



UNIVERSIDAD LAIDA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

TRABAJO DE TITULACIÓN

Efecto del tratamiento térmico en el jugo de maracuyá
(*passiflora edulis*) en la sedimentación de sólidos en
suspensión.

Bravo Cedeño Gustavo Arnaldo

Domínguez Domínguez Jenifer Paola

Carrera de Ingeniería en Alimentos

Chone – Manabí – Ecuador

2016

Ing. Ramón Zambrano Morán, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor de Trabajo de Titulación.

CERTIFICO:

Que el Trabajo de Titulación: **“EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN EL JUGO DE MARACUYÁ (PASSIFLORA EDULIS) EN LA SEDIMENTACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN”**, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra apto para su aprobación respectiva.

Chone, Enero de 2016.

Ing. Ramón Zambrano Morán

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones, presentados en este Trabajo de Titulación, son exclusividad de sus autores.

Chone, Enero de 2016.

Bravo Cedeño Gustavo A.

Egresado

Domínguez Domínguez Jenifer P.

Egresada



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación, sobre el tema: ***“EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN EL JUGO DE MARACUYÁ (PASSIFLORA EDULIS) EN LA SEDIMENTACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN”***, elaborado por los egresados BRAVO CEDEÑO GUSTAVO ARNALDO Y DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ JENIFER PAOLA.

Chone, Enero de 2016.

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

Ing. Ramón Zambrano Morán

TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SECRETARIA

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa tan importante en mi vida quiero compartir con mis seres queridos el júbilo de un triunfo alcanzado, este es el inicio de un fructífero camino que hoy comienzo a transitar.

Quiero dedicar mi Trabajo de Titulación a Dios principalmente, por permitirme el don de la vida y brindarme las posibilidades para alcanzar tan añorado sueño.

A mis padres por ser mi guía, mi soporte y mi ejemplo de superación y amor sin medidas, gracias por llenarme de valores y principios que me han ayudado a formar mi personalidad.

A mi esposa, Leila Garcés Cornejo por ser mi mayor inspiración, el motor que me impulsa a seguir en momentos de adversidad, a ella le debo mi deseo de superación y la dedicación que ha puesto en cada meta propuesta.

Gustavo

DEDICATORIA

Dedico este gran triunfo en mi vida, a mis tres grandes amores, mis dos hijos, Abrihan y Adán, quienes han sido mi motivo, mi inspiración y mi fuerza para cumplir esta meta de ser una profesional para ser ejemplo de vida para ellos.

A mi esposo Richard Mejía Basurto, quien me ha comprendido, apoyado, motivado y ha sido un ejemplo de superación y logros, con quien envejeceré logrando triunfos, pero también compartiendo derrotas.

A mi hermano Abrihan, quien siempre ha estado desde el cielo protegiéndome y a mis seres queridos, quien junto a mi suegra proclaman bendición a Dios para protegernos y llevarnos por el camino del bien.

Pero sobre todo a mis padres, Francisco y Dolores, a mis hermanas y hermanos, quiero dejar plasmado que lo principal en la vida es la familia, núcleo de vida.

Jenifer

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, quién nos dio la vida y la ha llenado de bendiciones en todo este tiempo, a Él que con su infinito amor nos ha dado la sabiduría suficiente para culminar nuestra carrera universitaria.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a nuestros padres por todo el esfuerzo que hicieron para hacer de nosotros personas de bien, gracias por los sacrificios, gracias a ustedes hemos llegado a donde estamos. A nuestra parejas, quienes han sabido ser ellos quienes en ocasiones nos dieron ese empujón para seguir y no decaer antes las adversidades presentadas en este largo camino.

Agradecemos también de manera especial a la ULEAM y sus paralelos en Tosagua, por abrirnos las puertas para ser profesionales; a nuestro tutor el Ing. Ramón Zambrano Morán, quién con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo del trabajo; y finalmente al Ing. Wellington Ormaza por haber estado presto en todo momento para ayudarnos en cualquier inquietud que teníamos para la entrega y presentación del Trabajo de Titulación.

Los Autores

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| Portada | i |
| Certificación del Tutor | ii |
| Declaración de Autoría..... | iii |
| Aprobación del Tribunal de Grado | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento | vii |
| Índice General..... | viii |
| Resumen..... | xi |
| Abstract..... | xii |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| 1. Marco Teórico..... | 4 |
| 1.1. Efecto del tratamiento térmico en el jugo de maracuyá | 4 |
| 1.1.1. Maracuyá..... | 4 |
| 1.1.1.1. Tipos de maracuyá | 5 |
| 1.1.1.2. Composición de la maracuyá | 7 |
| 1.1.1.3. Propiedades medicinales de la maracuyá | 10 |
| 1.1.1.4. Usos | 11 |
| 1.1.1.5. Jugo de maracuyá..... | 12 |
| 1.1.2. Tratamiento térmico..... | 13 |
| 1.1.2.1. Tipos de tratamientos térmicos | 14 |
| 1.1.2.2. Efectos del tratamiento térmico | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 1.2. Sedimentación de sólidos en suspensión..... | 23 |
| 1.2.1. Definición..... | 23 |
| 1.2.2. Tipos de sedimentación..... | 26 |
| 1.2.3. Mecanismo de la separación sólido – líquido | 31 |
| 1.2.4. Factores que influyen en el proceso de sedimentación..... | 34 |
| 1.2.5. Sólidos en suspensión en frutas..... | 35 |
| CAPÍTULO II..... | 38 |
| 2. Estudio de campo | 38 |
| 2.1. Métodos y técnicas | 38 |
| 2.1.1. Observación | 38 |
| 2.1.2. Diseño experimental..... | 38 |
| 2.1.3. Análisis | 39 |
| 2.2. Resultados..... | 39 |
| 2.2.1. Proceso de obtención del jugo de maracuyá..... | 41 |
| 2.2.2. Resultados del experimento | 43 |
| CAPÍTULO III..... | 45 |
| 3. Propuesta | 45 |
| 3.1. Tema | 45 |
| 3.2. Equipos e insumos | 45 |
| 3.3. Proceso de elaboración | 46 |
| CAPÍTULO IV | 47 |
| 4. Evaluación de resultados..... | 47 |
| 5. Conclusiones | 51 |
| 6. Recomendaciones | 52 |

7. Bibliografía 53

Anexos 58

Ficha de Observación

Tabla de niveles térmicos utilizados en el experimento

Evidencias de la práctica

RESUMEN

La realización del presente Trabajo de Titulación tiene como objetivo principal el tratamiento térmico del jugo de maracuyá (*passiflora edulis*) y su efecto en la sedimentación de sólidos en suspensión, para ellos fue necesario realizar cinco tratamientos con cinco réplicas cada uno, con temperaturas de 40°C, 45°C, 50°C, 55°C y 60°C, en un tiempo estimado de 30 min. para todas las réplicas; se utilizaron muestras de 200 ml de jugo de maracuyá. El experimento se realizó en la Planta de Alimentos de la ULEAM Extensión Chone, utilizando principalmente equipos como estufa, brixometro, termómetro y balanza, disponibles en el laboratorio, así como también materiales que los investigadores proporcionaron. Finalizando los tratamientos se pudo comprobar que la temperatura idónea de tratamiento térmico en el jugo de maracuyá fue la de 45°C, ya que a esta temperatura los sólidos en suspensión no sufrieron cambio alguno, y los grados Brix (°Bx) presentaron un leve incremento a diferencia de los valores iniciales. La propuesta que se presenta en el trabajo, se basa de acuerdo a los estudios realizados y obtenidos de la práctica, lo que lleva a la conclusión de que la hipótesis planteada es afirmativa.

Palabras Claves: tratamiento térmico, sedimentación de sólidos, brixometro, replica.

ABSTRACT

The completion of this work Degree's main objective is the thermal treatment of passion fruit juice (*Passiflora edulis*) and its effect on the sedimentation of suspended solids, for them it was necessary to make five treatments with five replicates each, with temperatures of 40°C, 45°C, 50°C, 55°C and 60°C, at an estimated time of 30 min. all replicas; Samples of 200 ml passion fruit juice were used. The experiment was conducted in Plant Food ULEAM Extension of Chone, mainly using equipment such as stove, brixometro, thermometer and balance available in the laboratory, as well as materials that the researchers provided. Finishing treatments it was found that the ideal temperature for heat treatment in passion fruit juice was 45°C, since at this temperature the suspended solids did not suffer any change, and the Brix (°Bx) showed a slight increase in contrast of the initial values. The proposal presented in the paper draws according to studies and findings obtained in practice, leading to the conclusion that the hypothesis is yes.

Keywords: heat treatment, settling of solids, brixometro, replicates.

INTRODUCCIÓN

En un mundo de constante evolución, existe gran interés de los consumidores en el papel saludable de ciertos alimentos, así como sus componentes con actividad en las funciones fisiológicas del organismo humano. Actualmente se están desarrollando nuevos alimentos con propiedades funcionales y/o terapéuticas que están siendo utilizados para la creación de nuevas categorías de alimentos considerados utilizables, entre los que se encuentran bebidas formuladas a partir de frutas tropicales adicionadas con ingredientes prebióticos.

La presente investigación es de mucha importancia por cuanto se conocerán las características de la suspensión de sólidos en un líquido, sus propiedades físicas (densidad del sólido y del líquido, entre otros) y las especificaciones de la suspensión que se desea obtener a la salida (concentración de sólidos); así como también el tratamiento térmico que se le dará al jugo de maracuyá y su efecto sobre las variables estudiadas.

La búsqueda de nuevos conocimientos hace que el tema de la investigación sea original, pues no existen antecedentes investigativos sobre temas similares y permite conocer información de mucha relevancia a nivel local, sin embargo existen diferentes conceptos que abarcan información sobre el tema seleccionado.

Existe gran interés por parte de consumidores en el papel saludable de ciertos alimentos, así como también de sus componentes con actividad en las funciones fisiológicas del organismo humano; además de los investigadores por realizar prácticas para obtener el resultado esperado.

La consecución de la materia prima (maracuyá) y por consiguiente su jugo, en cualquier lugar de la provincia, además del laboratorio de la ULEAM Extensión Chone, hacen que la realización de este trabajo sea factible para los investigadores por cuanto cuentan con todo lo necesario para su realización.

La investigación se enfocó en la sedimentación del jugo de maracuyá, el campo en el que se orientó fue en el de la ingeniería en alimentos, teniendo como objetivo principal el Determinar el efecto del tratamiento térmico en la sedimentación de los sólidos en suspensión del jugo de maracuyá (*passiflora edulis*), así como también se planteó la hipótesis: “El tratamiento térmico en el jugo de maracuyá (*passiflora edulis*) incidirá en la sedimentación de sólidos en suspensión”, la misma que fue comprobada con la práctica realizada en la planta de la ULEAM Extensión Chone.

Posteriormente encontramos la división por capítulos detallada: en el Capítulo I se muestra el Marco Teórico, donde se expone toda la información de las variables dependiente en este caso tratamiento térmico del jugo de maracuyá y la variable independiente sedimentación de sólidos en suspensión.

En el capítulo II se enmarca el Estudio de Campo, que no es otra cosa que el detalle de las técnicas y métodos utilizados para la recopilación de la información. En el Capítulo III se encontrará la Propuesta presentada, detallando todo lo necesario para la realización de la sedimentación de sólidos.

En el Capítulo IV se detalla la Evaluación de los Resultados con información de autores que corrobore dicha investigación. Posteriormente se presentan las Conclusiones y Recomendaciones a las que se ha llegado una vez concluida la investigación. Finalmente se presenta la respectiva Bibliografía, y Webgrafía de donde se obtuvo información para el marco teórico; así como también los respectivos Anexos.

CAPÍTULO I

1. Marco Teórico

1.1. Efecto del tratamiento térmico en el jugo de maracuyá

1.1.1. Maracuyá

“La planta de maracuyá es un arbusto trepador, originario de Brasil, provisto de zarcillos, con hojas alternas de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés; las flores son grandes, de hasta 10 cm de diámetro, olorosas y solitarias, con las lacinias del cáliz en forma de hierro de lanza; el fruto es una baya comestible que tiene forma ovoide, color anaranjado y numerosas semillas; crece en los montes y se cultiva como planta ornamental; la infusión de las flores se usa en medicina popular por sus efectos sedantes.” (Mon, 2014).

La maracuyá es una fruta tropical, de una planta que crece en forma de enredadera, perteneciente a la familia de las Passifloras, de las que se conocen más de 400 especies, según investigaciones se cree que la planta es originaria de Brasil, pero en nuestro país también hay cultivo de esta fruta, siendo la mayor aceptación la amarilla (*P. Edulis*); su jugo es ácido y aromático, excelente fuente de vitaminas.

“La maracuyá se utiliza en la alimentación humana de dos formas principales: consumo directo del fruto y en jugo. El jugo, cuya concentración puede llegar hasta el 41%, tiene un color amarillo-oro, sabor y aroma característico y acidez

neta. El color se desarrolla por la presencia de carotenoides de coloración amarillo intensa y el aroma por una mezcla de 18 aceites volátiles siendo los de mayor proporción hexilca-proato, hexil-butirato, etilcaproato y etilbutirato.” (Nutrición, 1994).

1.1.1.1. Tipos de Maracuyá

“Existen diversos tipos de maracuyá pero entre las más reconocidas se encuentran las siguientes” (Plinius, 2010):

a. *Passiflora edulis edulis*: llamada flor de la pasión púrpura o granadilla púrpura, con carne muy aromática, que recuerda al albaricoque, combina muy bien con ensaladas, yogures y otras frutas preparadas en Macedonia.

b. *Passionaria edulis flavicarpa*: con un cultivo más extendido que el de la flor de pasión púrpura, ya que se puede encontrar en la mayoría de países sudamericanos donde es mucho más apreciada que la primera. Ambas son muy exportadas a Europa donde se considera un fruto exótico. En ambos casos, el zumo se obtiene batiendo la pulpa y filtrando el líquido para separarlo de las pepitas. El maracuyá, además de comerlo crudo, puede tomarse en zumo, resultando una bebida muy dulce y refrescante, bastante rica en minerales, como el calcio, el hierro y el fósforo.

c. *Passiflora quadrangularis*: de fruto oblongo que llega a medir hasta 30 cm., muy sabroso por resultar muy dulce, con propiedades medicinales para el tratamiento del colesterol. La raíz es venenosa y se utiliza para eliminar los gusanos intestinales.

En su composición se ha descubierto serotonina, un potente neurotransmisor, necesaria para el buen estado del sistema nervioso y cuyas deficiencias son responsables de patologías como la depresión, ciertos tipos de obesidad, comportamientos obsesivos, insomnio, migrañas. Es la planta que contiene la cantidad más elevada de niacina.

d. *Passiflora laurifolia*: natural de Colombia y Perú, con fruto amarillo de hasta 8 cm y flores con pétalos rojizos por un lado y verdosos por el otro. Al igual que la *Passiflora quadrangularis*, sus raíces sirven para realizar decocciones con las cuales se eliminan los gusanos intestinales.

Pero en nuestro medio las más utilizadas son el maracuya amarillo: (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) y el maracuya púrpura (*Passiflora edulis f. Edulis*) que se encuentran generalmente en zonas tropicales y en climas templados. Estas son utilizadas en la industria y en el consumo interno como jugo o en jaleas y mermeladas, y es esta misma tipo de maracuyá la que utilizaremos para este estudio, en base a que es la más popular en nuestro medio, de fácil acceso y con las características para realizar este proyecto, se puede utilizar cualquier tipo de esta fruta, pero algunas de estas no se producen en el país o tienen baja producción en el campo agrícola, en el caso de la **PASIONARIA MOLLISIM** o comúnmente llamado Taxo tiene mayor producción en la zona andina del Ecuador y se lo utiliza para la elaboración de jugos con leche y taxo, jaleas y jugos naturales.

1.1.1.2. Composición de la maracuyá

Tabla N°1. Composición del fruto de la maracuyá

| Parte del fruto | Amarillo | Morado |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Cáscara | 61.9 % | 49.6 % |
| Pulpa | 38.1 % | 50.4 % |
| Residuo | 7.2 % | 13.6 % |
| Jugo | 30.9 % | 36.8 % |
| (1)Residuo + Jugo | | |

Elaborado por: Gustavo Bravo – Jenifer Domínguez

Fuente: (Piza, 1966)

La utilización del fruto para la producción de jugo genera gran cantidad de residuos (cáscara + semilla) ricos en aceite (semilla), pectina y material mineral (cáscara). Se puede extraer la pectina para emplearla en la elaboración de jaleas y se puede utilizar las semillas en alimentación animal aprovechando el alto contenido de aceite, carbohidratos y proteínas. El aceite de coloración amarilla, sabor y aroma agradables se compara con el aceite de algodón por su valor nutritivo y digestibilidad. (Durigan, 1987).

Es muy común encontrar cultivos de maracuyá en países latinoamericanos como Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, en nuestro país es mayormente utilizada para el consumo interno ya sea en la preparación de jugos o de mermeladas y jaleas. Esto es debido a su gran concentración ácida, por tal motivo en la elaboración de jugos solo se utiliza la pulpa obteniendo

como residuo la semilla y la cáscara, mientras que en la preparación de mermeladas se utiliza tanto la pulpa como la piel blanda de la maracuyá, y ésta es utilizada como espesante o en pequeñas porciones comestibles de la mermelada.

Tabla N° 2. Composición del jugo de maracuyá

| Componente | Amarillo | Morado |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| Calorías (cal) | 53 | 51 |
| Proteínas (g) | 0.67 | 0.39 |
| Grasa (g) | 0.05 | 0.05 |
| Carbohidratos (g) | 13.72 | 13.60 |
| Fibra (g) | 0.17 | 0.04 |
| Ceniza (g) | 0.49 | 0.34 |
| Calcio (mg) | 3.80 | 3.60 |
| Fósforo (mg) | 24.60 | 12.50 |
| Hierro (mg) | 0.36 | 0.24 |
| Vitamina A (mg) | 2410 | 71 |
| Nacina (mg) | 2.24 | 1.46 |
| Ácido ascórbico | 20 | 29.80 |
| (1) Contenido en 100 ml | | |

Elaborado por: Gustavo Bravo – Jenifer Domínguez

Fuente: (Santos, 1984)

“El maracuyá o fruta de la pasión es una fruta rica en hidratos de carbono, fibra, vitamina C y vitamina A. Por su contenido en azúcar natural, resulta un

alimento energético de fácil digestión, adecuado para introducir en toda dieta equilibrada. Su contenido en fibra es muy destacable, dado que es una de las frutas con mayor contenido. Esto se debe a la ingesta de sus semillas, que son ricas en fibra insoluble, con efectos sobre el estreñimiento (acelera el ritmo intestinal) y sobre la reducción del colesterol (la fibra impide la absorción de colesterol y ayuda a excretarlo). La pulpa contiene pectina, con propiedades para regularizar el ritmo intestinal.” (Barnola, 2016)

Al ser una fuente de vitamina C, E y A, tiene propiedades antioxidantes, para evitar el envejecimiento prematuro de la piel. Conviene estas propiedades especialmente a fumadores. Contiene vitamina A, en forma de carotenoides, con propiedades para mejorar la salud de la visión cardiovascular y de la piel, ayudando a proteger las células contra el ataque de los radicales libres. También es destacable el contenido de vitamina B del maracuyá, fundamentalmente su contenido en niacina, que resulta muy adecuada para el perfecto estado de los nervios.

El maracuyá prácticamente no contiene grasas, lo que, junto con sus propiedades antioxidantes, lo hace muy adecuado para dietas de adelgazamiento. El escaso contenido en grasas y alto contenido en fibra ayuda a depurar el organismo, mientras que los antioxidantes evitan el deterioro de los radicales libres que se producen durante la quema de grasas en el proceso de adelgazamiento.

Al igual que el resto de las passifloras, presenta cierta cantidad de alcaloides con propiedades tranquilizantes y desintoxicantes. Todos estos elementos desintoxicantes parecen otorgarle al maracuyá o fruta de la pasión propiedades anticancerígenas, especialmente en lo que se refiere al cáncer de estómago.

1.1.1.3. Propiedades medicinales de la maracuyá

La maracuyá posee importantes propiedades medicinales tal como se detalla a continuación:

“La planta seca se utiliza como medicinal para remediar los problemas de ansiedad o nerviosismo. Igualmente posee propiedades adecuadas para calmar dolores corporales, como dolor muscular, dolor de cabeza o dolor de estómago. Las propiedades analgésicas de esta planta vienen determinadas por su contenido en ácido ascórbico (vitamina C) y tiamina.” (Barnola, 2016)

La pectina le proporciona propiedades antitusicas, capaces de remediar la tos y el ácido ascórbico le otorga propiedades mucolíticas. Todo ellos ha sido aprovechado en el tratamiento de la bronquitis. No tiene un gran impacto en la industria medicinal, ya que solo se utiliza como un elemento auxiliar para ciertos dolores, por su gran contenido de ácido ascórbico ayuda a remediar enfermados como la tos o gripe, esto no quiere decir que sea un medicamento necesario para curarla.

1.1.1.4. Usos

“De esta fruta sale un jugo con gusto exquisito, pues su sabor agridulce es excelente para quitar la sed de cualquiera. También se preparan postres, ya que la maracuyá les deja un toque ácido. También es ideal en recetas de sal que requieren ese mismo toque.

Los cocteles no se quedan atrás, ya que esta fruta es tomada en cuenta para la elaboración de muchas bebidas que contienen alcohol. Un consumo regular de maracuyá ayuda a cuidar la piel, el cabello, los huesos, la visión y el sistema inmunológico.

La flor de maracuyá puede ser usada como un sedante natural para aliviar la ansiedad y mejorar el sueño. Se debe preparar una infusión de la misma y tomarla caliente. Esta infusión también puede aliviar espasmos nerviosos y calmar dolores menstruales. La cáscara de esta fruta ayuda a mantener la estética de la piel y lo mejor de todo es que dicha cáscara es comestible. La cáscara es aquella que tiene el mayor concentrado de vitamina A y por eso hay que aprovecharla al máximo.” (Kuhne, 1968).

El incremento de la fama de esta deliciosa fruta va de la mano con los descubrimientos cada vez mayores de sus beneficios. La pulpa, el zumo, las flores y la infusión de las hojas del maracuyá tienen un efecto relajante. Mucho más pronunciado en el caso de la infusión, la cual puede utilizarse como sedante ligero o como calmante para dolores musculares o cefaleas. Posee un

ligero efecto vasodilatador, reduciendo la tensión arterial, lo cual aligera el trabajo al corazón. Aunque no se recomienda su utilización regular a fin de evitar efectos tóxicos.

1.1.1.5. Jugo de maracuyá

“El jugo de Maracuyá es una fuente de proteínas, minerales, carbohidratos y grasas. Tiene un valor energético de 78 calorías, 2.4 gramos de hidratos de carbono, 5 mg de Calcio, 17 mg de Fósforo este interviene en la formación de huesos y dientes interviniendo en el metabolismo energético, 0.3mg de hierro, 684mg de vitamina A, la cual es esencial para la visión, la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento de del sistema inmunológico, 0.1 mg de vitamina B2 (Rivoflavina), 2.24 mg de Niacina y 20 mg de vitamina C las cuales al armonizarse dan como resultado la producción del colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos, y beneficia a la absorción del hierro de los alimentos y las resistencias a las infecciones.” (Avilán, 1984)

El Maracuyá se recomienda:

Al tener un elevado contenido en fibra, mejora el tránsito intestinal reduciendo enfermedades tales como el estreñimiento; reduce el nivel de glicemia en la sangre en personas con diabetes.

- Bajar la presión Arterial
- Como Tranquilizante

- Como fuente de vitamina C

1.1.2. Tratamiento térmico

“La aplicación de un tratamiento térmico a alimentos viene condicionado por la necesidad de” (Latorre, 2013):

- Reducir la flora microbiana presente en los alimentos
- Evitar las alteraciones producidas por los microorganismos no patógenos
- Aplicar el grado de calentamiento/enfriamiento adecuado a cada alimento en cuestión

Los cuatro objetivos principales que se persiguen al aplicar un tratamiento térmico a un alimento son:

- Destruir los microorganismos que puedan afectar a la salud del consumidor
- Destruir los microorganismos que puedan alterar el alimento
- Inactivación enzimática
- Optimizar la retención de factores de calidad a un costo mínimo

El tratamiento térmico de un alimento depende de:

- La termo-resistencia de los microorganismos y enzimas presentes en el alimento
- La carga microbiana inicial que contenga el alimento antes de su procesado

- El pH del alimento
- El estado físico del alimento

Para evitar la proliferación de bacterias y microorganismos en los alimentos se utilizan en variadas ocasiones los tratamientos térmicos que consisten en someter las frutas o verduras a temperaturas consideradas por sus características, el alimento debe estar en buen estado debido a que al someterlo al calor este puede perder ciertos nutrientes o su estado físico; también se debe considerar la carga microbiana que contenga el fruto porque éstas generalmente poseen mayor carga de bacterias y son más susceptibles que otras frutas, ciertas frutas se oxidan inmediatamente al exponerlas al ambiente y es por el contacto con los microorganismos, otras en cambio duran más tiempo expuestas al ambiente pero terminan deteriorándose después de unos días.

1.1.2.1. Tipos de tratamientos térmicos

“Bajo el título de tratamientos térmicos se suelen englobar todos los procedimientos que tienen entre sus fines la destrucción de los microorganismos por el calor. Nos estamos refiriendo tanto a la Pasteurización y a la Esterilización, cuya finalidad principal es la destrucción microbiana, como al Escaldado y a la Cocción, procesos en los que también se consigue una cierta reducción de la flora microbiana, pero que sus objetivos principales son la variación de las propiedades físicas del alimento.” (Mejía, 2011)

A continuación un breve detalle de cada uno de los tipos de tratamientos térmicos:

a. La **pasteurización** implica la destrucción por el calor de todos los organismos en fase vegetativa, productores de enfermedades o la destrucción o reducción del número de organismos productores de alteraciones en ciertos alimentos, como son los de acidez alta (con un pH menor de 4,6). En estos alimentos sólo se desarrollan microorganismos que alteran el alimento pero no son patógenos para el hombre.

Este método inactiva las enzimas y destruye los microorganismos que no soportan altas temperaturas de esta manera se conserva los alimentos, al someter los alimentos a esta técnica provoca cambios mínimos en las características de los alimentos y su valor nutritivo.

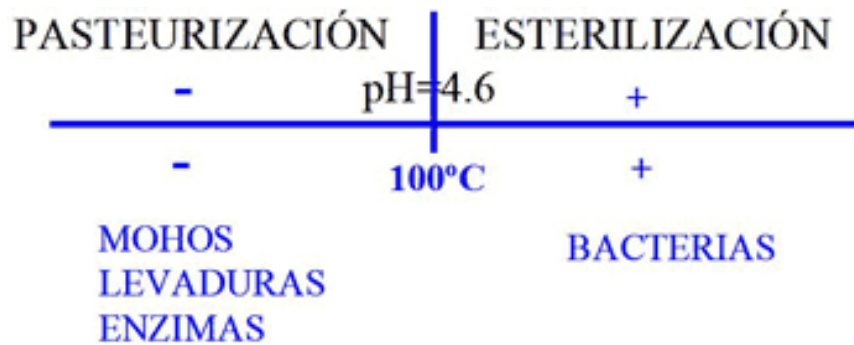
b. La **esterilización** significa la destrucción de todos los organismos viables que puedan ser contados por una técnica de recuento o cultivo adecuados y sus esporas, mediante la aplicación de calor a temperaturas superiores a 100 °C.

Por ejemplo, un alimento de baja acidez ($\text{pH} > 4.6$) exige un calentamiento por encima de 100 °C, generalmente dentro del margen [116-130] °C, durante un tiempo suficiente para conseguir una reducción de 12 ciclos logarítmicos en el número de esporas de *Clostridium Botulinum*. Sin embargo, los alimentos de alta acidez (zumos de frutas) no se someten a tratamientos tan intensos,

puesto que el desarrollo de bacterias formadoras de esporas no tiene lugar para esos valores de pH.

En el gráfico N°1, se aclararán las áreas de aplicación de la pasteurización y esterilización.

Gráfico N° 1. Áreas de aplicación de los procesos de pasteurización y esterilización



Fuente: HRS – Heat exchangers

No obstante, la práctica habitual se encamina hacia la aplicación de temperaturas más elevadas con la consecuente reducción en los tiempos de proceso, de forma que el producto retenga al máximo sus cualidades organolépticas y nutritivas. La pasteurización de tipo HTST (del inglés high temperatura – short time, “alta temperatura – corto tiempo”) tiene un alto grado de aceptación en la industria alimentaria, debido a la eficiencia operacional que implica. Adecuadamente operada, estas unidades permiten obtener elevados volúmenes de producción con un mínimo espacio de proceso. El principio de

este sistema consiste en las relaciones que se establecen entre las variables de proceso tiempo-temperatura-presión.

Es un procedimiento más drástico, en el que se somete al alimento a temperaturas de entre 115°C y 127°C. Para alcanzarlas, se utilizan autoclaves o esterilizadores. El proceso se debe mantener un cierto tiempo (en algunos alimentos, hasta veinte minutos), y la temperatura afecta al valor nutricional (se pueden perder algunas vitaminas) y organoléptico de ciertos productos.

Esta técnica lo que hace es exponer a los alimentos a temperaturas elevadas por más de los 100°C para preservarlo y para eliminar las bacterias y enzimas que no soportan estas temperaturas, se emplea en lácteos y zumos de frutas, pero este procedimiento si afecta las características organolépticas y el valor nutricional de las frutas, por esta razón es menos utilizado o se han implementado técnicas alternativas que puedan conservar el alimento en cuando a sabor y proporción y que al contrario no hagan que éste se debilite o se corrompa.

La esterilización UHT (ultra high temperatura – temperatura ultra alta) se basa en utilizar altas temperatura (135-150°C, durante 1 y 3 segundos). Es cada vez más utilizado, ya que su repercusión sobre el valor nutricional y organoléptico de los alimentos es menor que la esterilización convencional. La esterilización se emplea en leche, zumos de frutas y concentrados, nata y otros muchos productos a los que alarga su vida útil como mínimo tres meses, sin que para

ello se requiera refrigeración, pudiéndose prolongar entre dos a cinco años en función del tipo de alimento y el tratamiento aplicado.

c. El **escaldado** es un tratamiento térmico suave que somete al producto durante un tiempo más o menos largo, a una temperatura inferior a 100 grados. Se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática de frutas y verduras. Se utiliza en la conservación de las hortalizas para fijar su color o disminuir su volumen, antes de su congelación, con el fin de destruir enzimas que puedan deteriorarlas durante su conservación.

Esta manipulación no constituye un método de conservación, sino un tratamiento aplicado en las manipulaciones de preparación de la materia prima. El escaldado reduce el número de microorganismos contaminantes, principalmente mohos, levaduras y formas bacterianas vegetativas de la superficie de los alimentos, y contribuye, por tanto, al efecto conservador de operaciones posteriores.

d. La **cocción** es un procedimiento que consiste en elevar la temperatura de un alimento, que modifica sus propiedades originales de modo que lo hace más fácil de digerir, en especial cuando se somete a un líquido en ebullición, generalmente agua.

Mediante la cocción se modifican los componentes físicos y bioquímicos del alimento, mediante uno o varios de estos procesos: ablandamiento, coagulación, hinchamiento o disolución. Así pues, con la cocción de frutas o

verduras, se conseguirá la destrucción de la pectina o del almidón y con ellos se logrará que el alimento se ablande.

1.1.2.2. Efectos del tratamiento térmico

Los efectos del tratamiento térmico se deben a que la aplicación del calor en los alimentos tiene varios objetivos. El primero de ellos es convertir a los alimentos en digestibles, hacerlos apetitosos y mantenerlos a una temperatura agradable para comerlos.

“El uso del calor persigue destruir agentes biológicos para obtener productos más sanos y duraderos. Del mismo modo, los tratamientos térmicos persiguen destruir agentes biológicos, como bacterias, virus y parásitos con la finalidad de obtener productos más sanos; conseguir productos que tengan una vida comercial más larga, debido fundamentalmente a la eliminación o reducción de los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos; y disminuir la actividad de otros factores que afectan a la calidad de los alimentos, como determinadas enzimas (por ejemplo, las que producen el oscurecimiento de los vegetales cuando éstos son cortados).” (Cruz, 2003)

El tratamiento térmico que precisa cada alimento depende de la naturaleza de cada producto. Algunos sólo permiten ciertas temperaturas pues, de otro modo, provoca cambios en su aspecto y su sabor. En otros, sin embargo, las altas temperaturas no producen alteraciones. De cualquier forma, cuanto mayor es el tratamiento térmico, mayor número de gérmenes se destruyen, ya que al

someter a los microorganismos a una temperatura superior a la que crecen, se consigue la coagulación de las proteínas y la inactivación de las enzimas necesarias para su normal metabolismo, lo que provoca su muerte o lesiones sub-letales.

Por tanto, las temperaturas altas aplicadas en los alimentos actúan impidiendo la multiplicación de los microorganismos, causando la muerte de las formas vegetativas de éstos o destruyendo las esporas formadas por ciertos microorganismos como mecanismo de defensa frente a agresiones externas. Cuanto mayor sea la cantidad de microorganismos que se encuentren en el alimento, más tiempo se tardará en reducir el número de supervivientes a un valor determinado. Por eso, el sistema de preparación de cada producto precisa de diferentes combinaciones de tiempo y temperatura.

“Los tratamientos térmicos son un proceso necesario para prolongar la vida útil de los jugos comerciales. El procesamiento térmico de jugos cítricos a altas temperaturas si bien elimina la posibilidad de daño microbiológico y reduce la actividad enzimática, afecta la calidad del producto, produce la pérdida de componentes termolábiles y termosensibles responsables de las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos.” (Lee H. N., 1988)

La calidad de los alimentos esterilizados difieren mucho de los frescos, particularmente el aroma, las vitaminas y componentes volátiles de estos productos son influenciados dramáticamente por los tratamientos térmicos. Los jugos cítricos tienen grandes cantidades de ácido ascórbico, otros ácidos

orgánicos, y sus sales, los que provocan la degradación de azúcares, aminoácidos y fenoles durante el procesamiento y posterior almacenamiento.

Esta técnica de someter los alimentos al calor funciona de diferentes maneras en diversos alimentos en el caso de la maracuyá al ser sometida al calor este puede deteriorar su textura y su apariencia debido a que el calor ingresa directamente por la corteza y el cuerpo blando de la maracuyá y ésta empieza a sufrir cambios físicos que solo afectan a la maracuyá físicamente; en el caso del jugo y las semillas al ser sometidas al calor producen mayor cantidad de jugo y mayor concentración en el sabor del mismo.

Por esto es necesario conocer hasta qué grado de temperatura soportan los alimentos y solo someterlos a ésta, caso contrario se deteriorará la fruta si es sometida a temperaturas que no soportan, o en caso de someterlo a temperaturas por debajo de lo que toleran no se obtendría resultados y todo el proceso sería en vano.

“Se ha demostrado que la oxidación del ácido ascórbico es el principal factor de paramiento de jugos cítricos. Se han realizado estudios acerca de la actividad antioxidante y su relación con el grado de paramiento del jugo utilizando el método de per oxidación del ácido linoleico” (Lee H. , 1992)

Los tratamientos térmicos pueden afectar de cierta manera los jugos de las frutas, pero éstos son sometidos a estos tratamientos para preservar su duración, conservar las sustancias y eliminar las enzimas o microorganismos

que se encuentran naturalmente dentro de los mismos. Así también el exponerlos a altas temperaturas ayuda favorablemente a la sedimentación de los sólidos dentro del jugo de maracuyá, permitiendo que por efecto de temperatura los sólidos se suspendan y se separe del jugo.

“En todos los tratamientos térmicos van a existir perdidas de elementos (los más termolábiles). Se van a desnaturalizar con el calor al igual que las vitaminas, proteínas, etc., sin embargo, el escaldado es un proceso tan suave que las perdidas van a ser mínimas; lo que nos interesara es reducir los elementos solubles que se pierden (vitaminas solubles, sales, almidón). Se perderán más o menos en función del producto, de la preparación del alimento (cortado o entero) ya que perderá más cuanto mayor es la relación Superficie/Volumen. El proceso de escaldado que se le aplique también influirá en las perdida (cada uno es diferente) del tiempo y la temperatura empleados, del método de enfriamiento (es distinto si se hace con agua fina o aceite.)”
(Coaguila, 2015)

Para conocer cuál es la perdida de nutrientes se hace un análisis de ácido ascórbico, vitamina C, que es sensible al calor y nos indica fácilmente la perdida. El escaldado tiene la ventaja de que algunas veces mejora el color del producto porque el agua limpia y elimina los restos de la superficie haciendo cambiar el índice de refracción de la luz y consiguiendo un brillo más intenso y una mayor presencia. Sin embargo, va a tener el inconveniente de que se produce una pérdida de pigmentos en función de tratamiento y la temperatura, siendo los productos verdes los que más resisten. Para minorar la pérdida se

emplea el carbonato de Sodio o el óxido de Calcio que protegen la clorofila si se adicionan al agua de escaldado.

La textura sufre cambios, se ablanda, lo cual es beneficioso cuando se llenan envases aunque no lo es tanto para otros procesos. Las pérdidas de textura se reducen con el empleo de cloruro de Calcio que junto a las pectinas, espesantes del producto (frutas principalmente) dan lugar al pectato cálcico proporcionándole firmeza y estabilidad al producto.

1.2. Sedimentación de sólidos en suspensión

1.2.1. Definición

“Se trata de una operación de separación sólido-fluido en la que las partículas sólidas de una suspensión, más densas que el fluido, se separan de éste por la acción de la gravedad. Es una operación controlada por la transferencia de cantidad de movimiento. En algunos casos, como cuando existen fuerzas de interacción entre las partículas y éstas son suficientemente pequeñas (suspensiones de tipo coloidal), la sedimentación natural no es posible, debiendo antes proceder a la floculación o coagulación de las partículas. Para que la sedimentación sea viable en la práctica, el tamaño de las partículas y su concentración en la suspensión deben tener unos valores mínimos, del orden de 1-10 micras y 0,2% de sólido en la suspensión.” (Rodríguez, 2014)

La sedimentación es una operación unitaria consistente en la separación por la acción de la gravedad de las fases sólida y líquida de una suspensión diluida

para obtener una suspensión concentrada y un líquido claro. Se pueden distinguir dos tipos de sedimentación, atendiendo al movimiento de las partículas que sedimentan: la sedimentación libre y la sedimentación por zonas.

La sedimentación se utiliza para separar las partículas sólidas dispersas en un líquido. La diferencia de densidades entre las partículas sólidas y el líquido hace que, aunque éste último tenga un movimiento ascendente y las partículas sólidas sedimenten, depositándose en el fondo de donde son eliminadas en forma de lodos. La viscosidad del líquido frena las partículas sólidas, que deben vencer el rozamiento con el líquido en el movimiento de caída.

En este proceso las partículas sólidas ceden parte de su cantidad de movimiento a las moléculas del líquido de su alrededor. Cuanto mayor sea la viscosidad del líquido, tanto más se frena el movimiento de las partículas. Las moléculas del líquido, aceleradas por contacto con el sólido transmiten su movimiento a capas de líquido más alejadas debido a las interacciones intermoleculares, de las que la viscosidad es una medida. La operación de sedimentación está, pues, controlada por el transporte de cantidad de movimiento.

“Los sólidos en suspensión son partículas que permanecen en suspensión en el agua debido al movimiento del líquido o debido a que la densidad de la partícula es menor o igual que la del agua. La concentración de sólidos en suspensión es un valor utilizado como uno de los indicadores de la calidad del

agua. Todos los sólidos en suspensión se pueden eliminar del agua mediante filtrado; sin embargo, si los sólidos en suspensión tienen una densidad mayor que el agua, estas partículas se pueden eliminar también por sedimentación, si la turbulencia del agua es mínima.” (Uiso, 1995)

Los sólidos en suspensión pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Los materiales orgánicos tienen origen animal o vegetal. Las sustancias orgánicas siempre contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Las sustancias inorgánicas tienen, por otro lado, origen mineral y no suelen contener carbono. Los sólidos en suspensión desempeñan un papel importante como contaminantes, tanto debido a la materia orgánica o inorgánica que los forman, como por los agentes patógenos que son transportados en la superficie de dichas partículas. Por ello, cuanto menor sea el tamaño de la partícula, mayor será el área superficial por unidad de masa de la partícula, y por lo tanto, mayor será la carga patógena que puede ser transportada.

La suspensión de los sólidos en el jugo de maracuyá se puede notar total o parcialmente, las partículas suspendidas no quedan totalmente en la superficie, sino que quedan flotando en el fluido esto se debe a que dichas partículas no poseen la misma densidad ni las mismas características entre sí, y la sustancia que queda sedimentada posee mayor concentración en este caso el jugo de maracuyá, ya que las semillas suben a la superficie por el proceso de sedimentación. Al permanecer los sólidos en suspensión es más fácil retirarlos de la sustancia, en este caso se podrá tener la totalidad de las semillas y el

jugo netamente concentrado de maracuyá, en diferentes recipientes para su posterior estudio.

“Los sólidos se pueden suspender utilizando diferentes tipos de técnicas o métodos:

- **Sedimentación.-** Las impurezas se separan de un fluido por acción de la gravedad y la agregación natural de partículas
- **Coagulación.-** Se agregan productos químicos para favorecer la agregación de partículas finamente divididas, coloides o macromoléculas
- **Precipitación.-** Se agregan productos químicos para separar de la solución impurezas disueltas” (Benavides, 2008)

Para el presente estudio utilizaremos la sedimentación para separar a los sólidos de los líquidos, lo haremos por efecto de la gravedad y la densidad del líquido, también es importante la concentración acida del jugo de maracuyá y la temperatura a la que se expone, esta técnica de sedimentación es utilizada en el tratamiento de aguas residuales y también la industria alimenticia para la separación de los jugos de frutas de sus semillas.

1.2.2. Tipos de sedimentación

a. Sedimentación libre: se produce en suspensiones de baja concentración de sólidos. La interacción entre partículas puede considerarse despreciable, por lo que sedimentan a su velocidad de caída libre en el fluido. En este

caso la sedimentación es solamente una función de las propiedades del fluido y las características de las partículas. Una partícula está sometida a dos fuerzas, flotación que es igual al peso del volumen del líquido desplazado por la partícula y a la fuerza gravitacional.

b. Sedimentación por zonas: se observa en la sedimentación de suspensiones concentradas. Las interacciones entre las partículas son importantes, alcanzándose velocidades de sedimentación menores que en la sedimentación libre. La sedimentación se encuentra retardada o impedida.

En la sedimentación, las partículas se encuentran colocadas a distancias tan reducidas, que el líquido desplazado se confina como dentro de un tubo, y la velocidad aumenta conforme se interfiere en los campos situados alrededor de las partículas individuales.

Dependiendo de cómo se realice la operación, la sedimentación puede clasificarse en los siguientes tipos:

a. Sedimentación intermitente: el flujo volumétrico total de materia fuera del sistema es nulo, transcurre en régimen no estacionario. Este tipo de sedimentación es la que tiene lugar en una probeta de laboratorio, donde la suspensión se deja reposar.

b. Sedimentación continua: la suspensión diluida se alimenta continuamente y se separa en un líquido claro y una segunda suspensión de mayor concentración. Transcurre en régimen estacionario.

También se consideran:

a. Sedimentación primaria.- El primer tratamiento importante que sufren los líquidos después de las precedentes fases preliminares es, generalmente, la sedimentación de los suspendidos en un tanque adecuado en el que se mantienen los líquidos por un lapso de 0.5 a 3 horas o más, que es suficiente para permitir que el 40 a 65% de los sólidos finamente divididos, se pose en el fondo del tanque, del cual se extraen por medio de colectores mecánicos. La sedimentación primaria es una operación unitaria diseñada para concentrar y remover sólidos suspendidos orgánicos del líquido a sedimentar. Antaño, cuando se consideraba que el nivel primario era suficiente como único tratamiento, la sedimentación primaria era la operación unitaria más importante de una planta. Su diseño y operación fueron determinantes en la reducción de las cargas de que se disponían en los cuerpos receptores. En la actualidad, los requerimientos de tratamiento a nivel secundario han otorgado a la sedimentación primaria un rol menor. No obstante, muchos de los procesos unitarios de tratamiento secundario son capaces de manejar los sólidos orgánicos sólo si se ha llevado a cabo una buena remoción de arena y escoria durante el pre tratamiento.

La mayor parte de los sólidos suspendidos presentes en los sólidos son de naturaleza pegajosa y flocculan en forma natural. Las operaciones de sedimentación primaria son esencialmente sin la adición de coagulantes químicos ni operaciones de mezclado mecánico y floculación. El material orgánico es ligeramente más que el agua y se sedimenta lentamente,

normalmente en el intervalo de 1 a 2.5 m/h. Los materiales orgánicos más ligero principalmente grasas y aceites, flotan en la superficie y se deben desnatar.

Todos los líquidos a sedimentar pasan por un proceso primario de sedimentación en el que los sólidos se suspenden de manera natural y el líquido sedimenta en el interior del recipiente este proceso dura solo un par de horas, y actualmente no se lo utiliza, este proceso era utilizado anteriormente ya que es un proceso manual y de observación, en la actualidad ya se cuenta con tecnología apta para llevar a cabo un proceso de sedimentación de sólidos en suspensión de cualquier tipo de líquido, en este caso se lo realizara del jugo de la maracuyá y si bien se lo puede hacer de esta manera como primer paso de sedimentación para luego someterlo a la sedimentación secundaria, cabe mencionar que los requerimientos y los materiales son diferentes en esta etapa primaria y la secundaria.

En la presente investigación, la sedimentación en el jugo de maracuyá se dará de manera libre, debido a que el proceso se lo hará de manera natural es decir sin agregar ningún acelerante sedimentador, y al sedimentarse libremente las partículas se separan los sólidos y los líquidos por efecto de la gravedad, densidad y movimiento de las partículas presentes en el jugo de maracuyá.

En varias industrias y en otros casos de sedimentación a la sustancia se le agregan acelerantes químicos para que las partículas sedimenten a mayor velocidad, en varias ocasiones esto provoca cambios físicos y químicos en las

características de las frutas, pero esto es compensado después en la elaboración del producto final.

Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características de las partículas así como de su concentración. Se designa como “partículas discretas” a aquellas que no cambian de característica (forma, tamaño, densidad) durante el proceso. Se denomina sedimentación o “sedimentación simple” al proceso de depósito de partículas discretas.

“Partículas floculantes” son aquellas producidas por la unión de partículas coloidales por medio de agentes químicos. Se denomina “sedimentación floculante” o “decantación”, al proceso de depósito de partículas floculantes las cuales cambia de características (forma, tamaño, resistencia, densidad) durante el proceso.

Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua estas se depositan sin interferir, denominándose a este fenómeno “caída libre”; en cambio, con alta concentración de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija, ocurriendo su depósito masivo en lugar de individual, a este proceso de sedimentación se le llama “deposición o caída interferida” o “sedimentación zonal”.

b. Sedimentación secundaria.- La biomasa generada en el tratamiento secundario constituye una carga orgánica significativa que es necesario remover para que el efluente pueda ajustarse a las normas oficiales. En

estanques y lagunas la remoción se logra por sedimentación en el mismo reactor. En los sistemas de lodos activados y de cultivo adherido los sólidos se remueven en sedimentadores secundarios.

Debido a que las características de los sólidos biológicos en los sistemas de cultivo suspendido y adherido tienen diferencias significativas, el diseño y operación de los sedimentadores secundarios en estos sistemas también son diferentes. El sedimentador secundario es importante debido a la carga grande de sólidos y a la naturaleza esponjosa del flóculo biológico de los lodos activados. Además, es conveniente que el lodo reciclado haya sido bien espesado.

La sedimentación secundaria se da en casos de mayor requerimiento como para el tratamiento de aguas residuales, porque almacena gran cantidad de agua fangosa o para hacer la sedimentación del jugo de maracuyá pero en mayor cantidad o llevado a la industria alimenticia en la que se producen grandes cantidades de jugos o néctar de maracuyá, para el presente estudio solo se realizara con sedimentación secundaria.

1.2.3. Mecanismo de la separación sólido – líquido

“La separación del material en suspensión del líquido que lo contiene involucra un proceso netamente físico. En este proceso se manifiestan una serie de fuerzas como son:

- La fuerza de fricción debido al desplazamiento de la partícula por el fluido.
- La fuerza que provoca que el sólido sedimente y que se debe a la acción de la gravedad.
- La fuerza de oposición o el empuje que se manifiesta por el desplazamiento del líquido por la partícula suspendida que se desplaza verticalmente hacia abajo.” (del Valle, 2012)

Si la fuerza gravitatoria es mayor que las fuerzas de oposición, la partícula se precipita al fondo del recipiente (sedimenta), de lo contrario, la partícula no se separa del líquido y será arrastrada por el líquido sobrenadante que sale en la parte superior del sedimentador. El factor principal que conduce a la sedimentación es la densidad de la partícula. A mayor densidad, mayor fuerza gravitacional y más eficiente separación del sólido.

También influye en la separación la densidad del líquido. La sedimentación se manifiesta en una mejor separación del sólido a altas temperaturas, por lo tanto se puede generalizar: a mayor densidad del sólido mejor separación del mismo; a menor densidad del líquido (a altas temperaturas) la separación de los sólidos o sedimentación es más eficiente.

Para una correcta aplicación de este mecanismo es necesario conocer la densidad del jugo de maracuyá y de sus semillas, pues de esto dependerá el tiempo en que logra sedimentarse el más pesado quedando en el fondo del recipiente mientras que el más ligero subirá a la parte externa. En este proceso

actúan las fuerzas de los elementos y la gravedad que provoca que descienda y se asiente en el fondo, separando así el líquido del sólido.

Algunos sólidos pueden sedimentar de manera diferente a otros, en el caso de la maracuyá existirán unas que sedimenten a menor tiempo y otras que lo hagan a mayor tiempo, esto depende específicamente de la concentración y la densidad de la misma, así también de los factores externos como el efecto de viento, el flujo y la velocidad del líquido, el movimiento y la temperatura al momento de realizar la sedimentación.

Es importante considerar el recipiente o el lugar donde se va a sedimentar el jugo de la maracuyá, puesto que la forma del mismo es de elevada importancia, ya que estos pueden ser rectangulares o circulares y diseñados para poder observar el proceso de sedimentación, generalmente se utilizan tanques de sedimentación o cámaras con estrictos procesos de observación y sedimentación, también es importante considerar la zona de salida, ya que una vez sedimentados los sólidos pueden ser retirados sin manipular la sustancia o provocar que por el movimiento vuelvan a unirse.

También es importante considerar el tamaño y la forma de las partículas ya que la diferencia de densidad de la sustancia está vinculada directamente con la velocidad a la que sedimentan las partículas, la concentración también juega un papel importante porque dependiendo de si la concentración es elevada la sedimentación será obstaculizada, por eso es necesario conocer la concentración y densidad de las sustancias.

En un determinado intervalo de tiempo no todas las partículas en suspensión sedimentan. A las que sedimentan en un intervalo de tiempo elegido se les llama “sólidos sedimentables”. La sedimentación como tal, es en esencia un fenómeno netamente físico.

Está relacionada exclusivamente con las propiedades de caída de las partículas en los líquidos. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada.

1.2.4. Factores que influyen en el proceso de sedimentación

“El proceso de sedimentación puede verse afectado por muy diversos aspectos, entre los que destacan:

- La interferencia entre partículas.
- La concentración y características de éstas.
- El período de detención (relación entre el tiempo de tránsito efectivo y el tiempo teórico de detención expresado en forma de porcentaje), diseño y características del sedimentador.
- La modalidad de proceso utilizado.
- El empleo de coagulantes y/o floculantes.” (Maldonado, 2012)

Un factor muy importante que influye en el proceso de sedimentación o decantación, es la calidad de líquido.

a. Calidad de líquido

Las variaciones de concentración de materias en suspensión modifican, en primer lugar, la forma de sedimentación de las partículas (con caída libre o interferida), así como las propiedades de las partículas modifican la forma de depósito (sedimentación para partículas discretas y decantación para partículas floculentas).

La concentración del jugo de maracuyá influye directamente sobre el líquido al momento de sedimentarse, este deberá ser puro y estar en su estado natural cualquier alteración en su concentración, temperatura o densidad influirá directamente en la velocidad

Adicionalmente, variaciones de concentración de partículas o de temperatura producen variaciones de densidad del agua y originan corrientes cinéticas o térmicas que, a su vez, generan cortocircuitos hidráulicos en las unidades.

1.2.5. Sólidos en suspensión en frutas

“Hay factores genéticos y agroclturalles que influyen para que existan, por ejemplo guanábanas de una región que posean 12% de sólidos solubles y otras que pueden alcanzar hasta 23%. Obviamente lo mejor es conseguir frutas

que posean alto rendimiento en pulpa, un elevado valor de sólidos solubles e intensas características sensoriales propias de la fruta.” (Avendaño, 2005)

Las características de las pulpas y jugos más tenidas en cuenta son las organolépticas, las fisicoquímicas y las microbiológicas.

Características organolépticas.- La apariencia de los jugos o pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada. La mayor separación de fases se produce por la presencia de aire ocluido, por el tamaño grueso de las partículas que componen la pulpa y por reacciones enzimáticas en pulpas no pasterizadas.

El atrapamiento de aire es inevitable cuando se emplean despulpadoras que provoquen esta incorporación. En relación con el tamaño de partícula depende del diámetro del orificio del tamiz que se empleó para la separación de las semillas durante el despulpado; a mayor diámetro, partículas más gruesas que menos se sostienen en la columna de fluido, tendiendo a caer por efectos de la fuerza de la gravedad.

Las normas de los países importadores de estas pulpas establecen el grado de separación de fases y el número máximo de puntos oscuros por gramo que aceptan. La pulpa debe estar libre de sabores extraños. Cualquier sabor a viejo o a alcohol es señal de fermentación, que de inmediato es rechazado.

Características fisicoquímicas.- Específicamente se establecen solo condiciones de acidez y de sólidos solubles para las pulpas de frutas más comunes en el mercado nacional.

En el caso de la acidez titulable establece los niveles mínimos de ácido que debe poseer cada pulpa, expresados en porcentaje masa/masa de ácido cítrico anhidro. Con esta medida se puede deducir el grado de madurez de la fruta que se empleó o si la pulpa ha sido diluida. En otros países piden la presencia de iones (cationes y aniones) propios de determinada fruta, de proteína, y aún de aminoácidos específicos que se hallan en cada una de las pulpas

CAPÍTULO II

2. Estudio de Campo

2.1. Métodos y Técnicas

El método que se utilizó fue el inductivo-deductivo, porque surgió a partir de hechos singulares hasta llegar a proposiciones generales, obteniendo conclusiones de lógica formal. Además se utilizó también el método empírico pues ayudó a validar o rechazar la hipótesis planteada.

2.1.1. Observación

La observación científica fue la principal técnica utilizada pues prestó atención directa al proceso del tratamiento térmico del jugo de maracuyá, recopilando datos importantes para la investigación. Para un mejor entendimiento y recolección de la información, se aplicaron fichas de observación. (Anexo 1).

2.1.2. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño UNIFACTORAL, donde el Facto A corresponde al tratamiento térmico aplicado al néctar de maracuyá y la variable respuesta corresponde a la sedimentación que presenta el producto después de un lapso de tiempo pre establecido. Cada tratamiento se replicó en cinco (5) ocasiones. (Anexo 2).

2.1.3. Análisis

Grados Brix (°B).- Para obtener los grados Brix, estos se los realiza utilizando un brixómetro o refractómetro, a las diferentes temperaturas, teniendo así los valores iniciales y finales del jugo de maracuyá.

Sólidos en suspensión.- Al momento de llevar el jugo de maracuyá a temperaturas comprendidas entre los 40°C y 60°C, se puede observar que en la temperatura más alta (60°C), se empiezan a separar los sólidos del líquido.

Color.- El color en el tratamiento térmico se puede visualizar una vez que el jugo de maracuyá se haya dejado en reposo, luego que se separan los sólidos y se nota la presencia de un color amarillo fuerte.

2.2. Resultados

2.2.1. Comportamiento de los Grados Brix

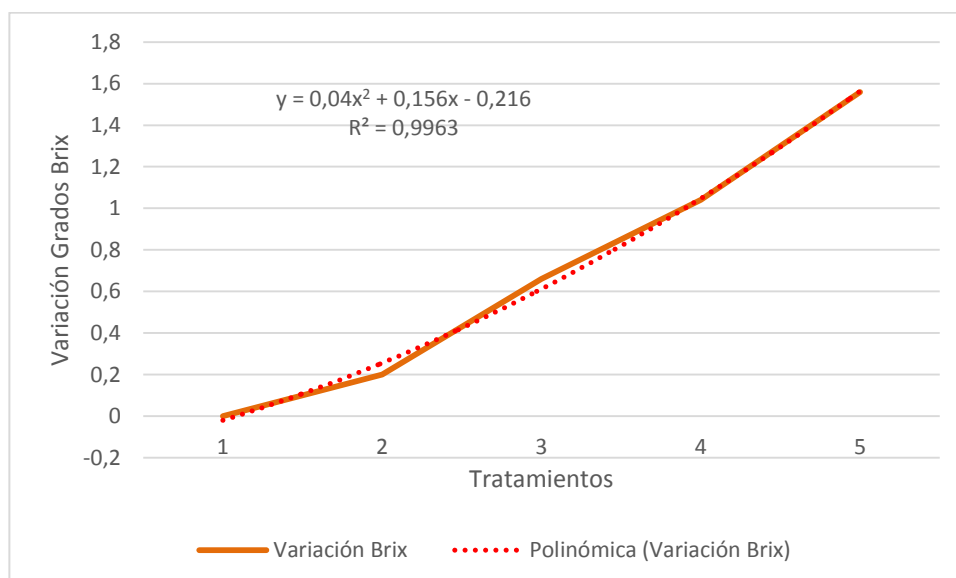
Previo al inicio del proceso térmico al néctar de maracuyá se realizó la determinación de grados Brix en las diferentes muestras con la finalidad de establecer la variabilidad de este parámetro como producto de la sedimentación en el néctar. Pudiendo apreciar que no existió una variación considerable entre los grados Brix iniciales y los grados Brix después del proceso de sedimentación.

Cuadro N° 3. Promedios de los Grados Brix

| Tratamiento | Brix Inicial | Brix Final |
|-------------|--------------|------------|
| 1 | 14,40 | 14,40 |
| 2 | 14,32 | 14,52 |
| 3 | 14,40 | 15,06 |
| 4 | 14,40 | 15,44 |
| 5 | 14,40 | 15,96 |

Considerando estas diferencias entre los valores iniciales y finales se procedió a establecer el comportamiento de esta variabilidad; en el gráfico N° 2 se aprecia que la variación de grados Brix responde a una Polinómica $y = 0,04x^2 + 0,156x - 0,216$.

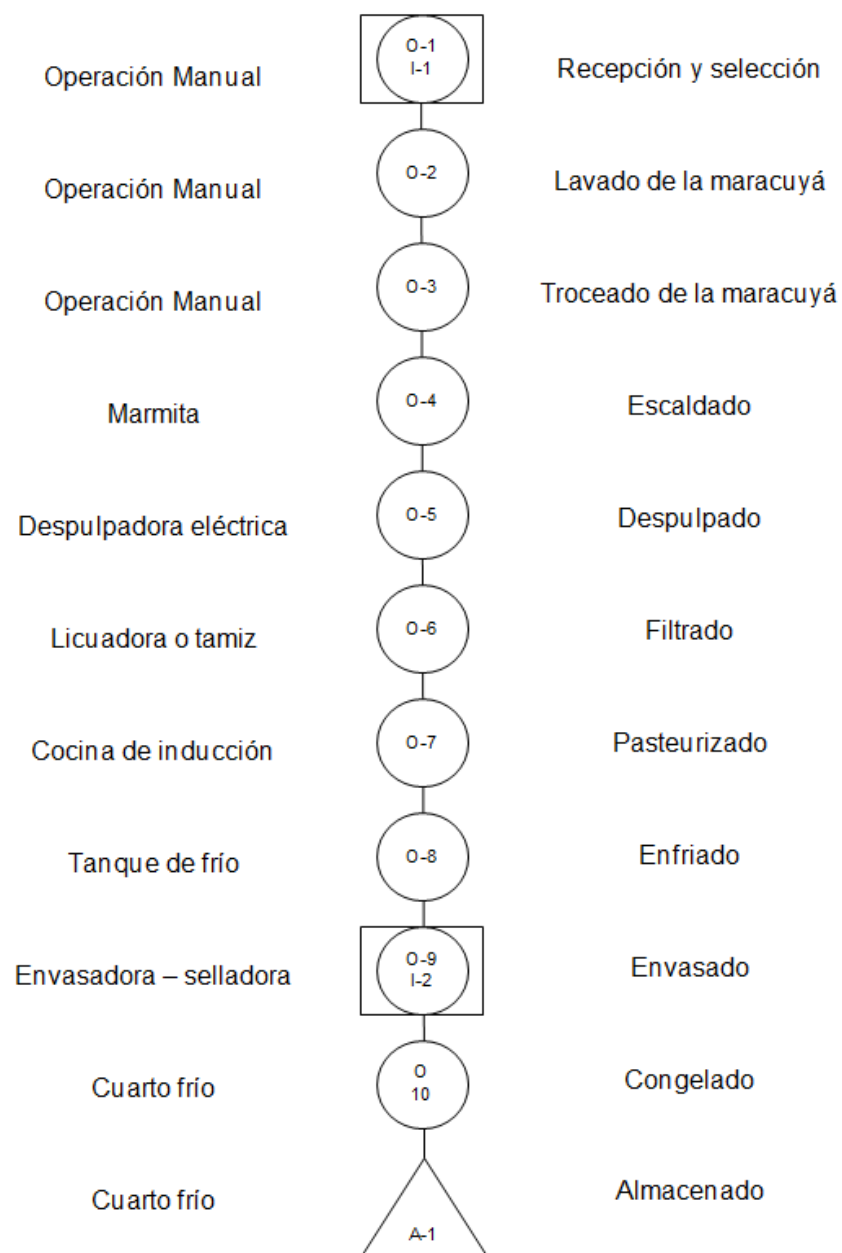
Gráfico N° 2. Comportamiento de la variación de Grados Brix



2.2.2. Proceso de obtención del jugo de maracuyá

El proceso de la elaboración del jugo de maracuyá para analizar el efecto del tratamiento térmico en la sedimentación de sólidos en suspensión se elabora de la siguiente manera:

Gráfico # 3. Diagrama de Flujo Jugo de maracuyá



- **Recepción y selección.-** Este procedimiento inicial, consiste en seleccionar y separar la fruta mallugada, que presenta hongos y algún otro tipo de daño notorio.
- **Lavado.-** Es el proceso que se ejecuta para eliminar las impurezas que se encuentran en la fruta, se lo realiza con hipoclorito de sodio por 15 minutos.
- **Troceado.-** Se procede a cortar la maracuyá en mitades para extraer su contenido y poder realizar el experimento.
- **Escaldado.-** En esta operación el objetivo es eliminar la carga microbiana residual presente en la fruta, e inactivar enzimas que producen pardeamiento y tener un buen despulpado.
- **Despulpado.-** Se utiliza la despulpadora, porque es importante tener una pulpa uniforme, además que no permite la obstrucción de semillas.
- **Filtrado.-** Consiste en reducir el tamaño de las partículas que se encuentran en la pulpa de la maracuyá, otorgándole una apariencia homogénea.
- **Pasteurizado.-** Se pasteuriza y se lleva a temperaturas desde los 40°C hasta 60°C, durante media hora en cada tratamiento.
- **Enfriado.-** Este procedimiento se realiza mediante la disminución gradual de la temperatura de la pulpa.
- **Envasado.-** Se envasa y sella el productos en bolsas de polipropileno de media densidad (calibre 3), utilizando envasadora semiautomática.
- **Congelado.-** Congelación en cuarto frío, a temperatura ambiente, para mantener en buen estado el producto.
- **Almacenado.-** Último procedimiento, se almacena el producto en cuarto frío, hasta su utilización.

2.2.3. Comportamiento de los sólidos en suspensión

Realizado los tratamientos se obtuvieron los datos que fueron procesados en el software estadístico SPSS v15.0, obteniendo diferencias altamente significativas entre los tratamientos tal como se muestra en el cuadro N° 4.

Cuadro N° 4. Análisis de Varianza

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|----------|------|
| Inter-grupos | 8587,440 | 4 | 2146,860 | 1376,192 | ,000 |
| Intra-grupos | 31,200 | 20 | 1,560 | | |
| Total | 8618,640 | 24 | | | |

Estas diferencias significativas se plasman en cuatro grupos o subconjuntos, donde se puede evidenciar que el tratamiento 1 y 2 se encuentran en la subconjunto a, siendo los mejores tratamientos al presentar menor sedimentación.

Cuadro N° 5. HSD de Tukey

| Tratamiento | N | Subconjunto para alfa = .05 | | | |
|-------------|---|-----------------------------|-------|-------|-------|
| | | a | b | c | d |
| 1 | 5 | ,00 | | | |
| 2 | 5 | ,00 | | | |
| 3 | 5 | | 2,60 | | |
| 4 | 5 | | | 5,00 | |
| 5 | 5 | | | | 48,00 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Esto se debe a que los tratamientos térmicos bajos y/o moderados no producen la desnaturalización de las proteínas presentes en el néctar y que son las

causantes de arrastras los sólidos en suspensión hacia el fondo del recipiente que los contienen.

2.2.4. Propiedades organolépticas

Los sedimentos que se generaron en los respectivos tratamientos se caracterizaron sensorialmente, solo para el atributo color.

Cuadro N° 6. Caracterización del color del sedimento

| Tratamiento | Color |
|--------------------|--------------|
| 1 | Negativo |
| 2 | Negativo |
| 3 | Pardo |
| 4 | Amarillo |
| 5 | Amarillo |

Los sedimentos originados en el néctar de maracuyá varían del color pardo hasta el amarillo.

CAPÍTULO III

3. Propuesta

3.1. Tema

Pasteurización del jugo de maracuyá (*passiflora edulis*) a 45°C.

3.2. Equipos e insumos

Los equipos y materiales utilizados en el proceso de pasteurización del jugo de maracuyá son:

- Agua
- Maracuyá
- Ollas
- Cuchillo
- Tamiz
- Picador
- Pipeta
- Vasos de precipitación
- Estufa
- Brixometro
- Termómetro
- Balanza

3.3. Proceso de elaboración

- **Recepción y selección.-** Consiste en seleccionar y separar la fruta mallugada, que presenta hongos y algún otro tipo de daño notorio.
- **Lavado.-** Es el proceso que se ejecuta para eliminar las impurezas que se encuentran en la fruta, se lo realiza con hipoclorito de sodio por 15 minutos.
- **Troceado.-** Se procede a cortar la maracuyá en mitades para extraer su contenido y poder realizar el experimento.
- **Escaldado.-** En esta operación el objetivo es eliminar la carga microbiana residual presente en la fruta, e inactivar enzimas que producen pardeamiento y tener un buen despulpado.
- **Despulpado.-** Se utiliza la despulpadora, porque es importante tener una pulpa uniforme, además que no permite la obstrucción de semillas.
- **Filtrado.-** Consiste en reducir el tamaño de las partículas que se encuentran en la pulpa de la maracuyá, otorgándole una apariencia homogénea.
- **Pasteurizado.-** Se pasteuriza y se lleva a temperaturas desde los 40°C hasta 60°C, durante media hora en cada tratamiento.
- **Enfriado.-** Este procedimiento se realiza mediante la disminución gradual de la temperatura de la pulpa.
- **Envasado.-** Se envasa y sella el productos en bolsas de polipropileno de media densidad (calibre 3), utilizando envasadora semiautomática.
- **Congelado.-** Congelación en cuarto frío, a temperatura ambiente, para mantener en buen estado el producto.
- **Almacenado.-** Último procedimiento, se almacena el producto en cuarto frío, hasta su utilización.

CAPÍTULO IV

4. Evaluación de Resultados

4.1. Comportamiento de los Grados Brix

En la determinación de los grados Brix se pudo observar que el tratamiento 5, el cual fue sometido al mayor tratamiento térmico (60 °C) presentó un aumento de 1,56 grados del valor inicial, pudiendo apreciar de acuerdo al gráfico N° 2 que el comportamiento del aumento de los grados Brix finales en relación a los iniciales es proporcional al aumento de temperatura del tratamiento térmico del néctar.

Esto coincide con lo establecido por Matute et al (2012) quién también identificó este comportamiento en la clarificación de jugo de caña por cuanto en el proceso de clarificación el sedimento que se genera arrastra las impurezas, precipitándolas, favoreciendo el incremento en la concentración de la sacarosa en el jugo.

“Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta” (Camacho, 2002).

4.2. Proceso de obtención del jugo de maracuyá

La obtención del jugo de maracuyá se dio sin dificultades, pudiendo establecer que el procedimiento que se detalla en el Gráfico N° 3 es el procedimiento que brindo un producto con las mejores características para el proceso experimental. Ya que este proceso no altero en ningún momento las características iniciales del producto ni se requirieron de la inclusión de productos químicos externos que afectaran el normal comportamiento de los sólidos en suspensión del jugo.

4.3. Comportamiento de los sólidos en suspensión

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que los sólidos empiezan a separarse del líquido, es necesario llevarlos a una temperatura de 60°C, pues a temperaturas inferiores se reduce el efecto de sedimentación, llegando a valores mínimos.

“Los sólidos en suspensión sedimentables son aquellos que por acción de la gravedad se separan del seno del líquido y son arrastrados hacia el fondo del tanque sedimentador, donde pueden ser separados del líquido al cual se desea darle tratamiento para remoción de dichas partículas.” (Pérez Alvarez, 2009)

El color es un factor importante dentro del experimento de tratamiento térmico, pues este muestra el estado de la fruta que se ha utilizado; pero para observar

el color final hay que esperar mientras el jugo de maracuyá reposa, y se han separado los sólidos.

“Los resultados de retención de color en zumos, se evidencia a medida que la temperatura de proceso va aumentando, obteniendo así mayores porcentajes de retención de color y textura, por lo que los tratamientos con temperaturas altas, consiguieron mayores porcentajes de retención de estos factores de calidad”.
(Anzaldua, 1994)

Conocer las propiedades organolépticas de la fruta a tratar (maracuyá), es muy importante, por cuanto se debe tener presente que la fruta se encuentre en buen estado, tenga un color apropiado y no contenga microorganismos que vayan afectar en el tratamiento.

“Al contrario de muchas frutas, la maracuyá se encuentra en estado madura cuando su cáscara o piel exterior está arrugada; puede presentarse de varios tamaños y colores, dependiendo de la planta, son varias las especies de la familia de las Pasifloráceas que dan frutos comestibles, unas llegan a tener colores amarillos, rojos y hasta moradas; el sabor es ligeramente ácido y muy aromático” (Vaillant, 1998)

El tratamiento térmico empleado en el jugo de maracuyá no es otra cosa que la pasteurización por el pH del producto y por la sensibilidad de sus propiedades organolépticas, es un método de conservación, para obtener un producto seguro, de alta calidad y con sus características sensoriales deseables.

“La optimización de la retención de calidad en alimentos procesados térmicamente se basa en las diferencias de dependencia de la temperatura y la inactividad de materiales biológicos no deseados (enzimas y /o microorganismos) y los cambios en la calidad sensorial y nutricional. El tratamiento térmico depende del pH del producto que determina el tipo de microorganismos que puede causar deterioro en los alimentos” (Morales, 2009)

La pasteurización en el jugo de maracuyá permitió obtener del experimento un producto libre de microorganismos, así como también que la calidad fisicoquímica aceptable; este método que requiere de calor y que se pierdan compuestos volátiles que dan sabor y aroma al producto, hace que el tratamiento en frutas tropicales como la que se ha utilizado, se vea notablemente alterado en la calidad organoléptica.

“Los zumos pueden sufrir alteraciones en el color de la bebida y tienden al marrón debido al deterioro enzimático de la polifenol oxidasa. Esto obedece en parte a la presencia de oxígeno en el líquido. Por ello, a los zumos y los néctares se les suele sacar el aire antes de comenzar el proceso de pasteurización. De la misma forma, la pérdida de vitamina C y de caroteno se ve disminuida por la aireación previa.” (Pelayo, 2010)

5. Conclusiones

- Por ser la maracuyá un fruto conocido en nuestro medio, fue la materia prima principal para la elaboración de esta investigación, conociendo ya sus propiedades organolépticas (sabor, color, olor y textura).
- La separación de sólidos se presenta a partir de los 50° C de temperatura, incrementándose a medida que se incrementa la temperatura.
- Los grados Brix iniciales sufre un aumento de manera proporcional al efecto térmico y la generación de sedimento por cuanto este último precipita las impurezas concentrando la sacarosa en el jugo.
- Luego de realizar las pruebas experimentales pertinentes se tiene claro que el nivel térmico para realizar la pasteurización en el jugo de maracuyá es de 45° C.

6. Recomendaciones

- Sería factible la realización de pruebas con otras frutas para conocer sus propiedades, el nivel térmico que se utilizará para el tratamiento y el tiempo en que este daría resultados.

- Se recomienda controlar muy bien la temperatura en la pasteurización del jugo de maracuyá, debido que por acción de la misma tiende a precipitarse los sólidos en suspensión.

- Se sugiere que a la hora de realizar los tratamientos estén presentes observadores experimentados en el tema para una verificación exacta y obtener mejores resultados.

7. Bibliografía

Abdel-Razing, G; I.Mohamed; E. Babiker; A. Yagoub. (2010). Effect of separan at different concentrations as a flocculants on quality of sugar cane juice. *Int. J. Biol. Life Sci.* 6:88-91.

ALbertson, P.; C. Grof. (2004). The effect of hexose upon Pol, Brix and calculated CCS in Sugarcane: a potential for negative Pol bias in juice from actively growing cane. *J. Amer. Soc. of Sugar Cane Technol.* 24:185-198.

Anzaldúa, M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos.* Madrid: Acribia.

Avendaño, C. (2005). *Estudios y experimentos de obras públicas.* Madrid: Cedex.

Avilán, L. (1984). *Suelos y fertilizantes para frutales en el trópico.* Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Barnola, P. (11 de 1 de 2016). *Botanical Online.* Recuperado el 26 de 10 de 2015, de <http://www.botanical-online.com/propiedadesmaracuya.htm>

Benavides, S. (2008). *American Public Health Association.* España: Burning.

Camacho, J. (2002). *Conservación de alimentos.* Argentina: Aliat.

Coaguila, E. (30 de 7 de 2015). *UJCM.* Recuperado el 5 de 11 de 2015, de http://bv.ujcm.edu.pe/links/cur_comercial/ProceAgroindustriales-4.pdf

Covenin (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1994). Norma 237. *Productos Alimenticios. Azúcar. Determinación de la polarización.* Fondonorama. Caracas, Venezuela. 5p.

Chen, J. (2000). *Manual del azúcar de caña: para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados.* Editorial Limusa. Ciudad de México, México. 1200p.

Cuatrecasas, L. 2010. Lean Management, la gestión competitiva por excelencia: implantación progresiva en siete etapas. Profit Editorial. Barcelona, España. 376 p.

Cruz, K. (23 de 9 de 2003). Eroski Consumer. Recuperado el 04 de 11 de 2015, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/09/26/8513.php>

del Valle, J. (23 de 10 de 2012). Oociteies. Recuperado el 10 de 11 de 2015, de <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/sedimentacion3.pdf>

Dronnet V.M.; M.A.V. Axelos; C.M.G.C Renard; J.F. Thibault. (1998). Improvement of the binding capacity of divalent metal cations by sugar-beet pulp.2. Binding of divalent metal cations by modified sugar-beet pulp. Carbohydr. Polym. 35: 239-247.

Durigan, J. (1987). Aprovechamiento de subproductos de fábrica del sumo de maracuyá. Inglaterra: Legis SUMma.

Drzycimska, A.; B. Schmidt; T. Sychaj. (2007). Modified acrylamide copolymers as flocculants for model aqueous suspensions. Pol. J. Chem. Tech. 9: 10-14. Gil, N. 2008. Consideraciones acerca del desempeño operacional de las estaciones de clarificación y filtración. Carta Trimestral 3 y 4. Cenicaña, pp. 15-19.

González, Y.; J. Falcón; E. García. (2006). Empleo de floculantes en la determinación del % de Pol en jugo de caña de azúcar. Tecn. Quím. 26: 21-25.

Hu, H.; X. Li. (2011). Treating the coking waste water by flocculation-absorption process. Int. J. Dig. Cont. Tech. App. 5:106-113.

ICUMSA. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (1994). Libro de Métodos. Determinación de Pol, °Brix y fibra en caña. Método GS5/7-1. Bartens. Berlin, Alemania. 6p.

ICUMSA. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (2002). Libro de Métodos. Determinación de color en solución de azúcares crudos, azúcares morenos y jarabes coloreados a pH 7,0. Método GS1/3-7. Bartens. Berlín, Alemania. 3p.

ICUMSA. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (2007a). Libro de Métodos. Determinación de pH con un método directo en azúcar crudo, melaza y jarabes. Método GS1/2/3/4/7/8/9-23. Bartens. Berlin, Alemania. 3p.

ICUMSA. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (2007b). Libro de Métodos. Determinación de turbidez en jugo clarificado de caña, jarabes y jarabes clarificados. Método GS7-21. Bartens. Berlín, Alemania. 1p.

Kuhne, A. (1968). Cultivation of Granadillas. South África: Farming.

Latorre, L. (11 de 2 de 2013). Scielo. Recuperado el 1 de 11 de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a14.pdf>

Lee, H. (1992). Antioxidative activity of browning reaction products from storage-aged orange juice. USA: Food Chem.

Lee, H. (1988). Relationships of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. USA: Food Technol.

Maldonado, V. (28 de 5 de 2012). Gunt Hamburg. Recuperado el 15 de 11 de 2015, de http://www.gunt.de/download/flotation_sedimentation_spanish.pdf

Mejía, D. (2011). Evaluación de tratamientos térmicos. España: Dogan S.A.

- Mkhize, S.; S. Davis.** (2004). Raw sugar filterability improvements with syrup clarification. Proc. South African Sugar Techn. Asso. 78: 453-456.
- Mon, K.** (24 de 11 de 2014). Prezi. Recuperado el 4 de 10 de 2015, de https://prezi.com/vi4_m9nmbbak/el-maracuya-una-fruta-tropical-y-deliciosa/
- Montgomery, D.** 2005. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. Ciudad de México, México. 589 p.
- Morales, A.** (2009). Tropical and subtropical Agroecosystems. México: Adventures Works.
- Nutrición.** (5 de 1994). Recuperado el 24 de 10 de 2015, de International Plant Nutrition Institute: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Maracuya.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Maracuya.pdf)
- Observatorio Agrocadenas.** (2006). Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia 1991-2004. Min. Agricultura Desarrollo Rural, IICA. Bogotá, Colombia. 519 p.
- Pelayo, L.** (2010). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. Guadalajara: Forward.
- Pérez Alvarez, F.** (2009). Separación de mezclas. Cuba: Caribbean .
- Piza, J.** (1966). Cultura de la maracuyá. Sao Paulo: Campinas.
- Plinios, S.** (16 de 11 de 2010). El Vibrero. Recuperado el 27 de 10 de 2015, de <http://elvibrero.blogspot.com/2010/11/distintas-especies-de-maracuya.html>
- Reglero, M.** (2007). Análisis de cultivo. Cali: Taqsi Bolivariano.
- Reyes, M.; E. González; L. Sánchez.** (2000). Modelación matemática de la calidad de los productos en el proceso azucarero. Centro Azúcar. 3: 51-58.

Rodríguez, M. (22 de 3 de 2014). Ciencia y Biología. Recuperado el 8 de 11 de 2015, de <http://cienciaybiologia.com/sedimentacion-y-estratificacion/>

Sánchez, V. (2007). Establecimiento de un procedimiento para la conservación del jugo. México: Hugetone Enterprise.

Shogren, R. (2009). Flocculation of kaolin by waxy maize starch phosphates. Carboh. Polym. 76: 639–644.

Statgraphics. (2011). Statgraphics Analytical Software for PC's. Centurion XVI.

StatPoint Technologies. Warrenton, EUA. Toeda, K.; R. Kurane. (1991). Microbial flocculant from *Alcaligenescupidus* KT201. Agric. Biol. Chem. 55: 2793-2799.

Santos, J. (1984). Deficiencias de vitamina A y vitamina C, utilizada en la maracuyá. Sao Paulo: Energy Star.

Uiso, V. (1995). Standard methods for the examination of water and wastewater. USA: Apha.

USICLIMA. Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente. (2010). Cátedra de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

Vaillant, F. (1998). Ciencia al día. Colombia: Aupec.

Yan, Y.; S.M. Glover; G.J. Jameson; S. Biggs. (2004). The flocculation efficiency of polydisperse polymer flocculants. Int. J. Min. Proc. 73: 161-175.

Yang, Z.; J. Huang; G. Zeng; M. Ruan; C. Zhou; L. Li; Z. Rong. (2009). Optimization of flocculation conditions for kaolin suspension using the composite flocculant of MBFGA1 and PAC by response surface methodology. Biores. Techn. 100: 4233-4239.

ANEXOS

Anexo N° 1. Ficha de Observación

TEMA: “Efecto del tratamiento térmico en el jugo de maracuyá (*passiflora edulis*) en la sedimentación de sólidos en suspensión”

SUBTEMA: Tratamiento térmico de sedimentos solidos de suspensión en el jugo de maracuyá.

LUGAR: Planta de Alimentos de la ULEAM Chone

FECHA:

OBSERVACIÓN:

Anexo N° 2. Tabla de Niveles Térmicos usados en el experimento

| Código | Factor | Réplicas |
|---------------|----------------------|-----------------|
| | Nivel térmico | |
| N 1 | 40 °C | 5 |
| N 2 | 45 °C | 5 |
| N 3 | 50 °C | 5 |
| N 4 | 55 °C | 5 |
| N 5 | 60 °C | 5 |

Anexo N° 3. Evidencias de práctica



Fotografía N° 1
Troceado de la maracuyá



Fotografía N° 2
Jugo de la maracuyá



Fotografía N° 3
Toma de °Brix



Fotografía N° 4
Práctica a temperatura de 40°



Fotografía N° 5
Sólidos en suspensión



Fotografía N° 6
Disminución de jugo