *et al*. (1999), manifiestan que las frutas y verduras sufren cambios en su textura durante el proceso de su maduración, recolección, transporte y almacenamiento, y luego durante el procesamiento, en operaciones como la limpieza, clasificación, rebanado o picado, escaldado y finalmente deshidratación, enlatado, fritura o congelación. De lo descrito, operaciones como el escaldado, la deshidratación, el exhuasting del enlatado, la fritura y la congelación (extracción del calor), se basan en el uso de calor.

Van *et al*. (1969), Stanley *et al.* (1995), manifiestan que los cambios en la textura de los vegetales que se generan en el proceso de maduración y almacenamiento se deben a cambios bioquímicos, mientras que los cambios producidos durante la recolección, transporte y procesamiento se deben, principalmente, a alteraciones en la estructura celular del producto; alteraciones que según Bourne (1994) generan mayores daños, debido al procesamiento con tratamientos térmicos.

Estos cambios en la textura de frutas y verduras ocasionan la pérdida de firmeza de los tejidos, muchas veces de las cuales, es rechazada por los consumidores.

Para mantener la firmeza, hoy en día se experimentan métodos de escaldado que ocasionan menor pérdida de firmeza de los tejidos, como el escaldado a temperaturas altas por tiempos cortos (Brennan *et al*., 1980), escaldado con micro-ondas (Muftugil, 1986; Bülher y Gierscher, 1988, citados por Aguilar *et al*., 1999), microondas-vapor, radiaciones infrarrojas, vapor y radiofrecuencia (Ponner *et al.*, 1994, citados por Aguilar *et al*., 1999), escaldado individual (Aguilar, 1995, citado por Aguilar *et al*., 1999), escaldado por etapas (Favier, 1990, citado por Aguilar *et al*., 1999) y escaldado a temperaturas bajas por tiempos largos-TB-TL (Aguilar, 1995; Aguilar, 1997, citados por Aguilar *et al*., 1999), los cuales han sido llamados "escaldados no ordinarios" y muy estudiados en los últimos años, aceptándose que son métodos que ocasionan una pérdida menor de firmeza en los vegetales, en comparación con el escaldado ordinario. Se considera que el escaldado TB-TL, conserva la firmeza del vegetal debido a la activación de la enzima pectinesterasa (PE), lo cual ocasiona una serie de cambios bioquímicos cuyo resultado es la formación de estructuras moleculares insolubles que permiten obtener un producto firme (Bourne, 1989 citado por Aguilar *et al*., 1999), el cual también es explicado por Ooraikul (1973) y Ooraikul *et al.* (1974), citados por Aguilar *et al*. (1999) que afirman que se produce una menor solubilización de las sustancias pécticas, obteniéndose tejidos más firmes en el producto final.

Sin embargo, si durante el procesamiento se aplica calor húmedo, se llega a alterar la textura de las frutas y verduras, principalmente por el efecto que el calor ejerce sobre la pared celular, la cual al ser una estructura organizada se rompe y provoca cambios en la permeabilidad y aumenta la flexibilidad de los tejidos (Warren y Woodman, 1974, citados por Aguilar *et al*., 1999), afectando la firmeza de los vegetales.

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2017, manifiesta que el ablandamiento de los frutos es causado por el efecto acumulativo de una serie de modificaciones que ocurren en las redes de polímeros que constituyen la pared celular primaria. El ablandamiento del fruto es un proceso complejo que involucra tres pasos subsecuentes: 1) relajación de la pared celular mediada por expansinas; 2) despolimerización de hemicelulosas; y 3) despolimerización de poliurónidos por la poligalacturonasa u otras enzimas hidrolíticas, lo cual contribuye a una pérdida de firmeza y cambios en calidad de la textura. Las modificaciones en los polímeros de la pared celular durante el ablandamiento son complicadas y se considera que involucran una acción coordinada e interdependiente de un rango de enzimas y proteínas modificadoras de la pared celular tales como la poligalacturonasa

pectinmetilesterasa, β-galactosidasa, xiloglucano endotransglicosilasa y expansinas.

2.3. Definición de términos básicos

- **Mango**

El mango es una fruta pulposa y jugosa que es muy rica en magnesio y en provitaminas A y C. Asimismo, cuenta con altas concentraciones de hidratos de carbono lo que hace que tenga un valor calórico elevado. Las proporciones de los nutrientes del mango pueden variar según el tipo y la cantidad de la fruta, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes (Cal *et al.* 2006).

- **Índice de madurez**

Estado fisiológico/desarrollo del fruto, que le permitirán, luego de cosechado, alcanzar la calidad mínima requerida por el consumidor final (CENTA 2005).

- **Cosecha**

El fruto de mango requiere de 105 a 140 días para alcanzar la madurez fisiológica a partir del cuaje. En nuestro medio las variedades criollas son precoces y producen desde diciembre hasta abril, y las variedades mejoradas producen durante abril y agosto. El fruto cosechado es perecedero, acelerándose este proceso por mal manejo del fruto (Román 2005).

- **Control de calidad en futas**

La calidad del sabor del mango es influenciada por el cultivar, el estado de maduración a cosecha, manejo post cosecha, condiciones ambientales (evitando daño mecánico y daño por frío) y estado de maduración al momento de consumo (ICAITI 2006).

- **Tratamiento hidrotérmico:**

El tratamiento hidrotérmico es la inmersión de la fruta u otro producto en agua caliente por un tiempo variable (CENTA 2005).

- **Etileno**

El etileno es la fitohormona responsable de los procesos de estrés en las plantas, así como la maduración de los frutos, además de la senescencia de hojas y flores y de la abscisión del fruto. La famosa frase de que "una manzana podrida echa a perder el cesto" tiene su fundamento científico precisamente en el etileno puesto que, cuando una fruta madura desprende etileno, acelera la maduración de las frutas que la rodean (Román 2005).

- **Velocidad de respiración de las frutas**

La respiración es una combustión lenta en la que se consume oxígeno y se desprende dióxido de carbono. La velocidad de respiración es mayor cuando las frutas están más maduras y algunas, como las manzanas y el mango, expulsan un gas, el etileno, que acelera la respiración (ICAITI 2006).

III. MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicada en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco; los análisis fisicoquímicos de los tratamientos se realizaron en el Laboratorio BIOVITAL ubicado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco y los análisis organolépticos se ejecutaron en el laboratorio de análisis sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Vasos precipitados de 100, 250 y 600 mL, Matraz erlenmeyer de 250 mL, Fiolas de 10, 100 y 500 mL, Papel filtro grueso y delgado, Vaguetas, Soporte universal, Bureta de 50 mL, Probetas de 10,100 y 250 mL, Embudos de vidrio, Tubos de ensayo, Gradilla, Pipetas de 5 y 10 mL, Pera de goma, Papel tisú, Micro pipeta de 100 a 1000 µL, Cuchillo, Espátula, Termohigrómetro.

3.2.2. Materiales de escritorio y otros

- Libreta de apuntes, Lapiceros, Tajador, Resaltador, Memoria USB, Corrector, Lápices de carbón 2B, Papel bond A4 de 80 gramos, Papel bulky, Cámara fotográfica digital.

3.2.3. Equipos

- Centrífuga, Cámara de refrigeración, Equipo de baño maría, Vortex, Cocina eléctrica, Licuadora, Balanza analítica con una sensibilidad de 0.01- 1g, pH metro digital, Brixómetro 0 – 100 ºBrix, Estufa, Espectrofotómetro.

3.2.4. Reactivos

Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N, Fenolftaleína, Tartrato de sodio y potasio, Fenol, Reactivo DNS, Almidón anhidro.

3.2.5. Materia prima

Se utilizó mango de la variedad Kent (*Mangifera indica L.)* en estado de maduración verde maduro (sazón) de un mismo árbol procedente del kilómetro 19 carretera Federico Basadre, interior 19 km (Amaquella), distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.3. Conducción de la investigación

En la figura 7, se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución de la investigación.

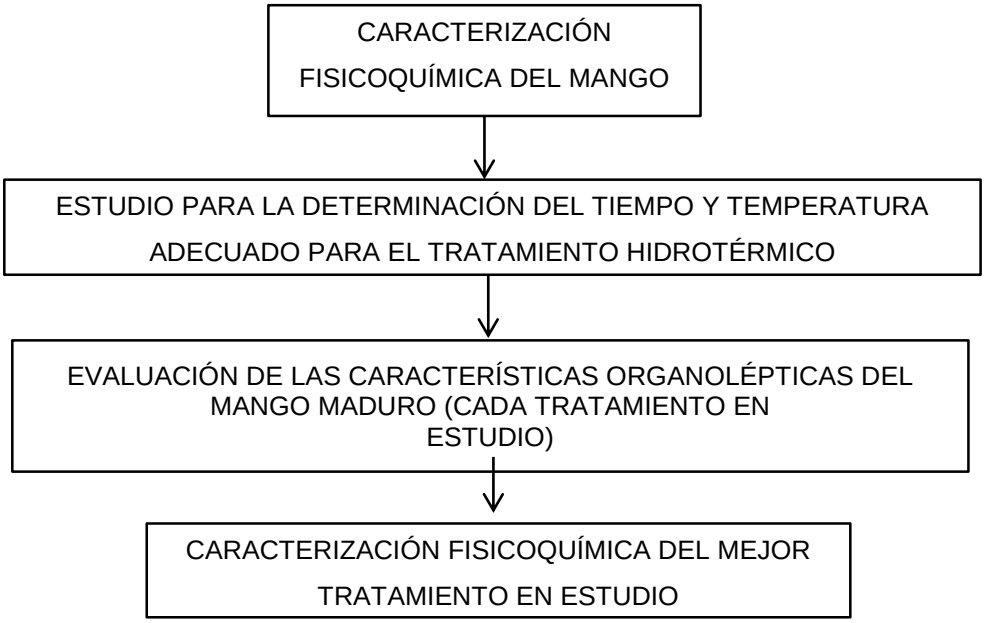


Figura 7. Esquema experimental para la conducción de la investigación.
FUENTE: Elaboración propia.

3.3.1. Caracterización fisicoquímica del mango

A fin de obtener datos sobre las características físicas y químicas que presentaban los frutos de mango, utilizados como materias primas, se los sometió a un conjunto de análisis con metodologías que determinaron parámetros biométricos (peso, tamaño), contenido de proteína, carbohidratos, cenizas, humedad, pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix), los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Métodos de análisis fisicoquímicos para caracterizar el fruto de mango.

Análisis	Método
Biométricos	Del micrómetro para medir la longitud y el diámetro del fruto del mango y gravimétrico con una balanza digital para determinar el peso de cada fruto**.**
Proteína	Kjeldahl, (Pearson 2000).
Carbohidratos	Por diferencia, (Hart – Fisher 1991).
Cenizas	Por incineración directa, (Matisseck 1992).
Humedad	Por estufa a 105°C, hasta obtener un peso constante. Método (AOAC 2007).
pH	Potenciómetro (AOAC 2007).
Acidez titulable	Por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC 2007).
Sólidos solubles (°Brix)	Del refractómetro, método recomendado por la AOAC (1997).

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.2. Estudio para la determinación del tiempo y temperatura adecuado para el tratamiento hidrotérmico

Se muestra el flujograma para el manejo del mango que se utilizó en la investigación, cuyas operaciones y estudios se describen a continuación:

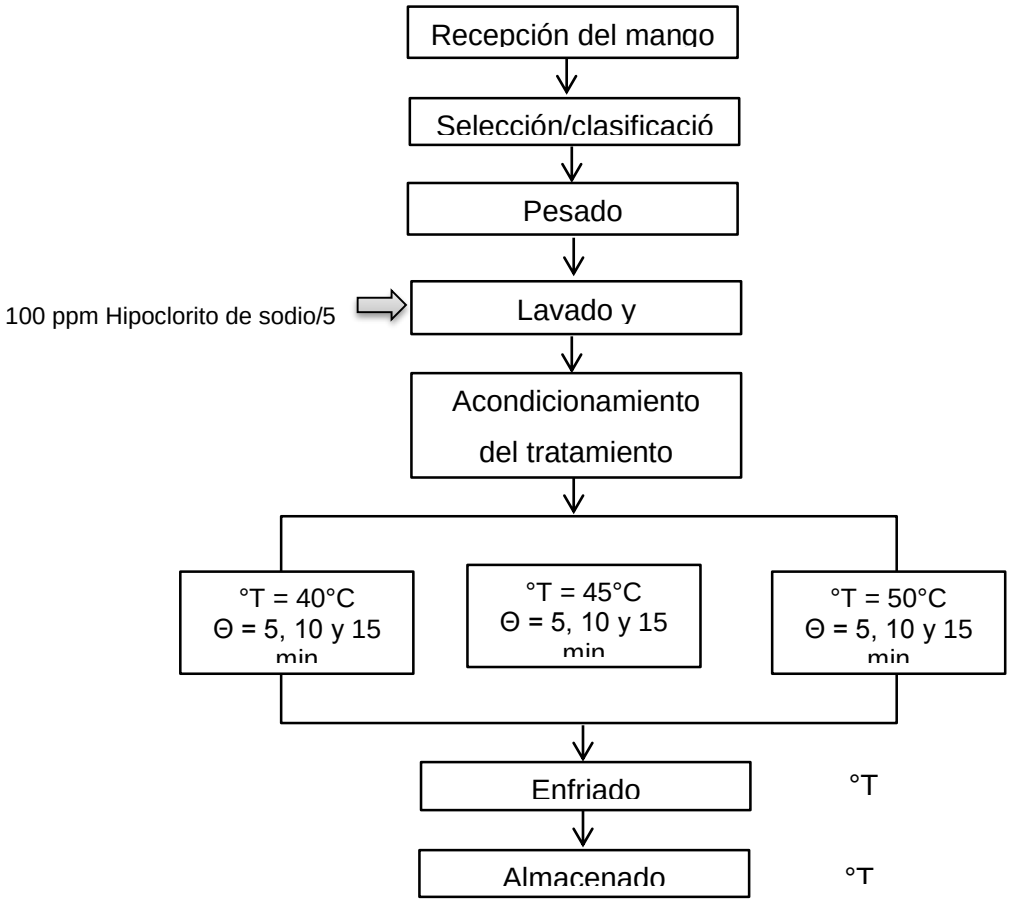


Figura 8. Diagrama de flujo para el manejo hidrotérmico del mango.
FUENTE. Elaboración propia.

- **Recepción del mango**

En esta operación se recepcionó el mango cuidando la uniformidad en su estado de madurez (sazones).

- **Selección/clasificación**

El mango fue seleccionado por su firmeza y las que no presentan ningún tipo de daño; luego fue clasificado por su color y tamaño.

- **Pesado**

En esta operación el mango fue pesado para controlar la masa de cada tratamiento en estudio y realizar el balance de materia.

- **Lavado y desinfectado**

El mango fue lavado con abundante agua y luego desinfectado con 100 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos.

- **Acondicionado**

El mango fue acondicionado (enjuagado) para luego realizar el tratamiento hidrotérmico por lo que los tratamientos son: T_1 = 40°C y 5 minutos, T_2 = 40°C y 10 minutos, T_3 = 40°C y 15 minutos, T_4 = 45°C y 5 minutos, T_5 = 45°C y 10 minutos, T_6 = 45°C y 15 minutos, T_7 = 50°C y 5 minutos, T_8 = 50°C y 10 minutos y T_9 = 50°C y 15 minutos.

- **Enfriado**

Después de realizar el tratamiento hidrotérmico el mango fue enfriado a una temperatura de ambiente durante 10 minutos.

- **Almacenado**

El mango fue almacenado a temperatura de ambiente y fueron evaluadas las características organolépticas y fisicoquímicas cuando el mango alcanzó su estado de madurez óptima.

3.3.3. Evaluación de las características organolépticas del mango maduro (cada tratamiento en estudio)

La evaluación organoléptica se llevó a cabo con un panel semi entrenado conformado por 15 panelistas, quienes calificarán los atributos de calidad: color, sabor, aroma y apariencia general utilizando la escala de Likert recomendado por Sotomayor (2008) como se detalla en el cuadro 3:

Cuadro 3. Escala de Likert para la determinación de los atributos (color, sabor, aroma y apariencia general).

Valor	Atributo color, sabor, aroma y apariencia general
6	Muy bueno
5	Bueno
3	Ni bueno, ni malo
2	Malo
1	Muy malo

FUENTE: Sotomayor (2008).

Los tratamientos en estudio fueron evaluados organolépticamente cuando alcanzaron su estado de madurez, se trabajó con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación α = 5% y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Calzada, 2000).

El procedimiento de la prueba de Friedman se resume de la siguiente manera:

Suma de los rangos de cada condición (tratamiento).

$$Rt = \sum_{j=1}^{b} Rij$$

Cálculo del estadístico de la prueba (T_2).

$$A_2 = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{b} Rij^2$$

$$B_2 = \frac{1}{b}\sum_{i=1}^{k} Ri^2$$

$$T_2 = \frac{(n-1)\left[B_2 - (\frac{bk(k+1)^2}{4})\right]}{A_2 - B_2}$$

$$T_2 = \frac{(k-1)\left[bB - \left(\frac{b^2 k(k+1)^2}{4}\right)\right]}{A_2 - \frac{bk(k+1)^2}{4}}$$

Cuando la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dice que los tratamientos ***i*** y ***j*** difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad

$$t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right),((b-1)(k-1))}\sqrt{\frac{2b(A_2 - B_2)}{(b-1)(k-1)}}$$

Para las múltiples comparaciones los criterios de decisión son:

$|R_i - R_j| >$ F se rechaza la Ho

$|R_i - R_j| \leq$ F se acepta la Ho

3.3.4. Evaluación fisicoquímica del mejor tratamiento en estudio

Se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos del mango obtenido del mejor tratamiento de la evaluación organoléptica.

Cuadro 4. Métodos de análisis fisicoquímicos para evaluar el fruto de mango sometido al mejor tratamiento hidrotérmico.

Análisis	Método
Proteína	Kjeldahl, (Pearson 2000).
Carbohidrato	Por diferencia, (Hart – Fisher 1991).
Grasa	Por Soxhlet, (Matisseck 1992).
Cenizas	Por incineración directa, (Matisseck 1992).
Humedad	Por estufa a 105°C, hasta obtener un peso constante. Método (AOAC 2007).
pH	Potenciómetro (AOAC 2007).
Acidez titulable	Por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC 2007).
Sólidos solubles (°Brix)	Del refractómetro, método recomendado por la AOAC (1997).

FUENTE: Elaboración propia.

3.4. Población, muestra y unidad de análisis

3.4.1. Población

La población a estudiar fue mango de la variedad Kent (*Mangifera indica L.)* en estado de maduración verde maduro (sazón), a la altura del km 19 de la Carretera Federico Basadre, sector de Amaquella, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali del departamento de Ucayali.

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 12 unidades de mango de la variedad Kent de manera uniforme por cada tratamiento en estudio y se realizó 3 repeticiones para la evaluación del tiempo de maduración, los análisis fisicoquímicos y sensoriales.

Cuadro 5. Cantidad de muestra de mango en el tratamiento hidrotérmico.

Tratamientos	Mango (unidades)
$T_{0\ (testigo)}$	36
T_1	36
T_2	36
T_3	36
T_4	36
T_5	36
T_6	36
T_7	36
T_8	36
T_9	36
Total	**360**

FUENTE: Elaboración propia.

3.4.3. Unidad de análisis

Frutos de mango de la variedad Kent (*Mangifera indica L.*) tratados hidrotérmicamente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización fisicoquímica del mango

El análisis se realizó en un laboratorio especializado en la determinación de parámetros fisicoquímicos.

Cuadro 6. Características fisicoquímicas del mango previo al tratamiento.

Componentes (%)	Unidades	Método	Resultado
Proteínas	%	Kjeldahl method	0.50 ± 0.02
Carbohidratos	%	Indirect method	13.40 ± 0.10
Grasas	%	Hexane extract	0.45 ± 0.04
Cenizas	%	Direct method	0.40 ± 0.02
Humedad	%	Air oven	79.50 ± 0.20
pH	----	Potenciómetro	3.50 ± 0.02
Grados Brix	°Brix	Refractómetro	5.70 ± 0.01
Acidez titulable (det. Ac málico)	%	Titrimétrico	2.00 ± 0.01
Sólidos solubles totales (%Ac. Málico x 0.194)+°Brix	S.S.T	Titrimétrico	5.83 ± 0.02

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados fueron obtenidos en base de 100 mL de muestra. Se observan los resultados del análisis fisicoquímico de mango previo al tratamiento hidrotérmico, la cual contiene 0.50 ± 0.02 por ciento de proteínas, 13.40 ± 0.10 por ciento de carbohidratos, 0.45 ± 0.04 por ciento de grasas, 0.40 ± 0.02 por ciento de cenizas, 79.50 ± 0.20 por ciento de humedad, 3.50 ± 0.02 de pH, 5.70 ± 0.01 °Brix, 2.00 ± 0.01 por ciento de Acidez titulable (det. Ac málico) y 5.83 ± 0.02 por ciento de Sólidos solubles totales.

La composición del mango previo al tratamiento hidrotérmico se asemeja a la composición general descrita por Osuna *et al.* (2002), quien también resalta el alto contenido de agua y de carbohidratos.

4.1.1. Biométricas

Para realizar las medidas biométricas se tomaron al azar 20 cajas de un lote de 500 cajas con mango procedente del Km 19 carretera Federico Basadre, interior 19 km (Amaquella), distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. De cada caja se tomaron 5 frutos al azar teniendo en total una muestra

de 100 frutos, a los cuales se les realizó las medidas biométricas (peso y longitud). Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Características biométricas del mango (*Mangífera índica* L.) variedad Kent previo al tratamiento.

Valor	Peso (g)	Longitud (mm)
Promedio	276.5	134.50 ± 0.02
Mínimo	248	112.00 ± 0.02
Máximo	305	157.00 ± 0.02

FUENTE: Elaboración propia.

Del cuadro 7, El autor corrobora y compara los resultados a lo mencionado por Barbosa (2003), "El peso medio de estos frutos es de 250 a 450 g". También constató que "el mango Kent tiene un fruto con forma ovoide ensanchado, la piel presenta un color de fondo amarillo con chapa roja, la pulpa tiene poca fibra, el tamaño de la semilla es pequeño y que el fruto de esta variedad tiene una excelente calidad".

4.2. Influencia del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración del mango

Se evaluaron los cambios que la aplicación de la temperatura causó en las muestras, para tener un índice de maduración como referencia para acelerar la maduración en algunas variedades de mango.

Cuadro 8. Tiempo y temperatura para el tratamiento hidrotérmico del mango (*Mangífera índica* L.) variedad Kent.

Tratamientos	Descripción		Días para alcanzar una coloración amarilla del 100% de la cáscara
	Temperatura °C	Tiempo Minutos	
$T_{0\ (testigo)}$	---	--	6
T_1	40	5	6
T_2	40	10	8
T_3	40	15	10
T_4	45	5	8
T_5	45	10	10
T_6	45	15	10
T_7	50	5	9
T_8	50	10	12
T_9	50	15	15

FUENTE: Elaboración propia.

Se observa que los tratamientos T_8 (50 °C durante 10 minutos) y T_9 (50 °C durante 15 minutos) requirieron de 12 y 15 días para alcanzar su coloración al 100%, mientras que

los tratamientos T_3 (40 °C durante 15 minutos), T_5 (45 °C durante 10 minutos) y T_6 (45 °C durante 15 minutos) alcanzaron la coloración al 100% en 10 días y los tratamientos T_1 (40 °C durante 5 minutos), T_2 (40 °C durante 10 minutos), T_4 (45 °C durante 5 minutos) y T_7 (50 °C durante 5 minutos) alcanzaron la maduración al 100% en 6,8 y 9 días. Este resultado nos muestra una alternativa más para la agroindustria con esta tecnología y su aplicación en la vida útil de mangos frescos a escala industrial. Lo cual ha descrito que pueden modificar numerosos aspectos vinculados con la fisiología de los frutos. El cual se encuentra en fase de estudio para determinar sus potencialidades, su aplicación y su adaptación a escala comercial (Fallik 2004).

Si tomamos al tratamiento T_8, como el tratamiento adecuado para lograr inducir la total coloración amarilla de las cáscaras por la reacción de la clorofila la cual se convierte en β-caroteno de los frutos de mango, a su vez la clorofila presente en la pulpa se va convirtiendo en carotenos los cuales se puede notar un cambio muy leve, con los parámetros de 50°C por 10 minutos, resultan diferentes con los recomendados por Mata y Mosqueda (1995), citados por Zamora *et al.* (2004), para el mango de la variedad 'Kent', el cual para ser exportado a Estados Unidos, se le exige como requisito un tratamiento hidrotérmico de 46,1°C por 90 min, y para Canadá el tratamiento requerido es de 55°C por 15 min, seguido en ambos casos de un enfriado a 21°C por 30 min, siendo esta última operación también diferente, pues en el presente trabajo de investigación, el enfriado se hizo a temperatura ambiente. Medlicott *et al*., 1990, citados por Luna *et al.* 2006, encontraron efectos benéficos en el color por un tratamiento hidrotérmico en rangos de 51-55 ºC por 10 minutos, el cual se asemeja al determinado como adecuado en el presente trabajo.

Se puede observar un ligero ablandamiento de los frutos los cuales se deben a la despolimerización que sufre por la relajación de la pared celular mediada por expansinas; despolimerización de hemicelulosas; y despolimerización de poliurónidos por la poligalacturonasa y otras enzimas, la cual causa una perdida de calidad en cuanto a la textura en específico se debe a las modificaciones que sufre la poligalacturonasa, pectinmetilesterasa, β-galactosidasa, xiloglucano endotransglicosilasa y expansinas según indica la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2017.

El etileno juega un papel determinante en el proceso de maduración y su relación con los diferentes procesos que ocurren en esta etapa en los frutos climatéricos, pero aún quedaría por abordar la función de otras hormonas y la forma en la que actúan junto con el etileno. Así mismo, otro tema sobre el que se requiere más información es el

mecanismo por el cual el etileno selecciona genes específicos de regulación de la maduración.

4.3. Influencia del tratamiento hidrotérmico en las características organolépticas del mango

El panel realizó las pruebas de apariencia, sabor, color y aroma en las muestras de mango, después del tratamiento.

4.3.1. Sabor

Esta característica está basada en el sentido del gusto que cada muestra causó en los panelistas.

En lo particular, los frutos presentan diferentes atributos que van a generar en el consumidor, criterios de aceptación o preferencia. Destacan en estos atributos, el sabor y el aroma que tienen un impacto significativo sobre aceptación, además de ser indicadores de la identidad de diferentes variedades de una misma fruta o marcan las diferencias entre familias de frutas, como en el caso de los cítricos (Pérez, Sanz, Rios, Olias, 1993; Ponce Alquicira, 2006, citados por Rodríguez *et al.*, 2016).

Cuadro 9. Valores promedios de la evaluación del atributo sabor de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Medias	Homogeneidad			
T_8	5.87 ± 0.02	a			
T_7	5.47± 0.02	a	b		
T_9	5.20± 0.02		b	c	
T_3	5.13± 0.02		b	c	
T_4	4.80± 0.02			c	
T_6	4.80± 0.02			c	
T_5	4.53± 0.02			c	d
T_0	4.27± 0.02				d
T_2	4.20± 0.02				d
T_1	4.00± 0.02				d

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro 9, con respecto al atributo sabor, se observa que los tratamientos: T_8 (50 °C durante 10 minutos) y T_7 (50 °C durante 5 minutos) son diferentes y mayores

estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman, obteniéndose el valor cuantitativo de 5.87 y 5.47 respectivamente (entre bueno y muy bueno). También se puede observar que el tratamiento T_9 (50 °C durante 15 minutos) no es significativamente diferente del tratamiento $T_{7,}$ pero sí es significativamente diferente al tratamiento $T_{8,}$ Concluyendo que solo el tratamiento T_8 es significativamente diferente y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en este atributo.

4.3.2. Aroma

Esta característica está basada en el sentido del olfato que cada muestra causo en los panelistas según sea agradable o desagradable. La evaluación de aroma que se realizó con la prueba no paramétrica Friedman (anexo 05) dio como resultado significativo con Pv<0.1 lo que indica que el tratamiento tiene implicancia en el atributo aroma.

Los compuestos responsables del aroma poseen un bajo peso molecular (menos a 400 Da) y una baja tensión superficial, por ello, son volátiles a temperatura ambiente y presión atmosférica, eso les permiten viajar por medio de una corriente de aire hasta la nariz y estimular los receptores del epitelio olfativo (Multon y Richard, 1992, citados por Rodríguez *et al.*, 2016).

Cuadro 10. Valores promedios de la evaluación del atributo aroma de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Medias	Homogeneidad			
T_8	5.60± 0.01	a			
T_9	5.20± 0.01	a	b		
T_3	5.13± 0.01	a	b		
T_6	5.07± 0.01	a	b		
T_7	5.00± 0.01	a	b		
T_2	4.93± 0.01	a	b		
T_1	4.40± 0.01		b	c	
T_0	4.27± 0.01			c	d
T_5	3.67± 0.01			c	d
T_4	3.40± 0.01				d

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro 10 con respecto al atributo aroma, se observa que el tratamiento T_8 (50 °C durante 10 minutos) es significativamente diferente y mayor

estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación, obteniéndose el valor cuantitativo de 5.60 respectivamente (muy bueno)

4.3.3. Color

Esta característica está basada en la percepción visual que tiene cada panelista según le sea agradable a la vista. La evaluación de color que se realizó con la prueba no paramétrica Friedman (anexo 06) dio como resultado significativo con Pv<0.7 lo que indica que el tratamiento tiene implicancia en el atributo color.

Cuadro 11. Valores promedios de la evaluación del atributo color de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Medias	Homogeneidad		
T_7	5.80± 0.02	a		
T_8	5.73± 0.02	a		
T_5	5.07± 0.02		b	
T_4	5.00± 0.02		b	
T_3	4.87± 0.02		b	
T_2	4.67± 0.02		b	c
T_6	4.53± 0.02		b	c
T_9	4.40± 0.02		b	c
T_0	4.13± 0.02			c
T_1	4.13± 0.02			c

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro 9 con respecto al atributo color, se observa que los tratamientos: T_7 (50 °C durante 5 minutos) y T_8 (50 °C durante 10 minutos) son significativamente diferentes y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman, obteniéndose los valores cuantitativos de 5.80 y 5.73 respectivamente (entre agradable y muy agradable).

El color en los frutos del mango, en cuanto a las cáscaras, al inicio del proceso de maduración, muestran un color verde, debido a la presencia de clorofilas, pero estas reaccionan a medida que pasa el tiempo, producto de su degradación, de tal manera que permiten que los compuestos carotenoides y xantofilas (Galvis *et al.*, 2002) que son los responsables del color amarillo, absorban luz del espectro visible y por tanto la transmitan a la longitud de onda propia del color amarillo (Jha *et al.*, 2007; Subedi *et al.*, 2007, citados por Quintero *et al.*, 2013). La degradación de la clorofila se ve acelerada por el efecto de la alta temperatura y la presencia de agua

(Schwartz *et al.*, 1999), por ello, se observó cambios notorios en los frutos sometidos al proceso hidrotérmico. A nivel de la pulpa, ocurrió un proceso muy similar, con la diferencia que no por presencia de clorofilas, sino a la aparición de nuevos compuestos carotenoides (trans-carotenos, trans-violaxanthinas y 9-cisviolaxanthinas, Saranwong *et al.*, 2004; Kang *et al.*, 2008, citados por Quinteros *et al.*, 2013) que provocan que el color de la pulpa cambie constantemente durante el proceso de maduración.

4.3.4. Apariencia General

En el cuadro 10 con respecto al atributo apariencia general, se observa que los tratamientos: T_7 (50 °C durante 5 minutos), T_8 (50 °C durante 10 minutos) y T_9 (50 °C durante 15 minutos), son significativamente diferentes y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman, obteniéndose el valor cuantitativo de 5.07, 5.00 y 4.93 respectivamente (entre bueno y muy bueno).

Cuadro 12. Valores promedios de la evaluación del atributo apariencia general de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Medias	Homogeneidad	
T_7	5.07± 0.02	a	
T_8	5.00± 0.02	a	
T_6	4.93± 0.02	a	
T_3	4.80± 0.02	a	b
T_2	4.73± 0.02		b
T_5	4.73± 0.02		b
T_1	4.60± 0.02		b
T_0	4.47± 0.02		b
T_9	4.47± 0.02		b
T_4	4.20± 0.02		b

FUENTE: Elaboración propia.

Por lo tanto se considera que el tratamiento T_8 (50 °C durante 10 minutos), destaca y presenta las mejores características organolépticas, ya que en los cuatro atributos de aroma, sabor, color y apariencia general presenta diferencias significativas y superiores que los demás tratamientos.

La apariencia general, está estrechamente vinculada a la coloración que presentan los frutos, así al adquirir la tonalidad amarilla, por efecto de las reacciones bioquímicas de degradación de la clorofila, han influido para que los panelistas calificaran a los frutos con una buena y muy buena apariencia general.

4.3.5. Características fisicoquímicas de la muestra con mejores resultados según las características organolépticas

En el siguiente cuadro se puede observar las características fisicoquímicas de la muestra que presentó las mejores propiedades organolépticas.

Cuadro 13. Características fisicoquímicas del mango (*Mangífera índica* L.) variedad Kent con tratamiento T_8 (50°C durante 10 minutos)

Componentes (%)	Unidades	Método	Resultado
Proteínas	%	Kjeldahl method	0.44 ± 0.01
Carbohidratos	%	Indirect method	15.30 ± 0.15
Grasas	%	Hexane extract	0.28 ± 0.02
Cenizas	%	Direct method	0.70 ± 0.02
Humedad	%	Air oven	83.28 ± 0.16
pH	----	Potenciómetro	3.80 ± 0.03
Grados Brix	°Brix	Refractómetro	10.70 ± 0.02
Acidez titulable (det. Ac málico)	%	Titrimétrico	1.50 ± 0.02
Sólidos solubles totales (%Ac. Málico x 0.194)+°Brix	S.S.T	Titrimétrico	5.99 ± 0.04

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados fueron obtenidos en base de 100 mL de muestra (pulpa).

Se observan los resultados del análisis fisicoquímico de mango en tratamiento hidrotérmico, la cual contiene 0.44 ± 0.01 por ciento de proteínas, 15.30 ± 0.15 por ciento de carbohidratos, 0.28 ± 0.02 por ciento de grasas, 0.70 ± 0.02 por ciento de cenizas, 83.28 ± 0.16 por ciento de humedad, 3.80 ± 0.03 de pH, 5.70 ± 0.02 °Brix, 1.50 ± 0.02 por ciento de Acidez titulable (det. Ac málico), 5.99 ± 0.04 por ciento de Sólidos solubles totales.

Por lo tanto, corroboramos lo mencionado por Lurie (2001) que los tratamientos térmicos pueden aplicarse en frutos utilizando agua caliente y por ende alargando la vida útil con características sensoriales aceptables.

4.3.6. Proceso de maduración de los mangos por acción del tratamiento hidrotérmico

El proceso de maduración se ve influenciado por el tratamiento hidrotérmico, lo cual se caracteriza por el ablandamiento del fruto. Ello es debido a la acción de diferentes enzimas como las hidrolasas, que por efecto directo de las temperaturas en el rango considerado óptimo de 37 a 45°C para la actividad enzimática, tal como lo reportan para polifenoloxidasas de níspero 35°C (Ding *et al*. 1998, citados por Mayorga *et al.* 2007), *Hevea brasilensis* 45°C (Witirsuwannakul *et at*. 2002, citados por Mayorga *et al.* 2007), morera 45 °C (Arslan *et at*. 2004, citados por Mayorga *et al.* 2007), y manzana 40 °C, (Rocha y Morais, 2001, citados por Mayorga *et al.* 2007), las cuales coinciden con 40, 45 y 50°C, empleados en los tratamientos, incidiendo directamente sobre su actividad y cinética, afectando los constituyentes de la pared celular, que se incrementa a medida que el fruto madura y por efecto directo de las temperaturas indicadas, y alteran las propiedades de algunos constituyentes de la célula, como por ejemplo la pectina (Knee and Bartley, 1981; Abu-Sarra and Abu-Goukh, 1982, citados por Galvis *et al.*, 2002).

Coincidiendo con lo anterior, autores como Yashoda *et al.*, 2005; Yashoda *et al.*, 2007, citados por Quintero *et al.*, 2013, también manifiestan que el cambio de la textura en la cáscara del mango se debe al rompimiento de las paredes celulares, generadas por la degradación de polisacáridos como celulosas, pectinas y hemicelulosas y a la aparición de carbohidratos solubles en agua como arabinosa, galactosa, ácidos galacturónicos. Por su parte, la pulpa sufre una degradación de los amiloplastos por hidrólisis de almidones producidos en la fotosíntesis. Estos compuestos al hidrolizarse producen carbohidratos de bajo peso molecular solubles en agua como lo son glucosa, fructosa y sacarosa. Las enzimas degradantes de las pectinas como la poligalacturonasa, pectatoliasa y pectinmetilestearasa participan directamente en la maduración y en el ablandamiento estructural de frutas tales como el tomate, banano y la guayaba. Las enzimas galactosidasa y la galactanasa están involucradas en la maduración de frutos como el kiwi, y la manzana. Un incremento en la actividad de la celulasa fue reportado en la maduración de las peras y el aguacate. Muda *et al.*, 1995, citados por Quintero *et al.*, 2013, explican que las hidrolasas ubicadas en las paredes celulares incrementan su actividad durante el almacenamiento, especialmente en la etapa del climaterio, lo cual origina el desamble, despolimerización y disolución de las pectinas y otros polisacáridos hemicelulósicos, generando pérdida de la firmeza del fruto.

Otra evidencia del efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la maduración de los frutos fue el cambio de color verde a amarillo-naranja, por la rápida degradación de la clorofila y al aumento en la biosíntesis de carotenoides, principalmente β-caroteno (Mattoo *et al*., 1975, citados por Luna *et al.* 2006), por lo cual Singh y Chundawat, 1991, citados por Luna *et al.* 2006, manifiestan que el tratamiento hidrotérmico induce un mejor desarrollo del color. Medlicott *et al*., 1990, citados por Luna *et al.* 2006, afirman que hay otros efectos benéficos en el color por el tratamiento hidrotérmico (51-55 ºC/10 min), así como para el control de enfermedades y la reducción de daños provocados por látex en algunos frutos de origen tropical.

V. CONCLUSIONES

En concordancia con los objetivos propuestos se obtienen las siguientes conclusiones:

- Respecto al tiempo de maduración en días para alcanzar una coloración amarilla del 100% de la cáscara, manteniendo buenas características organolépticas y fisicoquímicas, es de 12 días a temperatura de 24°C y humedad relativa de 69% en la ciudad de Huánuco.

- En cuanto a las características organolépticas del mango, estos conservan su calidad puesto que el tratamiento hidrotérmico óptimo (50 °C durante 10 minutos) no tuvo influencias significativas en su calidad.

- La composición de 100 mL de mango con tratamiento hidrotérmico a 50 °C durante 10 minutos y con mejores atributos de sabor, aroma, color, y apariencia general, a los 12 días en anaquel es: 0.44 ± 0.01 por ciento de proteínas, 15.30 ± 0.15 por ciento de carbohidratos, 0.28 ± 0.02 por ciento de grasas, 0.70 ± 0.02 por ciento de cenizas, 83.28 ± 0.16 por ciento de humedad, 3.80 ± 0.03 de pH, 5.70 ± 0.02 °Brix, 1.50 ± 0.02 por ciento de Acidez titulable (det. Ac málico), 5.99 ± 0.04 por ciento de Sólidos solubles totales, cconservando de tal manera su calidad.

Cabe mencionar, también, las siguientes conclusiones:

- La temperatura óptima para el tratamiento hidrotérmico de mango (*Mangifera índica* L.) variedad Kent con mejores atributos de sabor, aroma, color, y apariencia general, es a 50 °C.

- El tiempo de inmersión óptimo para el tratamiento hidrotérmico de mango (*Mangifera índica* L.) variedad Kent con mejores atributos de sabor, aroma, color, y apariencia general, es durante 10 minutos.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Realizar un estudio técnico económico para la aplicación de tratamiento hidrotérmico en mangos de exportación.

- A las empresas agroindustriales dedicadas a la post cosecha del mango, se recomienda utilizar el tratamiento hidrotérmico.

- Diseñar equipos que faciliten la aplicación efectiva del tratamiento y aumenten la productividad.

- Desarrollar trabajos de investigación para ampliar el campo de aplicación de tratamiento hidrotérmico en otros frutos u otros vegetales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Cristóbal Noé, de la Luz Reyes, María, De la Garza, Heliodoro, Contreras Esquivel, Juan C., Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. Journal of the Mexican Chemical Society [en línea] 1999, 43 (marzo-abril): [Fecha de consulta: 19 de abril de 2019]. Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47543104> ISSN 1870-249X.

AOAC.1997. Oficial Methods of Analysis. Agriculture Chemicals, Contaminants; Drugs. Vol I y II. 15 th Edición.

APEN, 2014. Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango. “Producción y comercialización de mango”.

Bally, I; Graham, R; Henry, J. 2006. Genetic diversity of Kesington mango in Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. Pág 58 – 70.

Barbosa, M. 2003. Desarrollo de frutos de mango Mangifera indica L. var. 'Haden' y prevención de antracnosis. Tesis de Maestría en Biología de la UAM-Iztapalapa. Pág 124 – 128.

Bourne, M.C. 1994. Personal Communication. Cornell University. NewYork State Agricultural Experiment Station. Food Science &Technology Dept. Geneva. N.Y., U.S.A.

Brennan, J.G.; Butters, J.R.; Cowell, N.D.; Lilly, A.E.V. 1980. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Acribia, S.A. (eds).Zaragoza, España.

Cal, F; Antoni, MO. 2006. Manual de Prácticas de fruticultura IICA. Costa Rica. Pág 93 -96.

Casillas. 2008. Efecto del tratamiento hidrotérmico en la calidad e inocuidad de mango. Nayarit, México. Pág 52 – 58.

Calzada, B. 2000. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Editora Jurídica. Lima, Perú. Pg. 150-170.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2005. Mango guía técnica. MAG. El Salvador. Pág 1-12.

Couey, H. 2006. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. Hortscience. Pág 198 - 201.

EMEX, A.C. 2005. Norma de Calidad para Mango Fresco de Exportación. Pellegrín, México. Pág 124 - 128

Evans, E. 2008. Recent Trends in World and U.S. Mango Production, Trade and Consumption. University of Florida, Gainesville. Pág 60 – 65.

Fallik, E., 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharv. Biol. Technol. Pág 40 – 55.

Flores, A; Gómez, K. 2004. Manejo Post cosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Editorial Unellez. S.A. Venezuela. Pág 65- 70.

Galán, V 2000. El cultivo de mango. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. Pág 70-80.

Gálvez, L; Salvador, F; Becerra, L; González, P; Hernández, D; Mayek, P. 2010. Molecular diversity and genetic realtionships of mango germoplasm form Chiapas, México. Pág. 97 - 115.

Gregorio, L. 2006. Calidad de mango Ataulfo sometido a tratamiento hidrotérmico. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. Pág 28 - 35.

Grondeau, C; Samson, R. 2004. A review of termotherapy to free plant materials from pathogens: especially seeds from bacteria. Crit. Rev. Plant Sci. Pág 57 - 75.

ICAITI, 2006. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. "Producción de mango".

Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial. 2006. Guía para la exportación de productos agrícolas no tradicionales. Mango. ICAITI Guatemala. Pág 1 – 23.

Ireta, O; Guzmán, E. 2002. Guía técnica para la producción de mango en Sinaloa. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Folleto técnico 22. Culiacán, Sinaloa, México. Pág 9 - 12.

Juan, P. 2008. Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la maduración y calidad del mango. Departamento de investigación y postgrado en alimentos. Facultad de química, Universidad Autónoma de Queréntaro. México. Pág 19 - 25.

Klein, J; Lurie, S. 2001. Heat treatments for improved postharvest quality of horticultural crops. Hort. Technology. Pág 316 – 320.

Lakshminarayana S. 2001. Mango. In tropical and subtropical fruits. S NAGY, pes haw (eds). Estados Unidos. Pág 40 - 50.

Luna Esquivel, G., Arévalo Galarza, M.D.L., Anaya Rosales, S., Villegas Monter, Á., Acosta Ramos, M., Leyva Ruelas, G. 2006. Calidad de mangoataulfo´ sometido a tratamiento hidrotérmico. Revista Fitotecnia Mexicana, 29(Es2).

Lurie, S. 2001. Post harvest heat treatments of horticulture crops. Horticultural reviews. Pág 91 - 121.

Mayorga, V.R., Higuera, B.L. 2007. Aislamiento y caracterización de una polifenoloxidasa relacionada con la tolerancia del clavel (*Dianthus caryophyllus*) a *Fusarium oxysporum* F. sp. dianthi raza 2. Acta Biológica Colombiana, 12(2), 81-94.

Muy, R, D; Siller, J; Díaz, J; Valdez, B. 2004. Las condiciones de almacenamiento y el encerado afectan el estado hídrico y la calidad de mango. Rev. Fitotec. México. Pág 28 – 32.

Osuna G, J; Guzmán, R; Tovar, G; Montes De Oca, M; Vidal, M. 2002. Calidad del Mango "Ataulfo" Producido en Nayarit, México. Pág 101- 108.

Paull, R. 2004. Response of tropical horticultural commodities to insect disinfestation treatments. HortScience. Pág 80 – 95.

Pitet, J. 2009. “Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la ultraestructura de la cutícula del fruto de mango”. Tesis. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.

Quintero, V., Giraldo, G., Lucas, J., Vasco, J. 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 11(1), 8-18.

Rodríguez, S.J.V., Campos, M.D.J.K., Fernández, O., Espinosa, M.E., Martínez, F.J.P., Romo, E.R., Jacobo, A.S. 2016. Introducción a la Tecnología del Mango.

Román, J. 2005. Conjunto Tecnológico para la producción de Mango. Universidad de Puerto Rico. Pág 34 - 40.

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 19 12 de noviembre - 31 de diciembre, Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos 2017 p. 4075-4087.

Schwartz, M., Núñez, H., Muñoz, A. M., María, A. 1999. Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. Archivos latinoamericanos de nutrición, 49(1), 44-48.**)**

Sotomayor, K. 2008. Evaluación Sensorial, una metodología actual para la tecnología de alimentos, Edición Digital.

Sánchez. 2007. Determinación del estado de madurez óptimo de mango “Ataulfo” destinado a procesamiento mínimo. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Sonora, México. Pág 40 - 45.

Siller, C, J; Araiza, B; Rodriguez, B; Ireta. 2004. Evaluación de la calidad de clones de mango introducidos a Sinaloa. México. Pág 70 – 80.

Stanley, D.W.; Bourne, M.C.; Stone, A.P.; Wismer, W.V. J. 1995. Food Sci. 60, 327-333.

Tharanathan; Yashoda; Praha. 2006. Mango (*Mangifera Indica* L.). Estados Unidos. Pág 95 – 100.

Van Arsdel, W.B.; Michel, J.C.; Olson, R.L. 1969. Quality and Stabilityin Frozen Foods. Wiley Interscience, New York, U.S.A.

Vazquez, C, S; Lakshminarayana, S. 1985.Cambios de composición en la fruta del mango durante la maduración a diferentes temperaturas de almacenamiento. Volumen 50, Número 6. Páginas 646-648.

Wong, U; Ontiveros, A; Ponce de León, B; Cruz, B. 2007. La industria mexicana del mango: compromiso de calidad. México. Pág 90 - 95.

VIII. ANEXOS

Matriz de Correlación

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDIC.	DISEÑO DE INVESTIG.
PROBLEMA GENERAL	**OBJETIVO GENERAL**	**HIPÓTESIS GENERAL**	**VARIABLES INDEP.**		**NIVEL DE INVESTIG.**
- ¿Cuál será el efecto del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración, características organolépticas y fisicoquímicas del mango?	Evaluar el efecto del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración, características organolépticas y fisicoquímicas del mango.	El tratamiento hidrotérmico influye en el tiempo de maduración, características organolépticas y fisicoquímicas del mango.	X_1 = Temperatura del tratamiento hidrotérmico. X_2 = Tiempo del tratamiento hidrotérmico	X_{11}: 40°C X_{12}: 45°C X_{13}: 50°C X_{21}: 05 min X_{22}: 10 min X_{23}: 15 min	Explicativa
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**	**HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**	**VARIABLE DEP.**		**TIPO DE INVESTIG.**
- ¿De qué manera influirá el tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración del mango? - ¿De qué manera influirá el tratamiento hidrotérmico en las características organolépticas del mango? ¿De qué manera influirá el tratamiento hidrotérmico en las características fisicoquímicas del mango?	- Evaluar la influencia del tratamiento hidrotérmico en el tiempo de maduración del mango. - Evaluar la influencia del tratamiento hidrotérmico en las características organolépticas del mango. - Evaluar la influencia del tratamiento hidrotérmico en las características fisicoquímicas del mango.	- El tratamiento hidrotérmico prolonga el tiempo de maduración del mango. - El tratamiento hidrotérmico incide en las características organolépticas del mango. El tratamiento hidrotérmico incide en las características fisicoquímicas del mango.	Y_1 = Tiempo de maduración Y_2 = Características organolépticas (sabor, aroma y color) Y_3 = Características fisicoquímicas (acidez titulable, sólidos solubles, pH e índice de madures).	Color, aroma, color y apariencia general.	Aplicada - experimental **DISEÑO** Arreglo factorial de 3x3 Friedman

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente:		
X_1 = Temperatura del tratamiento hidrotérmico	Temperatura de tratamiento hidrotérmico.	X_{11}: 40°C X_{12}: 45°C X_{13}: 50°C
X_2 = Tiempo del tratamiento hidrotérmico	Tiempo de tratamiento hidrotérmico.	X_{21}: 05 min X_{22}: 10 min X_{23}: 15 min
Dependiente:		
Y_1 = Tiempo de maduración	Tiempo de maduración del mango	Índice de madures
Y_2 = Características organolépticas (sabor, aroma y color)	Características organolépticas	Sabor, aroma, color y apariencia general
Y_3 = Características fisicoquímicas (acidez titulable, sólidos solubles, pH e índice de madures).	Características fisicoquímicas.	Acidez titulable, humedad, azucares reductores, sólidos solubles, pH, índice de madurez, color.

Instrumentos de investigación

Cartilla de evaluación sensorial

PRODUCTO : Mango

HORA :…….

FECHA :…….……

LUGAR :……..

Por favor marque con el símbolo “x” en la calificación correspondiente a cada atributo, indicando de acuerdo a la escala que presentan las muestras. Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con un sorbo de agua.

Escala de calificación	T0		T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9	
	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma	Sabor	Aroma
Muy bueno																				
Bueno																				
Ni bueno, ni malo																				
Malo																				
Muy malo																				

COMENTARIO:…….....

.....

.....

Cartilla de evaluación del tiempo de maduración

Tiempo de maduración	T0 (testigo)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
0 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6 días	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8 días			X	X	X	X	X	X	X	X
10 días				X		X	X		X	X
12 días									X	X
15 días										X
16 días										
18 días										
20 días										
22 días										
24 días										

Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo sabor

Tratamientos	Panelistas															Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	**4**	**5**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**	**4**	**5**	**4**	**5**	**3**	**4**	**4**	**5**	4.27
T1	3	4	7	4	3	4	4	4	3	3	4	7	4	3	3	4.00
T2	5	6	4	3	5	6	6	3	1	5	6	4	3	5	1	4.20
T3	4	5	6	6	4	5	5	6	5	4	5	6	6	5	5	5.13
T4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4.80
T5	4	4	6	7	4	4	4	7	2	4	4	6	7	3	2	4.53
T6	6	6	5	5	6	6	6	5	2	6	6	5	5	1	2	4.80
T7	5	5	7	6	5	5	5	6	6	5	5	5	6	5	6	5.47
T8	5	6	6	5	5	6	6	7	6	7	6	6	5	6	6	5.87
T9	7	5	7	5	7	5	5	5	3	6	5	6	5	4	3	5.20

Tratamientos	Panelistas															Rangos
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	3.5	5	1	2.5	3.5	5	5	2.5	7	3.5	5	1	2.5	4.5	7	**58.5**
T1	1	1.5	9	2.5	1	1.5	1.5	2.5	4.5	1	1.5	10	2.5	2.5	4.5	**47**
T2	7	9	2	1	7	9	9	1	1	6.5	9	2	1	7.5	1	**73**
T3	3.5	5	6	8.5	3.5	5	5	7.5	7	3.5	5	7.5	8.5	7.5	7	**90**
T4	3.5	5	3.5	5.5	3.5	5	5	5	7	3.5	5	4	5.5	7.5	7	**75.5**
T5	3.5	1.5	6	10	3.5	1.5	1.5	9.5	2.5	3.5	1.5	7.5	10	2.5	2.5	**67**
T6	9	9	3.5	5.5	9	9	9	5	2.5	8.5	9	4	5.5	1	2.5	**92**
T7	7	5	9	8.5	7	5	5	7.5	9.5	6.5	5	4	8.5	7.5	9.5	**104.5**
T8	7	9	6	5.5	7	9	9	9.5	9.5	10	9	7.5	5.5	10	9.5	**123**
T9	10	5	9	5.5	10	5	5	5	4.5	8.5	5	7.5	5.5	4.5	4.5	**94.5**

Estadísticos de la prueba Friedman en el atributo sabor

N	15
Chi-cuadrado	40.076
Gl	9
Sig. asintótica	.000

Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo aroma

Tratamientos	Panelistas															Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4.27
T1	5	5	6	5	3	3	5	5	5	6	5	3	3	5	2	4.40
T2	5	5	5	5	6	5	4	5	5	5	5	6	4	4	5	4.93
T3	4	5	5	5	5	6	6	4	5	5	5	5	6	6	5	5.13
T4	3	2	2	6	4	4	3	3	2	2	6	4	4	3	3	3.40
T5	5	4	4	6	2	3	2	5	4	4	6	2	3	2	3	3.67
T6	5	4	5	6	5	5	6	4	5	6	4	5	6	5	5	5.07
T7	5	6	4	5	5	5	6	5	6	5	5	5	4	5	4	5.00
T8	6	6	7	5	5	5	5	6	7	7	5	5	5	5	5	5.60
T9	5	5	4	5	6	7	5	4	5	4	5	6	7	5	5	5.20

Tratamientos	Panelistas															Rangos
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	2.5	3	6.5	1	3.5	6	3.5	3.5	2.5	5.5	1.5	3.5	6.5	3.5	4.5	**57**
T1	6.5	6.5	9	4.5	2	1.5	6	7.5	6	8.5	5.5	2	1.5	7	1	**75**
T2	6.5	6.5	6.5	4.5	9.5	6	3.5	7.5	6	5.5	5.5	9.5	4	3.5	8	**92.5**
T3	2.5	6.5	6.5	4.5	6.5	9	9	3.5	6	5.5	5.5	6.5	8.5	10	8	**98**
T4	1	1	1	9	3.5	3	2	1	1	1	9.5	3.5	4	2	2.5	**45**
T5	6.5	3	3	9	1	1.5	1	7.5	2.5	2.5	9.5	1	1.5	1	2.5	**53**
T6	6.5	3	6.5	9	6.5	6	9	3.5	6	8.5	1.5	6.5	8.5	7	8	**96**
T7	6.5	9.5	3	4.5	6.5	6	9	7.5	9	5.5	5.5	6.5	4	7	4.5	**94.5**
T8	10	9.5	10	4.5	6.5	6	6	10	10	10	5.5	6.5	6.5	7	8	**116**
T9	6.5	6.5	3	4.5	9.5	10	6	3.5	6	2.5	5.5	9.5	10	7	8	**98**

Estadísticos de la prueba Friedman en el atributo aroma

N	15
Chi-cuadrado	16.816
Gl	9
Sig. asintótica	.005

Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman del atributo color

Tratamientos	Panelistas															Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4.13
T1	4	4	5	5	4	4	5	3	4	5	5	4	4	3	3	4.13
T2	4	5	5	5	6	4	5	4	5	3	5	5	4	5	5	4.67
T3	5	4	4	5	4	5	6	5	6	4	5	4	5	6	5	4.87
T4	4	5	4	6	6	5	5	4	4	4	6	7	5	5	5	5.00
T5	5	7	4	5	3	4	6	5	5	7	5	6	4	6	4	5.07
T6	4	4	3	3	7	6	5	3	4	3	3	7	6	5	5	4.53
T7	5	5	6	6	6	5	6	7	5	6	6	6	5	7	6	5.80
T8	5	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5.73
T9	2	3	3	4	5	7	6	2	3	3	4	5	7	6	6	4.40

Tratamientos	Panelistas															Rangos
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	2	3.5	4.5	2.5	4.5	5.5	1	3	3.5	5	2.5	4	5.5	2	2.5	**51.5**
T1	4.5	3.5	7.5	5.5	2.5	2	3.5	3	3.5	7	5.5	1.5	2	1	1	**53.5**
T2	4.5	7.5	7.5	5.5	7.5	2	3.5	5.5	7.5	2	5.5	4	2	4	5.5	**74**
T3	8.5	3.5	4.5	5.5	2.5	5.5	8	8	10	5	5.5	1.5	5.5	7.5	5.5	**86.5**
T4	4.5	7.5	4.5	9	7.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5	9	9.5	5.5	4	5.5	**89.5**
T5	8.5	10	4.5	5.5	1	2	8	8	7.5	10	5.5	7	2	7.5	2.5	**89.5**
T6	4.5	3.5	1.5	1	10	8.5	3.5	3	3.5	2	1	9.5	8.5	4	5.5	**69.5**
T7	8.5	7.5	9.5	9	7.5	5.5	8	10	7.5	8.5	9	7	5.5	10	9	**122**
T8	8.5	7.5	9.5	9	7.5	8.5	8	8	7.5	8.5	9	7	8.5	7.5	9	**123.5**
T9	1	1	1.5	2.5	4.5	10	8	1	1	2	2.5	4	10	7.5	9	**65.5**

Estadísticos de la prueba Friedman en el atributo color

N	15
Chi-cuadrado	24.542
Gl	9
Sig. asintótica	.000

Datos obtenidos en el análisis estadístico Friedman en apariencia general

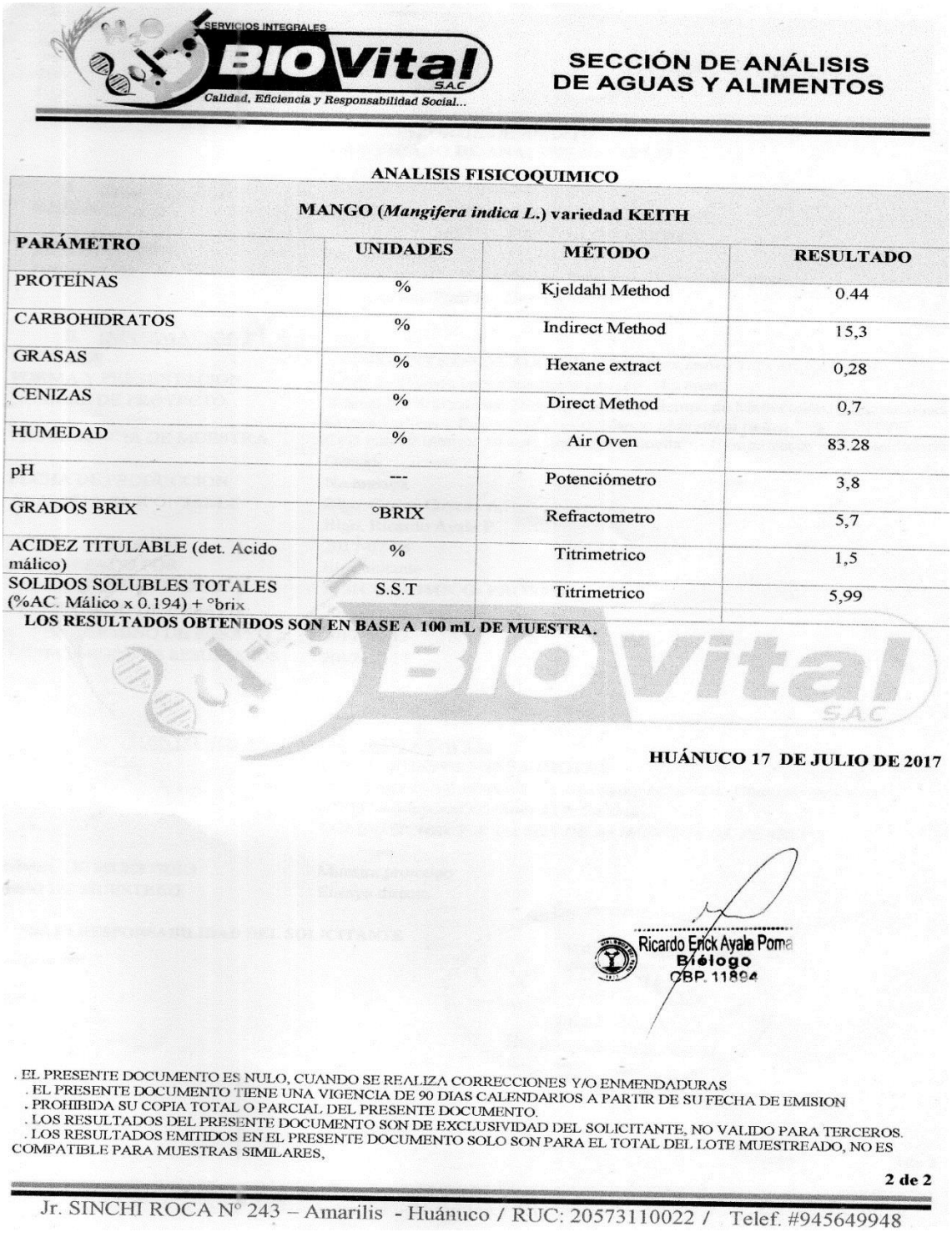
Tratamientos	Panelistas															Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4.47
T1	5	5	6	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4.60
T2	5	5	5	5	6	5	4	4	5	3	5	5	4	5	5	4.73
T3	4	5	5	5	5	4	6	5	6	4	5	4	5	5	4	4.80
T4	3	3	3	6	4	4	3	4	4	5	6	3	5	5	5	4.20
T5	5	4	4	6	5	3	5	5	5	4	5	5	4	6	5	4.73
T6	5	4	5	5	4	5	6	5	5	4	5	5	6	5	5	4.93
T7	5	5	4	5	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5	7	5.07
T8	6	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	6	4	5	6	5.00
T9	5	5	4	5	6	4	5	2	3	3	4	5	4	6	6	4.47

Tratamientos	Panelistas															Rangos
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
T0	6	3.5	7	1	2.5	8.5	2.5	3	3	8.5	1.5	6	7.5	1	2.5	**64**
T1	6	8	10	5	2.5	4	5.5	3	3	8.5	6	6	3	5	1	**76.5**
T2	6	8	7	5	9.5	8.5	2.5	7.5	7	1.5	6	6	3	5	5.5	**88**
T3	2	8	7	5	6.5	4	9	3	10	4.5	6	2	7.5	5	2.5	**82**
T4	1	1	1	9.5	2.5	4	1	7.5	3	8.5	10	1	7.5	5	5.5	**68**
T5	6	3.5	3	9.5	6.5	1	5.5	7.5	7	4.5	6	6	3	9.5	5.5	**84**
T6	6	3.5	7	5	2.5	8.5	9	7.5	7	4.5	6	6	10	5	5.5	**93**
T7	6	8	3	5	6.5	8.5	9	7.5	7	4.5	6	6	7.5	5	10	**99.5**
T8	10	3.5	7	5	6.5	4	5.5	7.5	7	8.5	6	10	3	5	8.5	**97**
T9	6	8	3	5	9.5	4	5.5	1	1	1.5	1.5	6	3	9.5	8.5	**73**

Estadísticos de la prueba Friedman en el atributo apariencia general

N	15
Chi-cuadrado	18.034
gl	9
Sig. asintótica	.000

Resultado de análisis fisicoquímico del mango con mejor tratamiento



SERVICIOS INTEGRALES
BIOVital S.A.C
Calidad, Eficiencia y Responsabilidad Social...

SECCIÓN DE ANÁLISIS
DE AGUAS Y ALIMENTOS

ANALISIS FISICOQUIMICO

MANGO (*Mangifera indica L.*) variedad KEITH

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
PROTEÍNAS	%	Kjeldahl Method	0.44
CARBOHIDRATOS	%	Indirect Method	15,3
GRASAS	%	Hexane extract	0,28
CENIZAS	%	Direct Method	0,7
HUMEDAD	%	Air Oven	83.28
pH	---	Potenciómetro	3,8
GRADOS BRIX	°BRIX	Refractometro	5,7
ACIDEZ TITULABLE (det. Acido málico)	%	Titrimetrico	1,5
SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (%AC. Málico x 0.194) + °brix	S.S.T	Titrimetrico	5,99

LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON EN BASE A 100 mL DE MUESTRA.

HUÁNUCO 17 DE JULIO DE 2017

Ricardo Erick Ayala Poma
Biólogo
CBP. 11894

. EL PRESENTE DOCUMENTO ES NULO, CUANDO SE REALIZA CORRECCIONES Y/O ENMENDADURAS
. EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE UNA VIGENCIA DE 90 DIAS CALENDARIOS A PARTIR DE SU FECHA DE EMISION
. PROHIBIDA SU COPIA TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.
. LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO SON DE EXCLUSIVIDAD DEL SOLICITANTE, NO VALIDO PARA TERCEROS.
. LOS RESULTADOS EMITIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO SOLO SON PARA EL TOTAL DEL LOTE MUESTREADO, NO ES COMPATIBLE PARA MUESTRAS SIMILARES,

2 de 2

Jr. SINCHI ROCA N° 243 – Amarilis - Huánuco / RUC: 20573110022 / Telef. #945649948

Figura 91. Resultados de análisis fisicoquímico del mango con mejor tratamiento.

Anexo 10

Panel fotográfico

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Limpieza y desinfección del mango</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Tratamiento hidrotérmico del mango.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Almacenamiento del mango con tratamiento</td></tr>
</table>





Panelistas en análisis sensorial





Preparación de la muestra para el análisis sensorial