



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO

**Calidad de los subproductos de mango aplicando procesos de
pasteurización**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTORA: Sucunuta Ramón, Fanny Elizabeth

DIRECTORA: Jácome Robles, Miriam Josefina, MSc

LOJA - ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

MSc. Miriam Josefina Jácome Robles

DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

De mi consideración:

Que el presente trabajo, denominado "Calidad de los subproductos de mango aplicando procesos de pasteurización" realizado por el profesional en formación Sucunuta Ramón Fanny Elizabeth; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, Septiembre del 2014

f).....

MSc. Miriam Josefina Jácome Robles
C.I. 1101984233

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Fanny Elizabeth Sucunuta Ramón, declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: Calidad de los subproductos de mango aplicando procesos de pasteurización, siendo la MSc. Miriam Jácome Robles directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Loja, Septiembre del 2014

f).....

Fanny Elizabeth Sucunuta Ramón.
C.I. 1104838907

DEDICATORIA

A Dios por darme amor, salud y bendecirme siempre en cada momento de mi vida.

A mi madre Fanny Ramón, por ser un ejemplo en mi vida y por su gran sacrificio. Por estar ahí siempre motivándome y alentándome a no rendirme ante cualquier adversidad y darme esa fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis hermanos: Jenny y Kevin por ser el pilar fundamental de mi vida y estar ahí en cada comento brindándome su amor.

Fanny Sucunuta

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por permitir llegar a la culminación de mi carrera.

A mi madre por brindarme su amor y una carrera para mi futuro.

A mi familia que siempre me alentó a no desmayar y confiar en mí.

A la Universidad Técnica Particular de Loja y al Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos, por haberme brindado la oportunidad de llevar a cabo mi proyecto de fin de Titulación.

A la MSc. Miriam Jácome Robles directora de tesis, por brindarme su paciencia, sabiduría y orientación durante todo este largo proceso investigativo.

A mis maestros por sus valiosos conocimientos impartidos durante toda mi formación académica.

A mis amigos y compañeros por ser excelentes personas, que estuvieron conmigo siempre brindándome su apoyo incondicional y consejos.

Fanny Sucunuta

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|--------------------------------------|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA | i |
| CERTIFICACIÓN..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| TABLA DE CONTENIDOS..... | vi |
| LISTA DE TABLAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | ix |
| LISTA DE ANEXOS..... | x |
| GLOSARIO..... | xi |
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCION..... | 3 |
| 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 1.1. Mango..... | 6 |
| 1.1.1. Generalidades..... | 6 |
| 1.2. Subproducto | 6 |
| 1.3. Métodos de conservación | 7 |
| 1.3.1. Conservación de alimentos..... | 7 |
| 1.3.2. Pasteurización..... | 8 |
| 1.4. Microorganismos indicadores de contaminación microbiana..... | 9 |
| 1.4.1. Hongos y levaduras. | 9 |
| 1.4.2. <i>E.coli</i> /coliformes..... | 10 |
| 1.4.3. Aerobios totales. | 10 |
| 1.5. Propiedades físico-químicas..... | 11 |
| 1.7. Propiedades tecno-funcionales..... | 11 |
| 2. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTE DEL PROYECTO | 13 |
| 2.1. Fin del proyecto | 13 |
| 2.2. Propósito del proyecto | 13 |
| 2.3. Componentes del proyecto | 13 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 14 |
| 3.1. Materia prima | 15 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2. | Preparación de la muestra | 15 |
| 3.3. | Pasteurización..... | 15 |
| 3.4. | Análisis microbiológicos | 15 |
| 3.5. | Propiedades físico-químicos..... | 16 |
| 3.5.1. | Acidez titulable..... | 16 |
| 3.5.2. | pH..... | 17 |
| 3.5.3. | Color..... | 17 |
| 3.5.4. | Sólidos solubles..... | 18 |
| 3.6. | Propiedades Tecno- funcionales..... | 18 |
| 3.6.1. | Capacidad de retención de agua (CRA)..... | 18 |
| 3.6.2. | Capacidad de retención de grasa (CRG)..... | 19 |
| 3.6.3. | Capacidad de hinchamiento (CH)..... | 19 |
| 3.7. | Análisis estadístico..... | 20 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 21 |
| 4.1. | Subproductos de mango | 22 |
| 4.1.1. | Análisis microbiológicos..... | 22 |
| 4.1.2. | Análisis físico-químicos..... | 23 |
| 4.1.3. | Análisis Tecno-funcionales..... | 24 |
| | CONCLUSIONES | 26 |
| | RECOMENDACIONES..... | 26 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 27 |
| | ANEXOS | 32 |

LISTA DE TABLAS

| Tablas | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1: Resultados microbiológicos de los subproductos sin pasteurizar y pasteurizados..... | 22 |
| Tabla 2: Resultados físico-químicos de los subproductos sin pasteurizar y pasteurizados..... | 23 |
| Tabla 3: Resultados de las propiedades tecno-funcionales de los subproductos sin pasteurizar y pasteurizados..... | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Pág. |
|------------------------------------|------|
| Fig 1. <i>Fruto de mango</i> | 6 |

LISTA DE ANEXOS

| Anexos | Pág. |
|---|-------------|
| Anexo 1. Resultados análisis microbiológicos | 32 |
| Anexo 2. Resultados análisis físico-químicos | 32 |
| Anexo 3. Resultados análisis tecno-funcional..... | 36 |
| Anexo 4. Anova análisis microbiológicos | 42 |
| Anexo 5. Anova análisis físico-químicos..... | 45 |
| Anexo 6. Anova análisis tecno-funcionales..... | 47 |

GLOSARIO

| | |
|-------------|---|
| T1: | subproductos de mango pasteurizados a 60 °C por 6 minutos |
| T2: | subproductos de mango pasteurizado a 77 °C por 1 minuto |
| MC: | subproductos de mango sin pasteurizar |
| CRA: | capacidad de retención de agua |
| CRG: | capacidad de retención de grasa |
| CH: | capacidad de hinchamiento |
| g: | gramo |
| mL: | mililitro |
| rpm: | revoluciones por minuto |
| µm: | micrómetro |

RESUMEN

Se evaluaron los parámetros microbiológicos de subproductos de mango (*Mangífera indica L.*) sin pasteurizar muestra control (MC) y pasteurizados tratamiento 1(T1) 60°C por 6 minutos y tratamiento 2 (T2) 77°C por 1 minuto. Se determinó su calidad microbiológica de aerobios totales 5.14 log UFC/g, mohos y levaduras de 3.26 log UFC/g y ausencia de *E.coli*/coliformes en MC, y una disminución de aerobios totales , ausencia de mohos, levaduras; características físico-químicas con valores mayores de pH 4.54, sólidos solubles 7.24 en MC y una disminución de estos valores en los T1(4.43) y T2 (4.42) e igual valor de acidez en % de ácido cítrico en MC (0.24), T1(0.26) y T2(0.26); y tecno-funcionales con un valor de capacidad de retención de agua (g agua/g muestra seca) en MC (12.31) y una disminución en los T1(8.30) y T2 (8.78), con una capacidad de retención de grasa (g aceite/g muestra) de 1.85 en MC y disminución en T1 (1.53) y aumento en T2 (1.97), capacidad de hinchamiento (mL/g muestra seca) de 8.42 en MC y disminución en T2 (8.38) y aumento en T1 (9.24).

Palabras claves: subproductos, pasteurización, características microbiológicas.

ABSTRACT

Microbiological parameters were evaluated byproducts mango (*Mangifera indica* L.) unpasteurized control sample (MC) and pasteurized treatment 1 (T1) 60 ° C per 6 minutes and Treatment 2 (T2) 77 ° C per 1 minute. Microbiological quality of total aerobic of 5.14 log CFU / g, molds and yeasts of 3.26 log CFU / g and absence of *E. coli* /coliform MC, and a reduction in the total aerobic absence of mold and yeast; physicochemical properties with higher values of pH 4.54, 7.24 features in MC soluble solids and a decrease in these values in the T1 (4.43) and T2 (4.42) and equal value of acidity in% acid citric in MC (0.24), T1 (0.26) and T2 (0.26); and techno-functional with a value of water retention capacity (g water / g dry sample) in MC (12.31) and a decrease in the T1 (8.30) and T2 (8.78), with a fat retention capacity (g oil / g sample) of 1.85 in MC and decrease in T1 (1.53) and increase in T2 (1.97), swelling capacity (mL / g dry sample) of 8.42 in MC and decrease in T2 (8.38) and increase in T1 (9.24).

Keywords: byproducts, pasteurization, microbiological quality.

INTRODUCCION

La cadena agroindustrial del mango está dirigida en dos terceras partes al sector primario o venta en fresco y una tercera parte al sector secundario o preparación y envasado de frutas, de la cual el 80% se dirige a la producción de pulpas, jugos y néctares (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012). En estas aplicaciones industriales se utiliza principalmente la pulpa agotada, la semilla y la piel; los cuales representan cerca del 40 al 60% del peso total de la fruta; donde la pulpa agotada corresponde del 5 al 10% y semilla de mango del 15 al 20% (Tapía *et al.*, 2013).

Los subproductos generados a partir del mango representan una oportunidad tecnológica para el aprovechamiento integral a nivel industrial; la piel del mango puede ser una buena fuente de pectinas y fibra comestible, así como, un sustrato para la producción de ácido cítrico a través de la fermentación microbiana (Flores, 2014). En la semilla se ha encontrado una importante actividad antioxidante, inclusive más alta que en la pulpa; en la cáscara se encuentra una importante concentración de polifenoles y compuestos antioxidantes (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012)

De acuerdo a un estudio de Kuskoski *et al.*, (2005) la pulpa de mango presentó una mayor actividad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos totales comparada con la pulpa de uva, guayaba y piña. Por su parte, Robles-Sánchez *et al.*, (2009) reportaron que el consumo de mango en personas redujo el estrés oxidativo y los niveles de triglicéridos en el plasma.

Los subproductos agrícolas (cáscaras, semillas, pulpa agotada, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad) representan un problema ambiental, sin políticas adecuadas para su manejo; siendo, la mayoría de las veces arrojados a los basureros. Una valorización de los subproductos provenientes tanto del procesamiento como de la cadena productiva del mango puede presentar diversas limitantes; una de las más importantes es su posible contaminación microbiana (Schieber *et al.*, 2004); por ello se debe aplicar técnicas de conservación para preservar las cualidades del alimento (Ramírez-Méndez *et al.*, 2009)

La aplicación del calor para la conservación de alimentos constituye el proceso tecnológico más simple, para conseguir la destrucción de aquellos microorganismos contenidos en los alimentos que pueden ser nocivos; es decir que los tratamientos térmicos tienen como objetivo primordial, la destrucción de los microorganismos potencialmente patógenos (Gutiérrez, 2005); el control microbiológico de los alimentos se basa en la determinación de grupos de microorganismos denominados indicadores

(recuento de aerobios, hongos, levaduras, coliformes totales y fecales) que como su nombre lo señala, son indicadores de la forma higiénico-sanitaria porque se lleva a cabo el proceso de transformación de la materia prima hasta el producto final (Ramírez-Méndez *et al.*, 2009).

La Norma Técnica Colombiana (ICONTEC 5468, 2007) presenta los requisitos microbiológicos para jugos (zumos) y pulpas (purés) de frutas pasteurizados congelados o no congelados, indicando el índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad en cuanto a aerobios mesófilos 1×10^3 (3 log) UFC/g, coliformes $<1.0 \times 10^1$ UFC/g y mohos y levaduras 2×10^2 (2.30 log) UFC/g.

Por tal motivo el presente estudio tiene como objetivo principal disminuir la carga microbiana de los subproductos de mango evaluando dos tratamientos de pasteurización y determinando sus parámetros físico-químicos y tecno-funcionales, que permita posteriormente que empresas agroindustriales implementen medidas para aprovechar y valorizar a los subproductos de mango.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Mango

1.1.1. Generalidades.

El mango (*Mangifera Indica L.*), pertenece a la familia Anacardiaceae, es una fruta tropical cultivada principalmente en Tailandia (Ashoush & Gadallah, 2011); mientras que en América, los principales productores de mango son México, Brasil, Perú, y Ecuador. Sus frutos (**Fig 1**) son una fuente natural de diversos compuestos polifenólicos y su cantidad varía, según su parte: pulpa, piel, semillas, hojas, flores y corteza (Masibo & He, 2008).



Fig 1. Fruto de Mango

Fuente: Cortesía de Wikimedia Commons, 2013

1.2. Subproducto

Los subproductos agroindustriales son productos obtenidos durante el procesamiento de alimentos, permiten llenar necesidades básicas tanto por sus características nutricionales y su disponibilidad a bajo costo (Villarreal & Ortega, 2010).

La gama de subproductos de frutas es amplia, cada fruta genera un subproducto diferente que depende de las características de la fruta, por lo que es necesario realizar un análisis detallado de sus principales generadores y su utilización en la industria (Villarreal & Ortega, 2010); las frutas y hortalizas son las que mayor residuos orgánicos generan. En el subproducto generado del procesamiento de frutas, se han identificado sustancias como: azúcares, ácidos orgánicos, pigmentos, proteínas, aceites y vitamina C (Olivera Fox, 2012).

La utilización de los subproductos ha recibido una mayor importancia, su composición y su disponibilidad les da un potencial elevado para ser utilizados en la incorporación en alimentos (Gartzia, 2008; Nawirska & Uklanska, 2008).

De acuerdo al estudio de la Cadena Agroalimentaria del Mango 2003 citado por Sumaya-Martínez *et al.*, (2012), uno de los más importantes problemas de la transformación del mango es el mínimo desarrollo tecnológico para su industrialización, donde existe un alto desperdicio de materia prima; por ende se está aplicando medidas para aprovechar y valorizar los subproductos generados.

En el despulpado del mango se generan cerca de 50 - 55% de residuos, representados en cáscaras, semillas, restos de pulpa y fibra (Mejía Giraldo *et al.*, 2007).

La calidad nutritiva de la semilla del mango destaca un adecuado perfil de aminoácidos con valores más altos de leucina, valina y lisina (Abdalla *et al.*, 2007).

Las cáscaras y semilla de los subproductos del mango son una fuente importante de compuestos bioactivos, como la pectina y manguiferina en las cáscaras, ácidos grasos poliinsaturados en la semilla y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria; reportándose una importante actividad antimicrobiana, en extractos de la semilla del mango debido a la naturaleza de los componentes polifenólicos que contienen; se ha señalado que las cáscaras de diferentes variedades de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y grado de esterificación; así como fibra dietaria debido a un excelente equilibrio entre fibra soluble e insoluble (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012).

García (2003) reportó que las cáscaras de mango criollo contienen en promedio 4.8% de proteína cruda, 29% de fibra dietética soluble y 27% de fibra dietética insoluble, por lo que su ingesta proporciona una disminución en la concentración de colesterol, glucosa en la sangre y un incremento en la eliminación de ácidos biliares.

Por ello es importante resaltar que la cantidad de nutrientes y compuestos le dan funcionalidad a los subproductos del mango, que estarán influenciados por diversos factores: físicos, químicos y biológicos como la variedad, especie y estado de madurez (Sirisakulwat *et al.*, 2008).

1.3. Métodos de conservación

1.3.1. Conservación de alimentos.

La calidad de los alimentos se encuentra afectada por factores físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos; el control de dichos factores y en especial el microbiológico es esencial para la preservación de alimentos, la principal causa del

deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos como son: bacterias, levaduras y mohos (Rodríguez Saucedo, 2011).

En los zumos de frutas el objetivo es aplicar tratamientos térmicos mínimos para evitar el deterioro de sus propiedades. Cuando se establece el tratamiento térmico adecuado, se busca una relación entre la inactivación enzimática, microbiológica y la calidad organoléptica nutritiva del mismo (Maca, Mejía, & Osorio, 2012). Según Osorio Mora (2008) un tratamiento térmico destruye gran cantidad de enzimas y microorganismos, aumentando su vida útil, pero también ocasionan una mayor alteración en el aroma, sabor y nutrientes en los alimentos.

En un tratamiento térmico se debe tener en cuenta el tiempo y la temperatura, debido a que tiempos prolongados, temperaturas muy bajas o elevadas ocasionan modificaciones en los componentes del alimento (Garau *et al.*, 2007).

Se utilizan diferentes técnicas, para evitar la descomposición de los alimentos por conservación de calor: el secado natural, secado artificial, cocción, esterilización, pasteurización e irradiación (Kuklinski, 2011).

1.3.2. Pasteurización.

La actividad microbiana y enzimática de los zumos de frutas son los principales responsables de su deterioro; la aplicación de tratamientos térmicos permitirán reducir y controlar ambas actividades (Osorio Mora, 2008).

La pasteurización tiene como objetivo liberar a los alimentos de cualquier microorganismo que pueda deteriorarlo o de interferir con el desarrollo de fermentaciones indeseables, aplicando temperaturas entre 55 y 90°C; para zumos de fruta se aplican condiciones mínimas de tratamiento de 77 °C por 1 minuto y a 88 °C por 15 segundos que tienen como objetivos: la inactivación enzimática (pectinesterasa y poligalacturonasa) y la destrucción de microorganismos causantes de alteraciones (levaduras y mohos) (Rahman, 2003); sin embargo un tratamiento a 60 °C por 20 segundos, permite que la fruta no sufra ninguna modificación entre sus componentes (Maca *et al.*, 2012).

La temperatura y el tiempo que se aplica para el proceso de pasteurización depende del objetivo y vida útil que se quiera dar al alimento; temperaturas elevadas provocan un progresivo y ordenado descenso de la tasa de crecimiento de poblaciones microbianas, debido a la muerte de un número de células, tanto más elevado, cuánto más prolongado sea el tiempo de exposición (Osorio Mora, 2008).

Un buen proceso de pasteurización debe diseñarse considerando la carga microbiana del producto fresco, cuanto más elevada sea la carga microbiana inicial más tardará una población en alcanzar un determinado valor de reducción de la población (Osorio Mora, 2008).

Todos los alimentos no responden igual al tratamiento de pasteurización. Existen algunos factores que pueden afectar, de manera positiva o negativa, a la eficacia del proceso; el más representativo es la acidez del alimento, que permite determinar la supervivencia del patógeno (Morales, 2003); el pH permiten determinar la intensidad del tratamiento y la vida útil, alimentos con $\text{pH} > 4.5$ es necesario destruir bacterias patógenas y alimentos con $\text{pH} < 4.5$ es necesario la destrucción de los microorganismos causantes de alteraciones o la inactivación de enzimas (Rahman, 2003); otro factor son los organismos más resistentes y más difíciles de eliminar, como *Bacillus cereus*, que son capaces de sobrevivir a baja temperatura. Sin embargo, esta resistencia depende del pH del alimento o de su actividad de agua, si se controlan estos parámetros, puede controlarse la resistencia (Morales, 2003).

Sin embargo existen factores que pueden modificar las propiedades físico-químicas de la matriz de la fibra de un alimento y afectar sus propiedades tecno-funcionales como es el tamaño de partícula y la temperatura de secado (Garau *et al.*, 2007).

1.4. Microorganismos indicadores de contaminación microbiana

1.4.1. Hongos y levaduras.

Los hongos y las levaduras pueden encontrarse como flora de un alimento o como contaminantes en equipos mal sanitizados, debido a su crecimiento lento y a su baja competitividad, los hongos y levaduras se manifiestan en los alimentos donde el crecimiento bacteriano es menos favorable; estas condiciones pueden ser bajos niveles de pH, humedad, temperatura de almacenamiento, exposición de un alimento a la irradiación y alto contenido en sales o carbohidratos; por lo que pueden ser un problema potencial en alimentos lácteos fermentados, frutas, bebidas de frutas, granos, cereales y sus derivados, alimentos de humedad intermedia como las mermeladas, cajetas, etc (Camacho, Giles, Ortigón, et al., 2009).

Además causan problemas a través de síntesis de metabolitos tóxicos (micotoxinas), resistencia al calor, congelamiento, antibióticos o irradiación y la habilidad para alterar sustratos no favorables permitiendo el crecimiento de bacterias patógenas; también causan malos olores, sabores y decoloración de las superficies de alimentos; se desarrollan en un intervalo de pH entre 2 a 8.5, aunque la mayoría crece mejor a pH

ácido (Camacho, Giles, Ortegón, et al., 2009); también son poco resistentes al calor y no pueden sobrevivir a procesos térmicos (Bosquez Molina & Colina Irezabal, 2010). Rahman (2003) señala que alimentos con pH <4,5, su principal propósito es la destrucción de microorganismos (levaduras y mohos), bajo mínimas condiciones de tratamiento de pasteurización a temperaturas de 77 °C durante 1 minuto y 60 °C por 6 minutos para zumos de fruta.

1.4.2. *E.coli*/coliformes.

La *E.coli* es un bacilo corto Gram-negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales de sangre caliente (Camacho *et al.*, 2009); la presencia de este microorganismo en un alimento indica generalmente la contaminación directa o indirecta de origen fecal, con el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico; es termosensible por lo que puede ser destruido con facilidad aplicando una temperatura de pasteurización a 55°C y su presencia en los alimentos indica contaminación actual (Pascual Anderson & Calderon y Pascual, 2000).

Los coliformes comprende todos los bacilos Gram-negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados; constituyen un grupo heterogéneo con hабитad primordialmente intestinal para la mayoría de las especies que involucra. Cuando los coliformes llegan a los alimentos, no solo sobreviven, sino que se multiplican, por lo que en los alimentos el grupo coliforme es un indicador de malas prácticas sanitarias (Camacho *et al.*, 2009).

Ramírez-Méndez *et al.*, (2009) señala por su parte que la ausencia de coliformes fecales y *E.coli* indican una manipulación adecuada del producto.

1.4.3. Aerobios totales.

Los Aerobios totales son todas las bacterias capaces de crecer en presencia de oxígeno (Salgado Zeballos, 2002); se agrupan en dos géneros *Bacillus* y *Sporolactobacillus* formadores de endoesporas; las especies encontradas en los alimentos son generalmente extensas y no poseen un hабитad definido y en general no provocan enfermedades en el ser humano (Salgado Zeballos, 2002); su determinación refleja la calidad sanitaria de los productos analizados e indica las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma de cómo fueron manipulados durante el proceso y para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura; además tiene un valor limitado como indicador de presencia de patógenos, debido a

que ponen de manifiesto deficiencias en la calidad microbiológica del alimento (Pascual Anderson & Calderon y Pascual, 2000).

Hay que tener en cuenta que un recuento bajo de aerobios no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas; de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena; además puede significar excesiva contaminación de la materia prima, deficiente manipulación durante el proceso de elaboración, la posibilidad de que existan patógenos (mesófilos) y la inmediata alteración del producto (Andino Rugama & Castillo, 2010).

1.5. Propiedades físico-químicas

Son determinantes para la calidad y un control adecuado, que garantice las características óptimas de las frutas; como son el color, sólidos solubles (°Brix), acidez, pH, humedad, actividad de agua, colorimetría entre otros (Brezmes, 2001).

Pueden verse afectados por tratamientos térmicos; el pH habitualmente disminuye lo que puede tener un efecto favorable en la estabilidad de algunas vitaminas, como la tiamina y el ácido ascórbico (Cevallos Cedeño & Velásquez Murillo, 2007), además guarda tiene que ver con la actividad enzimática ya que guarda relación con el estado iónico de la molécula, especialmente de la parte proteica, puesto que las cadenas polipeptídicas contienen grupos que pueden ionizarse (carboxilos y aminos de los aminoácidos constituyentes) (Vera, 2007); parámetros cromáticos (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*), compuestos de pardeamiento no enzimático y el color extraíble son los más afectados por temperaturas entre 50 y 90 °C contribuyendo a una decoloración (Vega-Gálvez et al., 2009).

Adolfo et al., (2010) señala por su parte que las propiedades físico-químicas de un alimento llegan a verse afectados por procesos térmicos como el secado a altas temperaturas de 60 a 90°C provocando modificaciones sustanciales en algunos elementos o componentes nutricionales que aportan funcionalidad al alimento, como es el caso de la fibra dietaría. El secado también permite que ocurran cambios como la reducción de la actividad de agua, reducción de la actividad enzimática, degradación de vitaminas hidrosolubles, oxidación de lípidos y desnaturalización de proteínas (Díaz Castro, 2010).

1.7. Propiedades tecno-funcionales

Denominadas así por su asociación a los efectos deseables en los productos alimentarios y efectos fisiológicos benéficos en el organismo. La fibra dietaría presenta propiedades de hidratación como la capacidad de retención de agua (CRA), capacidad

de hinchamiento(CH) y capacidad de retención de aceite (CRG), las cuales se evalúan para la formulación de alimentos y prever sus efectos en el organismo (Gillon & Champ, 2000).

Existen factores que afectan las propiedades tecno-funcionales que están relacionadas con la proporción de los componentes individuales: pectinas, gomas, mucílago, celulosa, hemicelulosa y lignina, pH, fuerza iónica, tamaño de partícula y el tipo de procesamiento llevado a cabo (Matos-Chamorro & Chambilla-Mamani, 2010).

Factores térmicos como el tiempo de secado proporciona una deshidratación causada por altas temperaturas 60 a 90°C puede representar muchas desventajas como la contracción, reducción del volumen de la masa, rigidez y modificaciones irreversibles en la estructura química de polisacáridos, cambiando la relación fibra dietaria soluble e insoluble y produciendo un descenso de las propiedades tecno-funcionales (Hincapié Llanos *et al*, 2010).

González (2000) por su parte señala que un mismo tipo de tratamiento térmico puede tener efectos diferentes en el contenido de fibra dietética de un alimento debido a que promueve el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas), además de propiciar la interacción y enlace de estas sustancias con proteínas y lípidos, así como la generación de cambios cualitativos y/o cuantitativos sustanciales que varían la composición total de la fibra dietética.

2. FIN, PROPÓSITO Y COMPONENTE DEL PROYECTO

2.1. Fin del proyecto

Contribuir a la valoración de los subproductos agroindustriales para promover su uso en la alimentación humana.

2.2. Propósito del proyecto

Disminuir la carga microbiana de los subproductos de mango.

2.3. Componentes del proyecto

Evaluar dos tratamientos de pasteurización para subproductos de mango.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

Se trabajó con subproductos de mango (corteza y pulpa) proveniente de la Empresa Agroficial (Guayaquil - Ecuador), que fueron transportados en refrigeración y almacenados en congelación a -20°C.

3.2. Preparación de la muestra

El muestreo de los subproductos de mango, se realizó por el método aleatorio con reposición (Scheaffer *et al.*, 2006), a fin de que la muestra sea lo más homogénea posible; por lo cual se obtuvo una muestra representativa y se dividió por triplicado en fundas estériles para la muestra sin pasteurizar (control) y muestras a pasteurizar.

Antes de realizar la pasteurización y el análisis microbiológico la muestra se descongeló a temperatura de refrigeración de 4 °C por 24 horas. Para un buen proceso de pasteurización se procedió a triturar la muestra para obtener una pasta totalmente homogénea con agua (consumo humano) en una relación 2:1 a la cual se le realizó los análisis microbiológicos de *E.coli*/coliformes, aerobios totales, mohos y levaduras correspondientes a nuestro estudio para evitar contaminación microbiana al subproducto.

3.3. Pasteurización

Se procedió a realizar la pasteurización en un baño maría, debido a que es un método para calentar, de forma suave y constante mantenimiento la temperatura alcanzada de la muestra de forma homogénea durante el tiempo necesario para completar el proceso ; se realizó a una temperatura de 60°C por 6 minutos (tratamiento 1) y a 77°C por 1 minuto (tratamiento 2) (Rahman, 2003). Las muestras pasteurizadas se colocaron en fundas estériles.

3.4. Análisis microbiológicos

Método de recuento en placas petrifilmTM

Se realizó la esterilización del material en el autoclave digital marca Yamato SM32 a 121°C por 15 minutos y la siembra microbiológica se realizó en la cámara de flujo laminar clase II ESCO serial 2005-11883. Inicialmente se pesó 10 ± 0.1 gramos de muestra en la balanza Mettler Toledo PJ4000; y se prepararon las diluciones para los subproductos de mango pasteurizados a una dilución de 10^{-1} y para los subproductos de mango sin pasteurizar (control) hasta una dilución de 10^{-4} .

De cada dilución obtenida se pipetea 1mL y se coloca en el centro de cada placa petrifilm™ a utilizar (AOAC, 2005). Las placas se incuban y se realiza el conteo microbiológico. En los *E.coli*/coliformes y aerobios totales se utilizó la incubadora Imperial III Lab-line 310 y para mohos y levaduras la incubadora Boekel Scientific 133730.

Se realizó el recuento microbiológico con el contador de colonias Québec. Para calcular el conteo microbiológico se multiplica el número total de colonias por el inverso de la dilución y los valores se reportaron como log UFC/g.

Tipos de placa petrifilm™:

-Placa petrifilm™ para aerobios totales; se utilizó el método Oficial AOAC 990.12 donde las colonias se presentaron de color rojo a rojizo-café. La incubación es de 35°C por 48 horas y el rango de conteo de 30 a 300 colonias (AOAC, 2005)

-Placa petrifilm™ para mohos y levaduras; se utilizó el método Oficial AOAC 997.02 donde las levaduras aparecieron en color azul-verde o blanco y forma pequeñas colonias definidas y las colonias de mohos fueron de color azul, negro, amarillo o verdes. La incubación es 25°C de 3 a 5 días y el rango de conteo de 15 a 150 colonias (AOAC, 2005).

-Placa petrifilm™ para *E.coli*/coliformes; se utilizó el método Oficial AOAC 991.14 donde la *E.coli* fueron colonias azules con burbuja de gas, y los coliformes fueron colonias rojas con burbuja de gas. La incubación es 35°C por 24 horas y el rango de conteo de 15 a 150 colonias (AOAC, 2005).

3.5. Propiedades físico-químicos

Los subproductos de mango pasteurizados y sin pasteurizar (muestra control), se sometieron a un proceso de deshidratación por convección a una temperatura de 50 °C por 36 horas, usando la cámara de fermentación CFD-A3. Después los subproductos de mango deshidratados, se trituraron en una licuadora OSTERIZER modelo 465-41, a un tamaño de partícula entre 250-125 µm usando el juego de tamices USA ESTANDAR TEST SIEVE modelo HUMBOLT; y se almacenaron en fundas estériles para luego realizar los análisis físico-químicos y determinar las propiedades tecno-funcionales.

3.5.1. Acidez titulable.

El porcentaje de acidez se determinó mediante la neutralización de los iones H⁺, con una solución básica de hidróxido de sodio 0.1N (AOAC, 2005), donde para las mediciones se colocó 1 ± 0.1 gramo de muestra diluido en 100 mL de agua destilada hervida, enfriada y neutralizada agregando tres gotas de fenolftaleína para realizar la titulación, con la solución estándar NaOH 0.1N hasta observarse el cambio de color rosado en la solución. La acidez se expresó en porcentaje de ácido cítrico (INEN 381, 1985) mediante la siguiente fórmula:

$$\% A = \frac{V \times N \times \text{meq.} \times 100}{W_m}$$

Dónde:

- %A = porcentaje de acidez
- V = gasto de NaOH en mL
- N = Normalidad del agente titulante
- meq. = mili equivalentes de ácido cítrico (0.064)
- W_m = peso de la muestra

3.5.2. pH.

Se determinó mediante el método Oficial AOAC 981.12 representando la actividad de los iones Hidrógeno en la solución; se realizó con un pH-metro digital marca THERMO SCIENTIFIC, calibrado previamente con buffers de pH 4, 7 y 10. Se pesó 10 ± 0.1 gramos de la muestra diluidos en 100 mL de agua destilada, sumergiendo el electrodo en la muestra de manera que la cubra perfectamente (AOAC, 2005) . Después se realizó la medición del pH, se sacó el electrodo y lavó con agua destilada (NMX-F-317-S, 1978).

3.5.3. Color.

La mediciones de color se realizaron usando colorímetro Konica Minolta color CR-14, en las coordenadas “Y”, “x” y “y”, que fueron transformadas a las coordenadas CIELAB (L*: luminosidad o claridad; a*: coordenada rojo-violeta y b*: coordenada amarillo azul), utilizando el programa illuminate estándar D₆₅ y el observador estándar 10°.

A partir de estos parámetros de color se calcularon las magnitudes psicofísicas croma (C^*_{ab}) y tono (h_{ab}) de acuerdo con las normas UNE (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2009) (Ver Anexo 2).

3.5.4. Sólidos solubles.

Se pesó 7.5 gramos de muestra triturada y homogenizada, se transfirió a un vaso de 50 mL, se añadió 20 mL de agua destilada, se hirvió por 6 minutos reponiendo el agua que se perdió por evaporación (CONVENIN 924-83, 1983). Se transfirió a un matraz de 50 mL, se enfrió y llevó hasta el aforo con agua destilada, luego se tomó 10 mL y se transfirió a un vaso de 10 mL previamente tarado (se registra el peso); la diferencia del peso con la tara del vaso corresponde al peso de 10 mL de solución. Se filtró y colocó la muestra en la celda del refractómetro digital marca Mettler Toledo 30PX para leer el valor a 20°C. El resultado de sólidos solubles se expresaron como °Brix (CONVENIN 924-83, 1983) y se calcularon mediante la siguiente fórmula: (Ver Anexo 2).

$$Ss = \frac{m \times S}{15}$$

Dónde:

Ss = contenido de sólidos solubles en el producto, expresado en grados brix.

m = masa de los 10 mL de la muestra preparada en gramos.

S = contenido de sólidos solubles en la muestra preparada, determinado por medio de la lectura del refractómetro, una vez corregida la temperatura.

3.6. Propiedades Tecno- funcionales

La capacidad de retención de agua e hinchamiento se determinó mediante el método establecido por Robertson *et al.*,(2000), mientras que la capacidad de retención de grasa se realizó según la metodología de Femenia *et al.*, (1997) con algunas modificaciones.

3.6.1. Capacidad de retención de agua (CRA).

En un tubo de polipropileno de centrifuga de 50 mL, previamente pesado se colocó 1 gramo de muestra seca y se hidrato con 30 mL de agua destilada, inclinando el tubo para poder hidratar homogéneamente la muestra. Se dejó en reposo por 18 horas a temperatura ambiente y centrifugó a 3000 rpm por 20 minutos en una centrifuga marca

CLAY ADAMS, modelo DYNAC. Se eliminó el sobrenadante filtrando al vacío, usando un papel filtro previamente pesado. Seguidamente se pesó el residuo húmedo y se dejó secar en una estufa marca MEMMERT a 102°C por 12 horas. Se pesó el residuo seco. El resultado de CRA se expresó como g de agua/g de muestra seca y se calculó con la siguiente fórmula: (Ver Anexo 3)

$$\text{CRA} = \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso del residuo seco}}{\text{Peso del residuo seco}}$$

3.6.2. Capacidad de retención de grasa (CRG).

Se pesó 1 gramo de muestra en un tubo de polipropileno de 50 mL para centrífuga, previamente pesado adicionando 30 mL de aceite de oliva y para una mejor dispersión se agitó suavemente. Se dejó en reposo por 18 horas a temperatura ambiente y se centrifugó a 3000 rpm por 20 minutos, se eliminó el sobrenadante filtrando al vacío en papel filtro (previamente pesado), registrando el peso del residuo con aceite. El resultado CRG fue expresado como g aceite/g muestra seca y se calculó con la siguiente fórmula: (Ver Anexo 3)

$$\text{CRG} = \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

3.6.3. Capacidad de hinchamiento (CH).

Se pesó 0.2 gramos de muestra en una probeta de 10 mL, hidratando con 10 mL de agua destilada agitando suavemente para una mejor dispersión. Se cubrió la superficie de la probeta con parafilm, para evitar que la muestra absorba humedad dejando reposar por 18 horas a temperatura ambiente. Se midió el volumen alcanzado por la muestra hidratada. El cálculo se realizó con la siguiente fórmula: (Ver Anexo 3)

$$\text{CH} = \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

3.7. Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó utilizando un ANOVA unidireccional, para características físico-químicas, microbiológicas y tecno-funcionales. Una prueba de rangos múltiples de Tukey con un $p < 0.05$, se llevó a cabo para determinar si entre las muestras hay diferencias estadísticas. Todos los resultados se expresaron como la media \pm desviación estándar, de tres repeticiones de los dos tratamientos de pasteurización y de la sin pasteurizar (control), utilizando el programa estadístico Minitab 16 (Ver Anexo 4).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Subproductos de mango

4.1.1. Análisis microbiológicos.

En la **Tabla 1** se presentan los resultados de aerobios totales, mohos y levaduras de los subproductos de mango sin pasteuriza muestra control (MC) y de los subproductos de mango pasteurizados en el tratamiento 1 (T1) 60° C por 6 minutos y en el tratamiento 2 (T2) 77°C por 1 minuto.

Tabla 1: Resultados microbiológicos de los subproductos de mango sin pasteurizar y pasteurizados

| Muestra | Tratamiento | Aerobios Totales (log UFC/g) | Mohos y Levaduras (log UFC/g) |
|----------------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| Subproducto de mango | MC | 5.14 ± 0.06 ^a | 3.26 ± 0.06 ^a |
| | T1 | 3.19 ± 0.04 ^b | 0.00 ± 0.00 ^b |
| | T2 | 3.29 ± 0.20 ^b | 0.00 ± 0.00 ^b |

Media ± desviación estándar de tres repeticiones
Los valores en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes ($p > 0.05$).
Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

El recuento inicial de aerobios totales fue de 5.14 log UFC/g en MC, existiendo diferencia significativa con relación a T1 y T2; presentando una reducción de la carga microbiana. Sin embargo estos resultados se encontraron próximos a los que presenta la Norma (ICONTEC 5468, 2007); ya que establece valores máximos de 3 log UFC/g para aerobios totales en frutas; por ende los T1 y T2 no fueron óptimos para la destrucción total de estos microorganismos debido a que requieren una temperatura de 121 °C para su destrucción total (Gómez-Sánchez, 2007).

Los mohos y levaduras presentaron un recuento inicial de 3.26 log UFC/g en MC, comparados con T1 y T2 existió diferencia significativa; debido a que los tratamientos eliminaron toda la carga microbiana por ende fueron efectivos para la eliminación de estos microorganismos. Estos resultados cumplen con la Norma (ICONTEC 5468, 2007) y con el criterio Rahman (2003) sobre la de destrucción de levaduras y mohos en procesos de pasteurización a 60° C por 6 minutos y 77°C por 1 minuto.

También se detectó una ausencia de recuento de *E.coli*/coliformes, en todas las muestras (Ver Anexo 1); comprobando así que no exista contaminación en ningún tratamiento después de realizar la pasteurización. Estos resultados cumplen con lo que señala Ramírez-Méndez *et al.*, (2009) sobre la ausencia de coliformes fecales y

E.coli y con lo que señala Pascual Anderson & Calderon y Pascual (2000) sobre la destrucción de los mismos a una temperatura de 55°C.

4.1.2. Análisis físico-químicos.

En la **Tabla 2** se presentan los resultados de pH, acidez, sólidos solubles (°Brix), y color de los subproductos de mango sin pasteuriza muestra control (MC) y de los subproductos de mango pasteurizados en el tratamiento 1 (T1) 60° C por 6 minutos y en el tratamiento 2 (T2) 77°C por 1 minuto.

Tabla 2: Resultados físico-químicos de los subproductos de mango sin pasteurizar y pasteurizados.

| Parámetros | Subproducto de mango | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | MC | T1 | T2 | |
| pH | 4.54 ± 0.00 ^a | 4.43 ± 0.00 ^b | 4.42 ± 0.00 ^b | |
| Acidez (% ácido cítrico) | 0.24 ± 0.01 ^a | 0.26 ± 0.00 ^a | 0.26 ± 0.01 ^a | |
| Sólidos solubles (°Brix) | 7.24 ± 0.17 ^a | 6.46 ± 0.06 ^b | 6.46 ± 0.08 ^b | |
| Color | L* | 63.60 ± 0.17 ^a | 58.40 ± 0.30 ^c | 62.00 ± 0.17 ^b |
| | a* | 9.20 ± 0.10 ^c | 12.20 ± 0.17 ^a | 11.30 ± 0.10 ^b |
| | b* | 31.63 ± 2.48 ^a | 32.23 ± 0.25 ^a | 33.83 ± 0.40 ^a |
| | C* ab | 32.97 ± 2.42 ^a | 34.46 ± 0.30 ^a | 35.66 ± 0.45 ^a |
| | h ab | 73.80 ± 1.04 ^a | 69.26 ± 0.15 ^c | 71.50 ± 0.00 ^b |

Media ± desviación estándar de tres repeticiones
 Los valores en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes ($p > 0.05$).
Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Los valores de pH en los T1 (4.43) y T2 (4.42) son menores a los de MC (4.54). Todos estos resultados cumplen con lo que menciona Cevallos Cedeño & Velásquez Murillo (2007) sobre la modificación del pH, ya que habitualmente disminuye debido a efectos térmicos.

Los valores de sólidos solubles (°Brix) de MC (7.24) son mayores a los de T1 (6.46) y T2 (6.46); existiendo diferencias significativas, sin embargo todos los valores se encontraron dentro del rango de (6.0 – 7.3 °Brix) establecidos por la norma (NMX-FF-058-SCFI, 2006) de diferentes variedades de mango.

Los valores de acidez expresados en porcentaje de ácido cítrico, no presentaron diferencias significativas para todas las muestras.

En cuanto al color los valores de luminosidad presentaron diferencia significativa en MC (63.60), T1 (58.40) y T2 (62). Fuentes-Zaragoza *et al.*, (2009) mencionan que la coordenada L* está influenciada por factores como el contenido de grasa, colágeno, agua libre en la superficie y por valores térmicos.

Los valores de a* (intensidad del color rojo-verde) también se vieron afectadas significativamente en la muestra control (9.20), T1 (12.20) y T2 (11.30). El valor de a* está relacionada con la presencia de pigmentos en un alimento (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2009).

En cambio los valores de b* (intensidad del color azul-amarillo), no presentaron diferencia significativa en MC (31.63), T1 (32.23) y T2 (33.83). La coordenada b* está influenciada directamente por el contenido de carotenoides y agua libre en el alimento (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2009).

Los valores de croma tampoco se vieron afectados significativamente en la muestra control (32.97), tratamiento 1 (34.46) y tratamiento 2 (35.66); pero el tono sí presentó diferencias significativas en MC (73.80), T1 (69.26) y T2 (71.50).

El croma en muchos casos suele comportarse de forma similar a la observada en la coordenada a* o b*, es decir que los valores que modifican las coordenadas de a* y b*, pueden afectar a C_{ab} (Fuentes-Zaragoza *et al.*, 2009). De acuerdo con la nomenclatura cromática española los subproductos MC, T1 y T2 presentaron un tono bajo ubicándose dentro de los tonos naranja y amarillo (UNE, 1981) (Ver Anexo 2).

Una de las razones de cambios y pérdidas de color, es debido a tratamientos térmicos, ya que se cambian las características de la superficie del alimento, su color y reflectancia; cuanto más largo sea el proceso y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas en los pigmentos (Zuluaga *et al.*, 2010).

4.1.3. Análisis Tecno-funcionales.

En la **Tabla 3** se presentan los resultados de capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de grasa (CRG) y capacidad de hinchamiento (CH) de los subproductos de mango sin pasteuriza muestra control (MC) y de los subproductos de mango pasteurizados en el tratamiento 1 (T1) 60° C por 6 minutos y en el tratamiento 2 (T2) 77°C por 1 minuto.

Tabla 3: Resultados de las propiedades tecno-funcionales de los subproductos de mango sin pasteurizar y pasteurizados.

| Muestra | Tratamiento | CRA (g agua/g muestra seca) | CRG (g aceite/g muestra seca) | CH (mL/g muestra seca) |
|----------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Subproducto de mango | MC | 12.31 ± 0.23 ^a | 1.85 ± 0.04 ^b | 8.42 ± 0.33 ^b |
| | T1 | 8.30 ± 0.16 ^c | 1.53 ± 0.02 ^c | 9.24 ± 0.13 ^a |
| | T2 | 8.78 ± 0.14 ^b | 1.97 ± 0.01 ^a | 8.38 ± 0.32 ^b |

Media ± desviación estándar de tres repeticiones
 Los valores en la misma columna con diferente letra son significativamente diferentes ($p > 0.05$).
Elaboración: Sucunuta, F (2014)

Los valores de CRA expresados en g agua/g muestra seca de la MC (12.31) son mayores a los de T1 (8.30) y T2 (8.78); presentando diferencia significativa en todas las muestras. Estos resultados se ven influenciados por tratamientos térmicos debido a que lograron afectar nuestros valores de pH antes mencionados; sin olvidar que pH es un factor que influye en la CRA como lo señala Matos-Chamorro & Chambilla-Mamani (2010).

Los valores de CRG expresados en g aceite/g muestra seca de la MC (1.85) son mayores a los de T1 (1.53) y menores a los de T2 (1.97). Los valores de CH expresados en mL/ g muestra seca son menores a los de T1 (9.24) y mayores a los de T2 (8.38).

Todos estos valores de CRG, CRA y CH obtenidos se vieron afectados por tratamientos térmicos ya que cumplen con lo que señala González (2000) que un mismo tipo de tratamiento térmico puede tener efectos diferentes en el contenido de fibra dietética de un alimento, ya que origina el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas), además de propiciar la interacción y enlace de estas sustancias con proteínas y lípidos.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de pasteurización T1 y T2 aplicados no fueron suficientes para disminuir totalmente la carga microbiana de aerobios totales.

Los tratamientos de pasteurización T1 y T2 fueron efectivos para destruir la carga de mohos y levaduras.

Los tratamientos T1 y T2 tuvieron efecto en los parámetros físico-químicos ya que presentaron menor cantidad de pH, sólidos solubles (°Brix); además de diferentes cambios en los parámetros de color.

Los tratamientos T1 y T2 tuvieron efecto en las propiedades tecno-funcionales ya que presentaron mayor CRG y CH y menor CRA.

RECOMENDACIONES

Se deben experimentar otros tipos de tratamientos de tiempo-temperatura, para determinar su calidad microbiológica y su influencia en propiedades físico-químicas y tecno-funcionales de los subproductos de mango.

Para subproductos de mango con una menor carga microbiana inicial se debe utilizar, los tratamientos de pasteurización mencionados en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abdalla, A. E. M., Darwish, S. M., Ayad, E. H. E., & El-hamahmy, R. M. (2007). Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chemistry*, 103, 1134–1140. doi:10.1016/j.foodchem.2006.10.017
2. Amaro, A., Bonilha, P., & Monteiro, M. (2002). Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. *Alim. Nutr*, 13, 151–162.
3. Andino Rugama, F., & Castillo, Y. (2010). *Microbiología de los alimentos*.
4. AOAC. (2005). Official Method 981.12. pH of Acidified Foods. In *Official Method of Analysis of AOAC International*. (18th ed., Vol. 18). Washington, D.C, USA.
5. AOAC. (2005). Official Method 990.12. Aerobic Counts in Foods. In *Official method of Analysis of AOAC International*. (18th ed., Vol. 18). Washington D.C, USA.
6. AOAC. (2005). Official Method 991.14. Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. In *Official Method of Analysis of AOAC International*. (Vol. 18). Washington D.C, USA.
7. AOAC. (2005). Official Method 997.02. Yeast and Mold Counts in Foods. In *Official Method of Analysis of AOAC International*. (Vol. 18). Washington D.C, USA.18.
8. AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC international* . (16th ed.). Washington, DC.
9. Ashoush, I. S., & Gadallah, M. G. E. (2011). Utilization of Mango Peels and Seed Kernels Powders as Sources of Phytochemicals in Biscuit. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 6(1), 35–42.
10. Bosquez Molina, E., & Colina Irezabal, M. L. (2010). *Procesamiento térmico de frutas y hortalizas*. México.
11. Brezmes, J. (2001). *Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de la maduración de la fruta*. Universidad Politécnica de Catalunya.
12. Cadena Agroalimentaria del Mango. (2003). *Elaboración del programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en el Estado de Guerrero*. Red para el Desarrollo Sostenible de México, A.C.
13. Camacho, A., Giles, M., Ortegon, A., Palao, A., Serrano, B., & Velazques, O. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes , coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número

- más Probable o NMP). *Técnicas Para El Análisis Microbiológico de Alimentos*, 1–17.
14. Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velásquez, O. (2009). Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. In *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos* (2nd ed., pp. 1–13). México.
 15. Cevallos Cedeño, R. E., & Velásquez Murillo, L. D. (2007). *Comparación de la temperatura-tiempo de retención de pasteurización y su efecto en la concentración de vitamina "C" en el zumo de naranja*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí <ESPAM>.
 16. CONVENIN 924-83. (1983). Frutas y Productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría.
 17. Díaz Castro, P. A. (2010). *Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (Ocimum basilicum) seca*.
 18. Femenia, A., Lefebvre, A., Thebaudin, J., & Roberthson, J. B. (1997). Physical and sensory properties of model food supplemented with cauliflower fiber. *Journal of Food Science*, 62, 1997.
 19. Flores, S. D. (2014). El mango y sus posibles usos en la agro-industria. Retrieved from www.slideshare.net/EGRSIP/el-mango-y-sus-posibles-usos-en-la-agroindustria#
 20. Fuentes-Zaragoza, E., Pérez-Alvarez, J. A., & Sánchez-Zapata, E. (2009). Efecto de la concentración de aditivos e ingredientes sobre el color de pastas de merluza (*Merluccius australis*) tratadas térmicamente Effect of ingredients concentration upon colour of heat treated hake (*Merluccius australis*) batters. *Optica Pura Y Aplicada*, 324(2001), 9–21.
 21. Garau, C., Simal, S., Rossello, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products.
 22. García, I. (2003). *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos de mango criollo (Mangifera indica) y su incorporación en galletas*. [Tesis] Huajuapán de León, (Oaxaca). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
 23. Gillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33, 233–245.
 24. Gómez-Sánchez, A. . (2007). *Micrororganismos de importancia en el tratamiento térmico de alimentos ácidos y de alta acidez* (pp. 24–32). México.

25. González, G. C. A. (2000). Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. *Scielo*.
26. Gutiérrez, H. (2005). Calidad de vida: Alimentos y Salud Humana. Fundamentos Científicos. In *Fundamentos Científicos* (p. 2005). España.
27. Hincapié Llanos, G., Omaña, M., Hincapié, C., Arias, Z., & Vélez, L. (2010). Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa. *Revista La Sallista de Investigación*, 7, 85–93.
28. ICONTEC 5468. (2007). *Zumos (jugos), Nectares, Pures (pulpas) y concentrados de frutas*.
29. INEN 381. (1985). Conservas Vegetales Determinacion de Acidez Titulable Metodo Potenciometrico de Referencia.
30. Kuklinski, C. (2011). *Nutrición y Bromatología*. Barcelona-España.
31. Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Cienc. Tecnol. Aliment*, 25(4), 726–732.
32. Maca, M., Mejía, D., & Osorio, O. (2012). Effect of heat treatment on physico chemical and sensory properties of Tamarillo juice (*Solanum betaceum*). *Vitae*, 19.
33. Masibo, M., & He, Q. (2008). Major Mango Polyphenols and Their Potential Human Health. *Food Science and Food*, 7, 309–319.
34. Matos-Chamorro, A., & Chambilla-Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética , sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Ciencia Y Tecnología de Alimentos*, 1, 4–17.
35. Mejía Giraldo, L., Martínez Correa, H., Betancourt Gutiérrez, J., & Castrillón Castaño, C. (2007). Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Redalyc*, 3(6), 41–62. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/835/83530603.pdf>
36. Morales, C. M. (2003). *Alimentación y vida saludable*. Madrid-España.
37. Moreno Álvarez, M. J., Girán, N., Serrano, K., García, D., & Belén Camacho, D. R. (2003). Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth). *Scielo*, 3.
38. NMX-F-057-S. (1980). Néctar de mango. Norma Mexicana. Direccion General de Normas.

39. NMX-F-317-S. (1978). *Determinación de pH en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.* (pp. 4–6).
40. NMX-FF-058-SCFI. (2006). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano – fruta fresca – mango (*Mangifera indica* L.).
41. Osorio Mora, O. (2008). *Influencia de tratamientos térmicos en la calidad y estabilidad del púre de fresa (Fragaria x ananassa, cv Camarosa).* Universidad Politécnica de Valencia.
42. Pascual Anderson, M. del R., & Calderon y Pascual, V. (2000). *Microbiología Alimentaria. Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas.* (2nd ed.). Madrid-España.
43. Rahman, S. M. (2003). Conservación de alimentos por calor. In *Manual de conservación de los alimentos* (pp. 99–105). Zaragoza- España.
44. Ramírez-Méndez, R., Acosta, K., Arenas de Moreno, L., Yamarte, M., & Sandoval, L. (2009). Efecto del escaldado sobre la calidad microbiológica de pulpa de Guanábana (*Annona Muricata* L.). *Boletín de Centros de Investigaciones Biológicas*, 43(1), 97–109.
45. Robertson, J. A., De Monredon, F. D., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R., & Thibault, F. (2000). Hydration Properties of Dietary Fibre and Resistant Starch : A European Collaborative Study. *LWT - Food Science and Technology*, 33(2), 72–79. doi:10.1006/fstl.1999.0595
46. Robles-Sánchez, R. M., Rojas-Grau, M., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. A., & Martín-Belloso, O. (2009). Effect of minimally processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut “Kent” mango (*Mangifera indica* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 51(3), 384–390.
47. Rodríguez Saucedo, E. (2011). Natural antimicrobial agent use in the preservation of fruits and vegetables. *Ra Ximhai*, 7, 153–170.
48. Salgado Zeballos, V. R. (2002). *Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y Salmonella spp. en cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos de Zamorano, Honduras.*
49. Scheaffer, R. L., Mendenhall III, W., & Lyman Ott, R. (2006). *Elementos de muestreo.* Zaragoza- España.
50. Schieber, A., Hilt, P., Berardini, N., & Carle, R. (2004). Recovery of pectin and polyphenolics from apple pomace and mango peels. In *Exploiting co-products-minimizing waste*, K. (Faulds & A.). Norwich.
51. Sirisakulwat, S., Nagel, A., Sruamsiri, P., Carle, R., & Neidhart, S. (2008). Yield and Quality of Pectins Extractable from the Peels of Thai Mango Cultivars

- Depending on Fruit Ripeness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 10727–10738.
52. Sumaya-Martínez, M., Sánchez, L., Torres, G., & García, D. (2012). Value chain of mango and its byproducts based in the nutritional and functional properties. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 826–833.
 53. Tapía Santos, M., Pérez Armendáriz, B., Cavazos Arroyo, J., & Mayett Moreno, Y. (2013). Obtención de aceite de semilla de mango manilla (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XVII.
 54. UNE. (1981). Norma Española 72-031-81. Magnitudes Colorimétricas. Madrid.
 55. Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117(4), 647–653.
 56. Vera, L. F. (2007). Enzimas: qué son y para que sirven. *R.Acad.Cienc.Exact Fis.Nat*, 101, 399–417.
 57. Wikimedia Commons. (2013). Mango and cross sections.jpg. Retrieved from commons.wikimedia.org/wiki/File:Mango_and_cross_sections.jpg
 58. Zuluaga, J., Cortes-Rodríguez, M., & Rodríguez-Sandoval, E. (2010). Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratado osmótica. *Revista de La Facultad de Ingeniería U.C.V*, 25, 127–135.

ANEXOS
ANEXO 1. RESULTADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

| Muestra | Repetición | <i>E.coli</i> /coliformes | Aerobios Totales | Mohos y Levaduras |
|---------|------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | | UFC/g | UFC/g | UFC/g |
| Agua | 1 | <1.0 x 10 ¹ | <1.0 x 10 ¹ | <1.0 x 10 ¹ |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

| Muestra | Repetición | <i>E.coli</i> /coliformes | Aerobios Totales | | Mohos y Levaduras | |
|---------|------------|---------------------------|----------------------|-----------|------------------------|-----------|
| | | UFC/g | UFC/g | log UFC/g | UFC/g | log UFC/g |
| T1 | 1 | <1.0 x 10 ¹ | 14 x 10 ² | 3.15 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| | 2 | <1.0 x 10 ¹ | 17 x 10 ² | 3.23 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| | 3 | <1.0 x 10 ¹ | 15 x 10 ² | 3.18 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| T2 | 1 | <1.0 x 10 ¹ | 21 x 10 ² | 3.32 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| | 2 | <1.0 x 10 ¹ | 12 x 10 ² | 3.08 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| | 3 | <1.0 x 10 ¹ | 30 x 10 ² | 3.48 | <1.0 x 10 ¹ | - |
| MC | 1 | <1.0 x 10 ¹ | 16 x 10 ⁴ | 5.20 | 2 x 10 ³ | 3.30 |
| | 2 | <1.0 x 10 ¹ | 14 x 10 ⁴ | 5.15 | 1.5 x 10 ³ | 3.18 |
| | 3 | <1.0 x 10 ¹ | 12 x 10 ⁴ | 5.08 | 2 x 10 ³ | 3.30 |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Nota: <1.0 x 10¹ representa ausencia de unidades formadoras de colonias sobre gramo (UFC/g)

T1: tratamiento 1 (subproductos de mango pasteurizados a 60°C por 6 minutos)

T2: tratamiento 2 (subproductos de mango pasteurizados a 77°C por 1 minuto)

MC: muestra control (subproductos de mango sin pasteurizar)

ANEXO 2. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

| Tratamiento | Repetición | Ph | Acidez | Sólidos solubles (° Brix) |
|-------------|------------|------|--------|---------------------------|
| T1 | 1 | 4.44 | 0.26 | 6.40 |
| | 2 | 4.43 | 0.26 | 6.53 |
| | 3 | 4.44 | 0.27 | 6.46 |
| T2 | 1 | 4.43 | 0.27 | 6.42 |
| | 2 | 4.42 | 0.27 | 6.42 |
| | 3 | 4.43 | 0.25 | 6.56 |
| MC | 1 | 4.55 | 0.23 | 7.37 |
| | 2 | 4.54 | 0.25 | 7.04 |
| | 3 | 4.55 | 0.25 | 7.32 |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Nota:

T1: tratamiento 1 (subproductos de mango pasteurizados a 60°C por 6 minutos)

T2: tratamiento 2 (subproductos de mango pasteurizados a 77°C por 1 minuto)

MC: muestra control (subproductos de mango sin pasteurizar)

Ejemplo de solidos solubles (°Brix) de la media de T 1 repetición 1.

$$Ss = \frac{m \times S}{15}$$

$$Ss = \frac{10.0528 \times 9.6}{15}$$

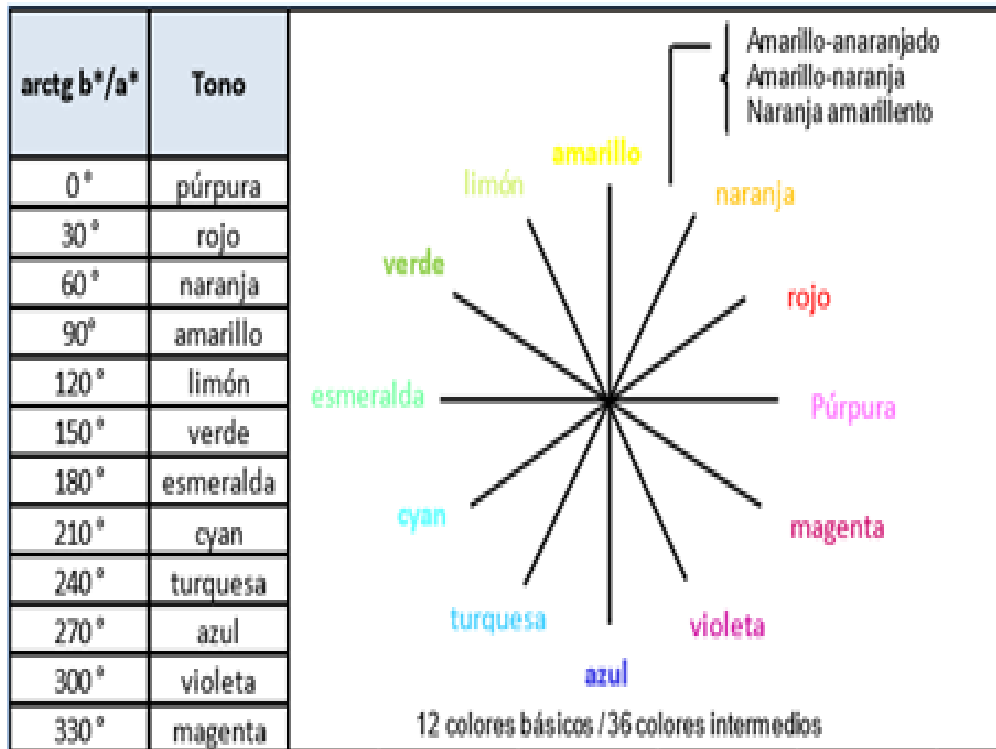
$$Ss = 6.43$$

COLOR

| Tratamiento | Repetición | Y | X | Y | L* | a* | b* | L* | C* | H* | COLOR |
|-------------|------------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------------------------|
| T1 | 1 | 26.1 | 0.4221 | 0.3982 | 58.1 | 12.1 | 32 | 58.1 | 34.2 | 69.3 | Naranja Amarillento |
| | 2 | 26.4 | 0.4222 | 0.3984 | 58.4 | 12.1 | 32.2 | 58.4 | 34.4 | 69.4 | Naranja Amarillento |
| | 3 | 26.7 | 0.423 | 0.3983 | 58.7 | 12.4 | 32.5 | 58.7 | 34.8 | 69.1 | Naranja Amarillento |
| T2 | 1 | 30.5 | 0.4194 | 0.4005 | 62.1 | 11.3 | 33.9 | 62.1 | 35.7 | 71.5 | Naranja Amarillento |
| | 2 | 30.5 | 0.4179 | 0.3997 | 62.1 | 11.2 | 33.4 | 62.1 | 35.2 | 71.5 | Naranja Amarillento |
| | 3 | 30.2 | 0.4207 | 0.4013 | 61.8 | 11.4 | 34.2 | 61.8 | 36.1 | 71.5 | Naranja Amarillento |
| MC | 1 | 32.2 | 0.4107 | 0.4 | 63.5 | 9.2 | 32.7 | 63.5 | 34 | 74.3 | Naranja Amarillento |
| | 2 | 32.2 | 0.4124 | 0.4014 | 63.5 | 9.3 | 33.4 | 63.5 | 34.7 | 74.5 | Naranja Amarillento |
| | 3 | 32.5 | 0.4012 | 0.3914 | 63.8 | 9.1 | 28.8 | 63.8 | 30.2 | 72.6 | Naranja Amarillento |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Norma UNE, 1981. Colores para la determinación del tono (H*)



ANEXOS 3. RESULTADOS ANÁLISIS TECNO-FUNCIONALES

Capacidad de Hinchamiento

| Tratamiento | Repetición | Peso muestra (g) | Volumen final de la muestra hidratada (mL) | C H (mL/g muestra seca) | % Humedad | CH (mL/g muestra seca) |
|-------------|------------|------------------|--|-------------------------|-----------|------------------------|
| T1 | 1 | 0.20066 | 1.71 | 8.52 | 8.90 | 9.35 |
| | 2 | 0.20109 | 1.72 | 8.53 | 8.08 | 9.28 |
| | 3 | 0.20187 | 1.69 | 8.37 | 7.87 | 9.09 |
| T2 | 1 | 0.20754 | 1.64 | 7.91 | 8.05 | 8.61 |
| | 2 | 0.20814 | 1.63 | 7.84 | 7.97 | 8.52 |
| | 3 | 0.20261 | 1.50 | 7.41 | 7.46 | 8.01 |
| MC | 1 | 0.20654 | 1.64 | 7.94 | 8.70 | 8.70 |
| | 2 | 0.20367 | 1.58 | 7.76 | 8.83 | 8.51 |
| | 3 | 0.20524 | 1.51 | 7.36 | 8.56 | 8.05 |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Nota:

T1: tratamiento 1 (subproductos de mango pasteurizados a 60°C por 6 minutos)

T2: tratamiento 2 (subproductos de mango pasteurizados a 77°C por 1 minuto)

MC: muestra control (subproductos de mango sin pasteurizar)

Ejemplo de cálculo de CH del T1 repetición 1.

$$\text{CH} = \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

$$\text{CH} = \frac{1.71}{0.20066}$$

$$\text{CH} = 8.52 \text{ mL / g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$\text{CH} = \frac{\text{CH} * 100}{100 - \% \text{ Humedad}}$$

$$\text{CH} = \frac{8.52 * 100}{100 - 8.90}$$

$$\text{CH} = 9.35 \text{ mL /g muestra seca}$$

Capacidad de retención de grasa

| Tratamiento | Repetición | Peso muestra (g) | Peso tubo (g) | Peso papel filtro (g) | Peso del tubo + residuo con aceite + papel filtro (g) | Peso del residuo con aceite (g) | CRG (g aceite/g muestra) | % Humedad | CRG (g aceite/muestra seca) |
|-------------|------------|------------------|---------------|-----------------------|---|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|
| T1 | 1 | 1.00485 | 9.828295 | 0.853355 | 13.10425 | 2.4226 | 1.41 | 8.90 | 1.55 |
| | 2 | 1.00474 | 9.6990825 | 0.87556 | 12.97515 | 2.4005075 | 1.39 | 8.08 | 1.51 |
| | 3 | 1.01381 | 9.91685 | 0.865425 | 13.214 | 2.431725 | 1.40 | 7.87 | 1.52 |
| T2 | 1 | 1.0024 | 9.87315 | 0.8911 | 13.57935 | 2.8151 | 1.81 | 8.05 | 1.97 |
| | 2 | 1.00815 | 9.88195 | 0.87345 | 13.6004 | 2.845 | 1.82 | 7.97 | 1.98 |
| | 3 | 1.0034 | 9.89555 | 0.8834 | 13.60185 | 2.8229 | 1.81 | 7.46 | 1.96 |
| MC | 1 | 1.00745 | 10.5958 | 0.8547 | 14.1189 | 2.6684 | 1.65 | 8.70 | 1.81 |
| | 2 | 1.01305 | 9.9392 | 0.8686 | 13.5642 | 2.7564 | 1.72 | 8.83 | 1.89 |
| | 3 | 1.00755 | 9.9542 | 0.8531 | 13.5125 | 2.7052 | 1.68 | 8.56 | 1.84 |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Ejemplo de cálculo de CRG del T1 repetición 1.

Cálculo de la capacidad de retención de grasa:

$$\text{CRG} = \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\text{CRG} = \frac{2.4226 - 1.00485}{1.00485}$$

$$\text{CRG} = 1.41 \text{ g aceite / g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$\text{CRG} = \frac{\text{CRG} * 100}{100 - \% \text{ Humedad}}$$

$$\text{CRG} = \frac{1.41 * 100}{100 - 8.90}$$

$$\text{CRG} = 1.55 \text{ g aceite /g muestra seca}$$

Capacidad de retención de Agua

| Tratamiento | Repetición | Peso muestra (g) | Peso tubo (g) | Peso papel filtro (g) | Peso capsula (g) | Peso tubo+residu o húmedo +capsula+papel filtro (g) | Peso residuo húmedo (g) | Peso tubo+ residuo seco+ capsula+ papel filtro (g) | Peso residuo seco (g) | CRA(g agua/g muestra seca) | % Humedad | CRA(g agua/g muestra seca) |
|-------------|------------|------------------|---------------|-----------------------|------------------|---|-------------------------|--|-----------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| T1 | 1 | 1.00481 | 10.180575 | 0.879935 | 108.5266 | 125.96275 | 6.37564 | 120.31875 | 0.73164 | 7.71 | 8.90 | 8.47 |
| | 2 | 1.00859 | 9.878945 | 0.86576 | 113.4835 | 130.67775 | 6.449545 | 124.97685 | 0.748645 | 7.61 | 8.08 | 8.28 |
| | 3 | 1.05 | 10.07134 | 0.86952 | 103.01595 | 120.1694 | 6.21259 | 114.6872 | 0.73039 | 7.51 | 7.87 | 8.15 |
| T2 | 1 | 1.00345 | 9.8422 | 0.88165 | 108.5248 | 125.5048 | 6.25615 | 119.94955 | 0.7009 | 7.93 | 8.05 | 8.62 |
| | 2 | 1.0125 | 9.7937 | 0.8696 | 113.48235 | 130.80705 | 6.6614 | 124.87115 | 0.7255 | 8.18 | 7.97 | 8.89 |
| | 3 | 1.0098 | 10.27945 | 0.8771 | 103.0137 | 120.81215 | 6.6419 | 114.8954 | 0.72515 | 8.16 | 7.46 | 8.82 |
| MC | 1 | 1.01245 | 9.87775 | 0.8627 | 23.454535 | 38.5096 | 4.314615 | 34.55235 | 0.357365 | 11.07 | 8.70 | 12.13 |
| | 2 | 1.0176 | 9.905 | 0.855 | 26.248185 | 42.85205 | 5.843865 | 37.477565 | 0.46938 | 11.45 | 8.83 | 12.56 |
| | 3 | 1.0293 | 9.9053 | 0.8564 | 23.299105 | 42.85995 | 8.799145 | 34.78312 | 0.722315 | 11.18 | 8.56 | 12.23 |

Elaboración: Sucunuta, F. (2014)

Ejemplo de cálculo de CRA del T1 repetición 1.

Cálculo de la capacidad de retención de agua:

$$\text{CRA} = \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso del residuo seco}}{\text{Peso del residuo seco}}$$

$$\text{CRA} = \frac{6.37564 - 0.72415}{0.73164}$$

$$\text{CRA} = 7.71 \text{ g agua/ a muestra}$$

Transformación a base seca:

$$\text{CRA} = \frac{\text{CRA} * 100}{100 - \% \text{ Humedad}}$$

$$\text{CRA} = \frac{7.71 * 100}{100 - 8.90}$$

$$\text{CRA} = 8.47 \text{ g agua/g muestra seca}$$

Anexo 4. ANOVA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ANOVA unidireccional: Aerobios Totales vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Muestra | 2 | 7,27279 | 3,63639 | 237,30 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,09195 | 0,01532 | | |
| Total | 8 | 7,36473 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| MC | 3 | 5,1431 | A |
| T2 | 3 | 3,293 | B |
| T1 | 3 | 3,1842 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Mohos y Levaduras UFC/g vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 21,2552 | 10,6276 | 6642,25 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,0096 | 0,0016 | | |
| Total | 8 | 21,2648 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|----------|------------|
| MC | 3 | 3,2600 | A |
| T2 | 3 | 0,000000 | B |
| T1 | 3 | 0,000000 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 5. ANOVA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

ANOVA unidireccional: pH vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 0,026600 | 0,013300 | 399,00 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,000200 | 0,000033 | | |
| Total | 8 | 0,026800 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|---------|------------|
| MC | 3 | 4,54667 | A |
| T1 | 3 | 4,43667 | B |
| T2 | 3 | 4,42667 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Acidez (% ácido cítrico) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 0,000800 | 0,000400 | 4,00 | 0,079 |
| Error | 6 | 0,000600 | 0,000100 | | |
| Total | 8 | 0,001400 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|---------|------------|
| T2 | 3 | 0,26333 | A |
| T1 | 3 | 0,26333 | A |
| MC | 3 | 0,24333 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: °Brix vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 1,21162 | 0,60581 | 42,86 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,08480 | 0,01413 | | |
| Total | 8 | 1,29642 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| MC | 3 | 7,243 | A |
| T2 | 3 | 6,4667 | B |
| T1 | 3 | 6,4633 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

COLOR

COORDENADA "L"

ANOVA unidireccional: L* vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 42,5600 | 21,2800 | 425,60 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,3000 | 0,0500 | | |
| Total | 8 | 42,8600 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| MC | 3 | 63,600 | A |
| T2 | 3 | 62,000 | B |
| T1 | 3 | 58,400 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

COORDENADA "a"

ANOVA unidireccional: a* vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 14,2200 | 7,11000 | 426,60 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,1000 | 0,01667 | | |
| Total | 8 | 14,3200 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|---------|------------|
| T1 | 3 | 12,200 | A |
| T2 | 3 | 11,3000 | B |
| MC | 3 | 9,2000 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

COORDENADA "b"

ANOVA unidireccional: b* vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 7,760 | 3,880 | 1,83 | 0,240 |
| Error | 6 | 12,740 | 2,123 | | |
| Total | 8 | 20,500 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| T2 | 3 | 33,833 | A |
| T1 | 3 | 32,233 | A |
| MC | 3 | 31,63 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

COORDENADA "H"

ANOVA unidireccional: H* vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 30,829 | 15,4144 | 41,54 | 0,000 |
| Error | 6 | 2,227 | 0,3711 | | |
| Total | 8 | 33,056 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|---------|------------|
| MC | 3 | 73,800 | A |
| T2 | 3 | 71,50 | B |
| T1 | 3 | 69,2667 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

COORDENADA "C"

ANOVA unidireccional: C* vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 10,98 | 5,490 | 2,67 | 0,148 |
| Error | 6 | 12,32 | 2,053 | | |
| Total | 8 | 23,30 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| T2 | 3 | 35,667 | A |
| T1 | 3 | 34,467 | A |
| MC | 3 | 32,97 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 6. ANOVA ANÁLISIS TECNO-FUNCIONALES

ANOVA unidireccional: CRA (g agua/muestra seca) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Adjust | MC. Ajust | Valor F | P-Valor P |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|-----------|
| Tratamiento | 2 | 28,7315 | 14,3657 | 447,71 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,1925 | 0,0321 | | |
| Total | 8 | 28,9240 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento N Media Agrupación

| | | | |
|----|---|--------|---|
| MC | 3 | 12,305 | A |
| T2 | 3 | 8,7757 | B |
| T1 | 3 | 8,2997 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CRG (g aceite/ muestra seca) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 0,314156 | 0,157078 | 217,49 | 0,000 |
| Error | 6 | 0,004333 | 0,000722 | | |
| Total | 8 | 0,318489 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento N Media Agrupación

| | | | |
|----|---|---------|---|
| T2 | 3 | 1,97000 | A |
| MC | 3 | 1,8467 | B |
| T1 | 3 | 1,5267 | C |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: CH (mL/muestra seca) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 2 | 1,4136 | 0,70680 | 9,04 | 0,015 |
| Error | 6 | 0,4690 | 0,07817 | | |
| Total | 8 | 1,8826 | | | |

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|--------|------------|
| T1 | 3 | 9,2400 | A |
| MC | 3 | 8,420 | B |
| T2 | 3 | 8,380 | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.