

1.1. ANTECEDENTES

El locoto es oriundo del Perú data de épocas pre incaicas, su cultivo se remonta a unos 5000 años atrás, encontrándose vestigios de su presencia en tumbas. Su nombre quechua originario es luqutu o rukutu (Lippert, 1926).

Su presencia aparece documentada por los antiguos peruanos de las culturas Paracas, Nazca Mochica y Chimú a través de textiles cerámicas y restos domésticos (Lippert, 1926).

El nombre científico *Capsicum pubescens*, su nombre comercial es rocoto perteneciendo a la familia Solanáceas, generalmente las zonas de producción son los valles andinos, la época de siembra es todo el año teniendo como ámbito un clima templado, favoreciendo una temperatura óptima que fluctúa entre los 18 a 20° C con una humedad relativa baja (Vallejo, 1968).

León, (1968) describe a las plantas del género *Capsicum* como herbácea o arbustiva, de tronco leñoso y ramificación frondosa, con hojas alternadas, lisas y brillantes, excepto *C. pubescens*, que presenta hojas rugosas pubescentes.

El color de los frutos puede variar desde el rojo, verde naranjo o amarillo. Se comercializa en su estado natural en los mercados mexicanos, bolivianos y peruanos, como también en pasta y en polvo.

Al industrializar el locoto (mermelada agridulce de locoto), se podrá obtener un producto gourmet el cual aumentará el valor agregado de la materia prima favoreciendo a su producción.

El arte de elaborar mermeladas fue un largo proceso que inicio en Medio Oriente y que perfeccionaron en Europa durante la época de las cruzadas cuando descubrieron el azúcar de caña. Además de ser un método de conservación de las frutas, las mermeladas son muy apreciadas en la cocina del mundo gracias a los sabores dulces,

su color y su consistencia espesa. Esta última la aporta en gran parte la pectina de la fruta (Hilario y Coronado, 2001).

Las mermeladas y jaleas son una manera de conservar las frutas puesto que adicionar azúcar provoca que el medio sea inadecuado para la proliferación de bacterias. Esto sucede gracias a que el azúcar al disolverse retiene el agua y extrae la humedad de las bacterias logrando incapacitarlas (Hilario y Coronado, 2001).

La elaboración de la mermelada agridulce de locoto que es un producto innovador en el mercado es una manera de consumir esta materia prima que tiene varias propiedades nutricionales y terapéuticas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

- ❖ Aplicación de un método de conservación en la elaboración de la mermelada agridulce de locoto con la finalidad de prolongar la vida útil de la materia prima que es perecedera con bastante oferta en los mercados de la ciudad.
- ❖ Introducir al mercado un producto innovador con propiedades nutricionales y terapéuticas de gran importancia.
- ❖ Incentivar la producción local por contar con ecosistemas adecuados para la producción de la materia prima.
- ❖ Coadyuvar el consumo de la materia prima debido a su composición nutricional y sus efectos terapéuticos.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es de gran importancia aplicar métodos de conveniencia para prolongar el tiempo de vida útil de productos perecederos, como el locoto elaborando sub productos como la mermelada para mejorar la calidad de vida del productor y además ofrecer a los consumidores un producto innovador y con excelentes propiedades nutricionales y terapéuticas.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el proceso tecnológico adecuado para la elaboración de mermelada agridulce de locoto como producto novedoso y nutritivo para el consumidor?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar mermelada agridulce de locoto aplicando una tecnología adecuada para obtener un producto innovador con propiedades nutricionales y terapéuticas que favorecen al organismo del consumidor.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Especificar las características físico-químicas del locoto para conocer sus propiedades nutricionales.
- Elaborar el diagrama de flujo de proceso para realizar la formulación de la mermelada de locoto.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables involucradas en el proceso.
- Realizar el tratamiento estadístico de diseño experimental aplicado al proceso de producción.
- Determinar las características sensoriales (color, olor, textura y sabor) de la mermelada agridulce de locoto.
- Realizar balances de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de la mermelada de locoto.

1.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La aplicación de una tecnología adecuada en la elaboración de mermelada agridulce de locoto va a permitir obtener un producto de calidad para satisfacer las necesidades nutricionales y terapéuticas del consumidor dando la posibilidad que el consumidor mejore su calidad de vida consumiendo un producto natural.

2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

2.1.1. ORIGEN DEL LOCOTO

El locoto, junto con la calabaza, el maíz y el frijol, fue la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica, que es su lugar de origen y donde se considera fue domesticado (Botta A, Tort V, 2015).

De América, fue llevado a España y de ahí se dispersó a varios países de Europa, de Asia y posteriormente de África, convirtiéndose así en un cultivo de uso mundial. Actualmente en países como China, la India, Nigeria, Hungría y Yugoslavia, el locoto, además de ser muy común en el sector alimentario, es un producto que alcanza volúmenes de producción muy superiores a los de los países productores de América (Botta A, Tort V, 2015).

Su origen es americano, aunque aún existen discrepancias si su procedencia es sudamericana o centroamericana. Sin duda es en la zona Andina – Bolivia y Perú donde existe una mayor cantidad de variedades, tanto silvestres como cultivadas, y cuenta con una abundante producción. Se han encontrado bayas secas del fruto en tumbas del Perú con antigüedad de 2.000 años aprox. (León, 1999).

Fueron españoles y portugueses los que, a inicios del siglo XVI, insertaron en Europa este pimiento picante del continente americano. El sensible paladar de los europeos se mostró en un principio reticente a su picor.

Quienes lo recibieron como una revelación y lo usaron mucho desde el principio fueron los africanos, los árabes y los asiáticos. La relación de los seres humanos con el género *Capsicum* comenzó hace 10.000 o 12.000 años, cuando las primeras personas habitaron el hemisferio occidental.

El género *Capsicum* se asocia con poderes místicos y espirituales para nuestros ancestros. Su domesticación no fue un evento aislado. Existen cinco especies diferentes domesticadas, por lo que se infiere que *Capsicum* fue domesticado probablemente por lo menos cinco veces independientemente (Bosland, 1996).

2.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Capsicum es un género de plantas angiospermas, nativo de las regiones tropicales y subtropicales de América y que pertenecen a la familia de las solanáceas. Comprende 40 especies aceptadas, de las casi 200 descritas, herbáceas o arbustivas, generalmente anuales, aunque las especies cultivadas prácticamente en el mundo entero se han convertido en perennes en condiciones favorables.

Corresponden a los ajíes, chiles, guindillas o pimientos entre otros muchos nombres comunes, vocablos todos que se refieren a los frutos, inmaduros, maduros o secados, de unas cuantas especies del género, según su forma, su color, su sabor, sus usos o su procedencia (Alvistur, 1975).

La tabla 2.1 nos muestra la taxonomía del locoto

Tabla 2.1
Taxonomía del locoto

| | |
|-------------|----------------------|
| Reino | <i>plantae</i> |
| División | <i>magnoliophyta</i> |
| Clase | <i>magnoliopsida</i> |
| Sub clase | <i>asteridae</i> |
| Orden | <i>solanales</i> |
| Familia | <i>Solanceae</i> |
| Sub familia | <i>solanoideae</i> |
| Tribu | <i>capsiceae</i> |
| Género | <i>capsicum</i> |
| Especie | <i>C. pubescens</i> |

Fuente: (Alvistur, 1975)

2.1.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

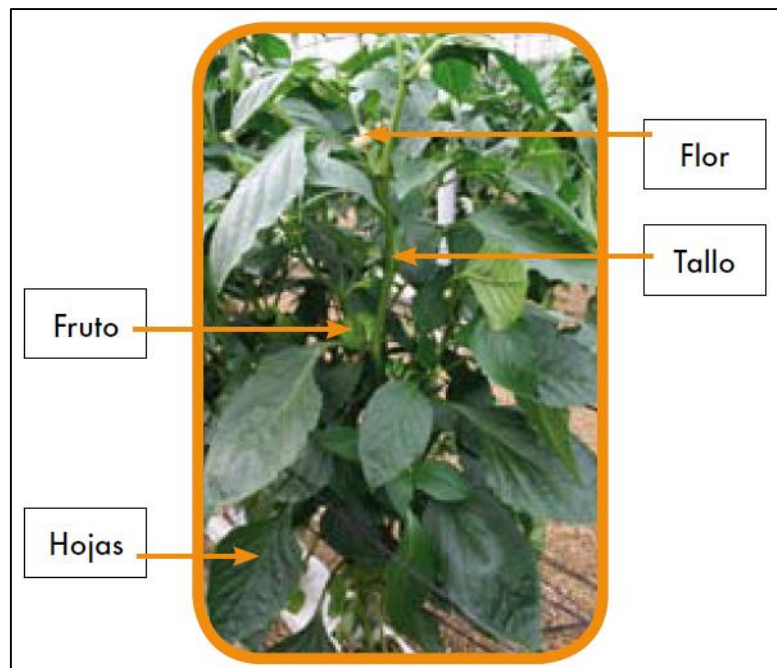
Son plantas arbustivas, anuales o perennes que pueden alcanzar 4 m de altura, aunque la mayoría no llega a los 2 m. Tienen tallos ramificados glabros o con pubescencia

rala. Las hojas, de 4-12 cm de largo, son solitarias u opuestas, pecioladas y con los limbos simples enteros o sinuados.

2.1.3.1. LA PLANTA

Tiene aspecto de arbolito, con un tronco corto que tiene una pequeña copa redonda, puede alcanzar los tres metro de altura dependiendo de la variedad (Berríos.M, Arredondo.B, 2007).

Figura 2.1
Vista de la planta



Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

2.1.3.2. FLORES

Las flores actinomorfas y hermafroditas, o las inflorescencias, axilares y sin pedúnculos, nacen en los nudos de las hojas con el tallo. Son erectas o péndulas. Tienen normalmente 5 sépalos en un cáliz persistente acampanado y denticulado, ocasionalmente acrescente en el fruto, y habitualmente los pétalos de color blanco, amarillo, azul, violeta más o menos intenso, moteado de verde o francamente bicolor. Los estambres, soldados a la corola, tienen las anteras amarillas o purpúreas, de forma ovoide y dehiscente longitudinalmente. Su ovario es súpero, bi o tri-carpelar

incluso más, con numerosos óvulos, y el estilo es fino con un estigma pequeño y cabezudo (Berríos. M, Arredondo. B, 2007)

Figura 2.2
Flores de locoto



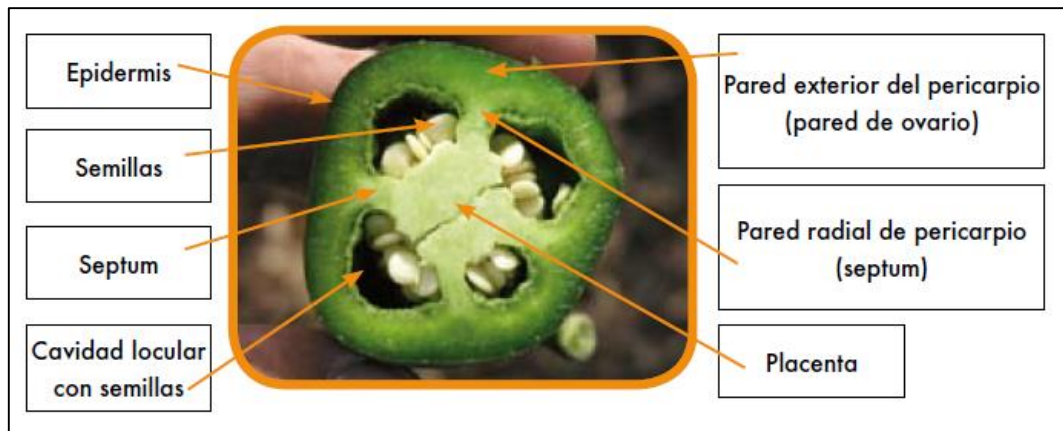
Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

2.1.3.3. FRUTO

El fruto, erecto o péndulo, es una baya de tipo carnoso hueca, siempre verde, más o menos oscuro, cuando inmaduro y que se torna de color amarillo, anaranjado, rojo vivo y hasta violeta al madurar; sin embargo unas especies salvajes de Brasil no cambian de color al madurar, y se quedan verdes. Curiosamente, o quizás por esto, estas especies tienen 26 cromosomas en lugar del habitual 24 para las especies domesticadas.

Tiene interiormente tabiques generalmente incompletos concurrendo hacia el eje en la base del fruto en los cuales se insertan las semillas, sobre todo en la zona axial, engrosada, de convergencia. Dichos frutos pueden tener hasta unos 5 cm de largo, y son de forma muy diversa, desde globulares hasta estrechamente cónicos. Las semillas, que pueden conservarse unos 3 años en condiciones favorables, son amarillentas y hasta negruzcas; tienen forma discoidal algo espiralada de perfil muy aplanado, con finísimos sillones concéntricos crenulados y miden unos mm de diámetro. El embrión tiene forma de tubo enrollado (Berríos.M, Arredondo.B, 2007)

Figura 2.3
Fruto de locoto



Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

2.1.4. CLASIFICACIÓN O VARIEDADES

Las especies del género *Capsicum*, que incluye todas las variedades de ají, tanto dulces (pimiento) como picantes (rocoto), han sufrido diversas modificaciones en su clasificación siendo la más reciente, la aprobada en la Reunión de Consulta sobre recursos fitogenéticos de *Capsicum*, en Costa Rica el año 1980. En ella se determinó que son cinco las especies cultivadas (Berríos.M, Arredondo.B, 2007).

2.1.4.1. CAPSICUM ANNUUM

Es el nombre científico de la especie con variantes en cuanto a tamaño, color y picor, de los productos: ají, chile y pimiento. El pimentón es la pulverización del pimiento seco.

Esta especie es cultivada mundialmente, siendo originaria de Mesoamérica, donde fue domesticada y donde se encuentran variedades silvestres, como la conocida popularmente con el nombre de chiltepín, chile soltero o chile loco. Es una especie del género *Capsicum* y muestra una piel de diferentes colores: rojo, verde, amarillo, púrpura.

2.1.4.2. CAPSICUM CHINENSE

Es una especie de ají originaria de América, de la cual existen variedades como el ají limo, el ají panca y el ají habanero.

El ají habanero (nombrado equivocadamente por la ciudad de La Habana, Cuba), es uno de los ajís con mayor intensidad picante del género *Capsicum*. También hay teorías que mencionan que al creerse que el ají era de origen asiático, se popularizó que también provenían de la isla de Java, y se les denominó "javaneros"; teoría que suele ser más realista dado que en Cuba no se consumía, ni se consume el picante.

Los habaneros inmaduros son verdes, pero su color varía en la madurez. Los colores más comunes son anaranjados (semimaduros) y rojos (maduros), pero también existen en colores blancos, marrones, amarillos y rosados. Un habanero maduro es típicamente de 2-6 cm (1-2½ pulgadas) de largo. En México (Yucatán) se cosechan aproximadamente 1.500 toneladas anuales de ají habanero, considerado ya como parte de la cultura tradicional culinaria de Yucatán. Otras zonas productoras de esta variedad de ají incluyen a Guatemala, Belice, Costa Rica, Panamá, Colombia, y algunos estados de EE.UU. como Texas, Idaho y California.

En el Perú se cultivan las variedades de ají panca y ají limo. El ají panca es junto con el ají amarillo (*[Capsicum baccatum]*) uno de los ajíes más ampliamente usados en la gastronomía peruana. Es más frecuente en los aderezos de la sierra, como en el picante de cuy, también en platos como el anticucho. El ají limo, por otro lado, es una variedad de *Capsicum chinense* con alto contenido de capsaicina, muy apreciada en la gastronomía del Perú para la preparación de cebiches por su aroma frutal.

2.1.4.3. CAPSICUM FRUTESCENS

El *Capsicum frutescens* es un arbusto de la familia de las solanáceas, una de las cinco especies cultivadas del género *Capsicum*, que proporciona varias de las variedades cultivares más picantes de ají. En la Amazonía Peruana se conoce a una variedad de *C. frutescens* como ají charapita y es muy apreciado en la gastronomía.

A diferencia de las otras especies domésticas de *Capsicum*, no se cuenta con evidencia fósil de *C. frutescens* en los yacimientos arqueológicos americanos, pero se supone que se domesticó en Centroamérica, probablemente en Panamá, difundiéndose paulatinamente por el área del Caribe y el norte de Sudamérica. Es endémica de Centro y Sudamérica, Guyana Francesa, Guyana Surinam, Venezuela, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Como sucede en general con las solanáceas, la frecuente hibridación de los ejemplares dio lugar a múltiples variedades sumamente diferenciadas.

Las más extensamente cultivadas son la brasileña malagueta, el peri-peri africano, el NagaJolokia o BihJolokia asiático y el tabasco, a partir del cual se produce la salsa del mismo nombre. Algunas de éstas rivalizan con el *C. chinense* en intensidad; de acuerdo a algunos informes, el NagaJolokia superaría los 850.000 puntos en la escala de Scoville.

2.1.4.4. CAPSICUM BACCATUM

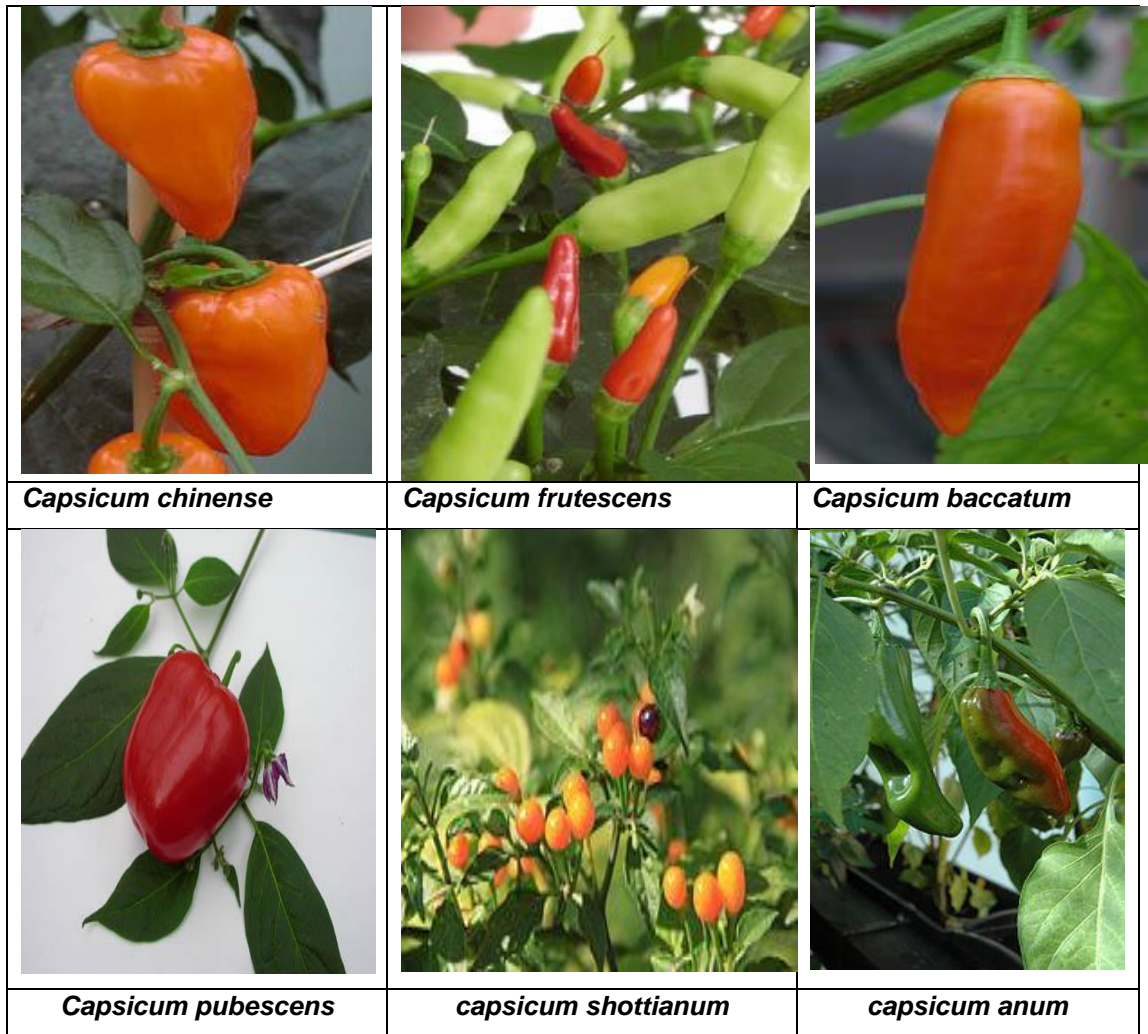
Capsicum baccatum, ají escabeche, ají amarillo es una especie de las Solanáceas, endémica del Perú desde hace 8.500 años a. C, proveniente de la Cueva de Guitarrero, en el Departamento de Ancash de este país. Dependiendo de la cantidad de este ají que se le ponga en un plato de la gastronomía del Perú, va a graduarse el picor así como la graduación del color, de tal manera que es un saborizante y un colorante a la vez.

2.1.4.5. CAPSICUM PUBESCENS

EL locoto se remonta desde épocas pre-incas hasta la actualidad, es el principal condimento de nuestras comidas, usado principalmente por su sabor pungente (picante) sin que muchas veces se tenga idea del valor alimenticio, específicamente vitamínico y el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria nacional, aun cuando sea usado en pequeñas proporciones. Su color puede variar desde el rojo, verde naranja o amarillo. Se comercializa en su estado natural en los mercados bolivianos y peruanos, como también en pasta y en polvo.

El nombre científico *Capsicum pubescens*, su nombre comercial es rocoto perteneciendo a la familia Solanáceas, generalmente las zonas de producción son los valles andinos, la época de siembra es todo el año teniendo como ámbito un clima templado, favoreciendo una temperatura óptima que fluctúa entre los 18 a 20° C con una humedad relativa baja.

Figura 2.4
Variedades de capsicum



Fuente: [hppt://taninos.tripod.com/rocotoperu.jpg](http://taninos.tripod.com/rocotoperu.jpg)

2.1.5. CULTIVO DEL LOCOTO

2.1.5.1. SIEMBRA

En camas de almácigo diseñadas de 10 x 1 m. se trazan surquitos de 10 cm y una profundidad de 2.0 cm, donde luego cada 1.0 cm. se deposita la semilla y enseguida se cubre con arena de río el surquito. Durante 30-45 días se realiza el manejo (riego, deshierbo, fertilización)

Trasplante: Las plantitas a los 30-45 días o cuando tienen 3 a 5 hojitas se trasplantan. Es importante desinfectar las plantitas con fungicida y un enraizador.

Suelo y preparación del terreno definitivo: Tanto el pimiento morrón, ají pprika, el piquillo y el rocoto son moderadamente sensible a la salinidad, prefiriendo para ello suelos franco-arenosos que retengan la humedad en capacidad de campo. La preparaci3n del terreno debe realizarse tal como se hace en un campo comercial como es la incorporaci3n de materia orgánica (10-15 t/ha), dándose las siguientes labores en el campo: Arado, gradeo, mullido, nivelado del terreno y surcado a un distanciamiento adecuado (Botta. A, Tort. V, 2015).

2.1.5.2. FERTILIZACI3N

Si a la preparaci3n del terreno no se incorpor3n materia orgánica, debe incorporarse entre las plantas mezclados con los fertilizantes la cantidad de 5 t/ha. La cantidad de fertilizantes químicos depende del análisis del suelo, recomendándose aplicar el primer abonamiento con el fertilizante compuesto de N-P-K-Ca-Mg a la dosis de 120-150kg/ha (Botta. A, Tort. V, 2015).

- Primera: A los 15 días del trasplante o del prendimiento.
- Segunda: A los 30 días de la segunda fertilizaci3n.
- Tercera: A los 45 días en formaci3n de ramas o inicio de floraci3n.
- Cuarta: A los 60 días en desarrollo de fruto.

2.1.5.3. COSECHA

La cosecha se debe de realizar de forma semanal ya que si lo hacemos con más días de por medio para la floración y el crecimiento de la planta lo cual alarga el ciclo de producción. La cosecha semanal bien hecha es indispensable para evitar tener rocoto estrillado (o rayado). La importancia de esto son dos: una, cuando se nos raya mucho el hile se vuelve más susceptible al problema de Erwinia ya que las rayas son rajaduras de maduración naturales de la fruta que cicatrizan (las cicatrices es lo rayado). Estas rajaduras permiten el acceso más fácil a la fruta por patógenos por lo cual se vuelve más susceptible a Erwinia (Botta. A, Tort. V, 2015).

Dos, cuando la fruta se raya es un signo de maduración que le dice a la planta que deje de crecer y por consiguiente, florear para madurar la semilla que está dentro de estas frutas rayadas o maduras. Por consiguiente, si deseamos mantener nuestra chilera en producción más tiempo o producir más en menos tiempo, debemos de evitar tener rocoto rayado en los cortes.

La cosecha de invierno es una de las labores más delicadas del Chile. Siendo la razón la posible infección de la bacteria Erwiniaspp. Este problema tiene la peculiaridad que no se ve el daño al momento de enviar el producto a la planta procesador sino que 8 a 12 horas después se empieza a manifestar (Botta. A, Tort. V, 2015).

2.1.5.4. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS

Generalmente las zonas de producción son los valles andinos, la época de siembra es todo el año teniendo como ámbito un clima templado, favoreciendo una temperatura óptima que fluctúa entre los 18 a 20 C con una humedad relativa baja.

El suelo ideal es el que posee buen drenaje, con presencia de arenas y materia orgánica. Estos requerimientos hacen que sean cultivados en invernaderos, donde el manejo de las condiciones exteriores es más controlable (Botta. A, Tort. V, 2015).

2.1.6. PRODUCCIÓN DE LOCOTO

2.1.6.1. A NIVEL MUNDIAL

Seis países son responsables del 76,6 % de la producción mundial de pimienta (en toneladas). China produce 50,1 % de la producción mundial. México, Turquía, España, EE.UU. y Nigeria son responsables del otro 26,5 % de la producción mundial (FAOSTAT data, 2005).

La tabla 2.2 muestra el resumen de los países de mayor producción de pimienta, su producción (millones toneladas) y su proporción relativa en el mercado (PM) de la producción global de pimienta.

Tabla. 2.2

Producción mundial en millones de toneladas por año

| Posición | País | Producción en toneladas | PM% |
|------------------|--------------|--------------------------------|------------|
| 1 | China | 12,028 | 50,1 |
| 2 | México | 1,854 | 7,7 |
| 3 | Turquía | 1,790 | 7,5 |
| 4 | España | 1,006 | 4,2 |
| 5 | EE.UU | 978 | 4,1 |
| 6 | Nigeria | 720 | 3,0 |
| 7 | Indonesia | 629 | 2,6 |
| 8 | Egipto | 390 | 1,6 |
| 9 | Italia | 362 | 1,5 |
| 10 | Corea | 340 | 1,4 |
| 11 | Países bajos | 318 | 1,3 |
| 12 | Ghana | 270 | 1,1 |
| Sub total | 1 a 12 | 20,685 | 86,2 |
| Otros | - | 3,321 | 13,8 |
| Total | - | 24,006 | 100 |

Fuente: FAOSTAT data, 2005

Cinco países son responsables del 65,2 % del área cosechada mundial:

China, Indonesia, México, Nigeria y Turquía.

La tabla 2.3 muestra la visión de los mayores países productores de pimienta, su área cosechada (1.000 ha) y su proporción relativa en el mercado (PM) del área cosechada mundial (%).

Tabla. 2.3

Área cosechada en millones de toneladas por año

| Posición | País | Área Cosechada (ha) | PM% |
|--------------------------|--------------|------------------------------------|------------|
| 1 | China | 602.500 | 36.5 |
| 2 | Indonesia | 154.537 | 79.4 |
| 3 | México | 140.537 | 8.5 |
| 4 | Nigeria | 91.000 | 5.5 |
| 5 | Turquía | 88.000 | 5.3 |
| 6 | Ghana | 75.000 | 4.5 |
| 7 | Corea | 65.000 | 3.9 |
| 8 | EE.UU | 34.400 | 2.1 |
| 9 | Benin | 27.500 | 1.7 |
| 10 | Egipto | 26.000 | 1.6 |
| 11 | Países bajos | 25.000 | 1.5 |
| 12 | España | 21.800 | 1.3 |
| Sub total -1 a 12 | | 1,351.430 | 81.8 |
| Otros | | 301.086 | 18.2 |
| Total | | 1,652.516 | 100.0 |

Fuente: FAOSTAT data, 2005

2.1.6.2. A NIVEL NACIONAL

Según el estudio realizado el 2001 por una consultora independiente sobre el "Análisis de la cadena de valor agro-alimentaria del ají", antes que ingrese a trabajar la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles (FDTA-Valles), la producción era de 25 a 40 arrobas de ají por hectárea. En la actualidad una hectárea produce alrededor de 120 arrobas de ají. La producción se incrementó en un 200%, según datos de USAID y la Fundación Valles (*FAOSTAT data*, 2005).

El coordinador técnico de la FDTA- Valles, Ricardo Alem, manifestó que esta institución desde el inicio ha realizado sus actividades basándose en una visión integral de las cadenas agro productivas priorizadas y focalizando sus intervenciones en los eslabones donde se identificaron problemas.

2.1.6.2.1. PRINCIPALES ZONAS AGRÍCOLAS

La mayor concentración del cultivo de ají en Bolivia se da en el departamento de Chuquisaca, en las provincias Tomina, Hernando Siles, Luis Calvo y Villa Serrano principalmente; también se cultiva ají en Tarija, Cochabamba, Santa Cruz y La Paz en menor cantidad (Cortez.J, 2009).

En ese sentido, se confirma que el 80% de la producción de ají en Bolivia proviene de Chuquisaca, Santa Cruz, Tarija y Cochabamba, mientras que el otro 20% del ají que se consume en el país proviene de Perú, vía contrabando en gran parte (Cortez .J, 2009).

2.1.6.2.2. EL AJÍ BOLIVIANO CON GRANDES EXPECTATIVAS DE EXPORTACIÓN

El ají, un producto tradicional boliviano, es el nuevo producto con valor agregado que podría capturar grandes mercados internacionales y copar el mercado nacional (Cortez. J, 2009).

Sin embargo, para poder lograrlo es necesario mejorar las condiciones de producción en el país y ampliar las áreas de cultivo.

En esa dirección, la incorporación de tecnología cobra gran importancia a nivel de pequeños productores, puesto que logra reducir los costos de producción que se han visto incrementados por la mano de obra, provocando una elevación de los precios en el mercado y restándole competitividad a la cadena del ají.

En este sentido, aseguró que con la colaboración de la Embajada de Dinamarca se está tratando que las pequeñas asociaciones puedan convertirse, en corto plazo, en empresas rurales que puedan dar un valor agregado a estos productos entrando de una manera más competitiva al mercado mundial (Cortez.J, 2009).

2.1.6.2.3. DATOS DEL MERCADO NACIONAL

El valor del negocio en la cadena agro productiva del ají, a precios del mercado, asciende a Bs 761.737 al cual contribuyen con el 1.45% los proveedores de insumos, con el 34.70% los productores de ají, con el 12.5% los intermediarios, las empresas transformadoras con el 4.51%, los comerciantes mayoristas con 32.84% y los minoristas con el 14.00%.

La tabla 2.4 muestra la superficie actual del cultivo de ají de origen boliviano.

Tabla 2.4

La superficie actual del cultivo de ají de origen boliviano

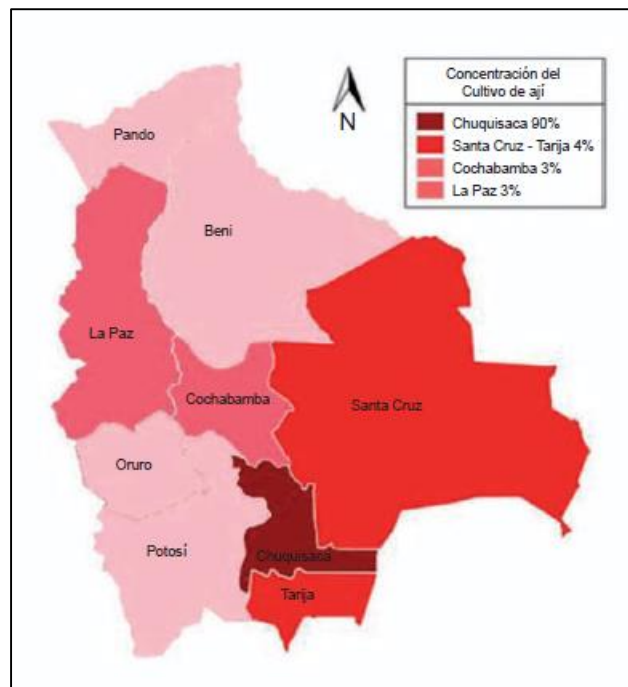
| Posición | Departamento | Área Cultivada (ha) | PM% |
|-----------------|---------------------|----------------------------|------------|
| 1 | Chuquisaca | 170,0 | 85,0 |
| 2 | Tarija | 12,0 | 6,0 |
| 3 | Santa Cruz | 9,2 | 4,6 |
| 4 | Cochabamba | 4,0 | 2,0 |
| 5 | La Paz | 3,0 | 1,5 |

Fuente: <http://correodelsur.com>

La mayor zona productora de ajíes en Bolivia se encuentra en el departamento de Chuquisaca, la cual representa cerca del 90% de la producción total nacional. Aquí se produce en promedio, cerca de 3.600 toneladas de ají al año (Ver Figura 2.5), cultivado por cerca de 2.500 familias las cuales cultivan además de ají, otros cultivos como papa, maní y maíz, orientados principalmente al autoconsumo. Los porcentajes producidos en los demás departamentos no son significativos ya que en su mayoría son destinados al autoconsumo (Cortez.J, 2009).

Figura 2.5

Principales departamentos productores de Bolivia



Fuente: Fundación PROINPA, 2006.

2.1.7. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL LOCOTO

El locoto contiene 16 aminoácidos más importantes para el cuerpo, altos niveles de proteínas, carbohidratos y fibra, así también vitamina A, complejo B y vitamina C. también estimula el apetito y secreción de jugos gástricos, aumentando la motilidad gástrica e intestinal; otros estudios demuestran la reducción de colesterol.

Principal condimento de nuestras comidas, usado principalmente por su sabor pungente (picante) sin que muchas veces se tenga idea del valor alimenticio, específicamente vitamínico y el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria nacional, aun cuando sea usado en pequeñas proporciones (Vallejo 1968).

Análisis dietéticos practicados por el Departamento de Nutrición del Ministerio de Salud del Perú (1978) le asignan los siguientes valores:

Tabla 2.5
Composición química del locoto

| Por 100 g de peso neto | Mínimo | Unidad | Máximo | Unidad |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Agua | 20.7 | g | 93.1 | g |
| Hidratos de carbono | 5.3 | g | 63.8 | g |
| Proteínas | 0.8 | g | 6.7 | g |
| Extracto etéreo | 0.3 | g | 0.8 | g |
| Fibra | 1.4 | g | 23.2 | g |
| Cenizas | 0.6 | g | 7.1 | g |
| Calcio | 7.0 | mg | 116.0 | mg |
| Fósforo | 31.0 | mg | 200.0 | mg |
| Hierro | 1.3 | mg | 15.1 | mg |
| Caroteno | 0.03 | mg | 25.2 | mg |
| Tiamina | 0.03 | mg | 1.09 | mg |
| Riboflabina | 0.07 | mg | 1.73 | mg |
| Niacina | 0.75 | mg | 3.30 | mg |
| Acido ascórbico | 14.4 | mg | 157.5 | mg |
| Calorías | 23 | Cal | 233 | Cal |
| Capsaicina | 150 | mg | 335 | mg |

Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

2.1.7.1. DEFINICIÓN DE CAPSAICINA

La capsaicina es el compuesto presente en todas las especies de *Capsicum*, es la responsable de estimular los receptores de calor y dolor de la epidermis. En la boca produce una sensación de quemazón que la mayoría de mamíferos encuentran desagradable. El contenido de capsaicina en el ají suele variar entre 0.1 hasta 1% en peso. Cabe destacar que la capsaicina no se encuentra uniformemente distribuida en el fruto; suele encontrarse en las semillas y en la cubierta que las rodea (pericarpio). Por tanto, cuando comemos ají debemos tener cuidado con estas partes pues son las más picantes (Cedrón. J.C, 2013).

La capsaicina es sintetizada por las plantas como medio de defensa ante el ataque de animales.

Por sus beneficios farmacológicos, la capsaicina se usa como sustrato para elaborar medicamentos, con otros compuestos químicos trabajados en laboratorio, para combatir el dolor, pues reduce la sensibilidad de los terminales del sistema nervioso. “Hay en el mercado cremas y parches que tienen capsaicina y se recetan con éxito para afrontar la artritis en sus dos formas: reumatoidea y osteoartritis”, acota la especialista (Cedrón. J.C, 2013).

Otros casos en los que se puede recetar este tipo de medicamentos son en neuropatías periféricas (dolores del sistema nervioso en distintas partes del cuerpo), que se producen como secuela de una diabetes mal controlada en el tiempo. “Están también los dolores generados a partir de una neuropatía posherpética, es decir, para aquellas personas que han sufrido herpes neuropático; o las neuralgias, cuyo dolor se presenta a un lado de la cara, una especie de migraña localizada en el rostro. Inclusive sirve para la soriasis, que es también un tipo de artritis”, agrega Espantoso. Otro beneficio asociado al sistema nervioso es que el consumo regular de ají ayuda a reducir el apetito por un efecto termogénico: el cuerpo entra en calor, quema más calorías y como consecuencia se reduce la grasa abdominal (Cedrón. J.C, 2013).

La capsaicina pura es una sustancia tóxica, y si se toma directamente provoca la muerte por paro respiratorio, sin embargo, la cantidad requerida para causar la muerte de una persona de setenta kilogramos es de trece gramos, lo que equivale a un par de cucharadas (Cedrón. J.C, 2013)

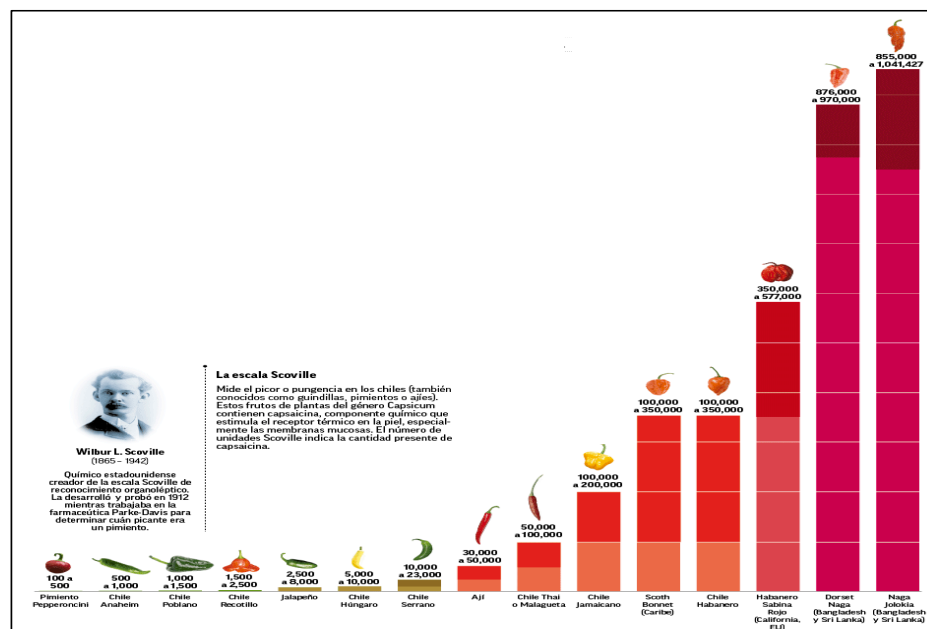
2.1.7.2. ESCALA DE SCOVILLE

Wilbur Scoville desarrolló, en 1912, el famoso método de clasificación de los chiles según el grado relativo del picante. En aquella época y sin la tecnología actual, Scoville basó su investigación en pruebas subjetivas del gusto.

Diluyó diferentes pimientos hasta que la lengua dejaba de notarlos. Cuanto más fuerte era el picor, más disolución requería. Esas pruebas originaron la famosa Unidad Scoville, por la que se clasifican los diversos picantes según su intensidad (Cortez J.A, 2009).

La figura 2.6, muestra la escala de Scoville de acuerdo al grado de picante de los pimientos

Figura 2.6
Escala de Scoville



Fuente: Sagarpa, 2001

2.1.8. PROPIEDADES MEDICINALES DEL LOCOTO

Un locoto posee una cantidad de vitamina C cuatro veces superior al de la naranja. Por la combinación de altas proporciones de vitamina C con sus efectos desinflamantes y digestivos es ideal para tratamientos de la anemia: la vitamina C ayuda a absorber el hierro, la capsaicina neutraliza los efectos inflamatorios de las cápsulas de hierro en el estómago, protegiendo la mucosa estomacal. Finalmente sus efectos digestivos y desinflamatorios previenen y combaten los problemas de estreñimiento que produce este tipo de tratamiento.

También está comprobado que el locoto es un excelente dilatador de los vasos sanguíneos por lo que se aconseja para aliviar los malestares de los hipertensos, quienes no sólo controlan y bajan su presión alta, sino que además lo hacen consumiendo un producto natural.

Sus propiedades antioxidantes son parte esencial de una dieta sana aconsejada para prevenir el cáncer. Actualmente destacados médicos resaltan la existencia de importantes estudios e investigaciones sobre la alta probabilidad de que el locoto no sólo contribuya a la prevención, si no también incluso a la curación del cáncer gracias a la acción de la capsaicina, que impediría la multiplicación y el desarrollo de las células malignas que a través del fenómeno conocido como metástasis, se reproducen a otras partes del organismo haciendo incurables los procesos cancerosos.

2.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS INSUMOS

Los insumos que forman parte de la elaboración de la mermelada son los siguientes:

2.2.1. AZÚCAR

El azúcar desempeña un papel importante en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina. Se utiliza para lograr que la mermelada alcance los grados °Brix adecuados.

Se emplea azúcar blanco, porque permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta; es importante señalar que la concentración de azúcar en la mermelada debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre la probabilidad de que fermente una mermelada porque contiene poca cantidad de azúcar y aquéllos en que puede cristalizar porque contiene demasiada azúcar (Hilario y Coronado, 2001).

2.2.2. ACIDO CÍTRICO

El ácido cítrico es importante no solo para la gelificación de la mermelada; si no también para conferir brillo al color de la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga el tiempo de vida útil. El ácido cítrico, se añadirá durante la concentración ya que ayuda a la extracción de la pectina de la fruta.

La cantidad que se emplea de ácido cítrico varía entre 0,5 y 1% del peso total de la mermelada (Hilario y Coronado, 2001).

El ácido se encuentra presente en todas las frutas en diferentes proporciones.

2.2.3. VINAGRE DE ALCOHOL

El vinagre es un líquido miscible, con sabor agrio, proviene de la fermentación acética de alcohol destilado diluido se origina a su vez de diversas fuentes como la caña de azúcar, los granos de maíz y la melaza. Es el más utilizado en la industria alimenticia. En el presente trabajo de investigación se utilizó el vinagre de alcohol debido a que la capsaicina es soluble en alcohol y vinagre, la inmersión extrajo los químicos irritantes o pungentes de la materia prima para mejorar el sabor del producto terminado (EIRL, 2005).

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

2.3.1. DEFINICIÓN DE MERMELADA

La mermelada es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto (Colquichagua y Ortega, 2005).

2.3.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADAS

La elaboración de esta clase de productos, consiste en una rápida concentración de la fruta mezclada con azúcar hasta llegar al contenido de 65% que corresponde a un contenido en sólidos solubles de 68° Brix.

Durante la concentración se evapora el agua contenida en la fruta y los tejidos se ablandan. Por este efecto, la fruta absorbe azúcar y suelta pectina y ácidos. A causa de la presencia de los ácidos y de la elevada temperatura, ocurre la parcial inversión de los azúcares en una mermelada de buena calidad (Hilario y Coronado, 2001).

La elaboración de mermelada son los métodos más populares para la conservación de las frutas y hortalizas en general, requiere de un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina y la acidez.

Una verdadera mermelada debe presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta, además debe aparecer bien gelificada sin reflejar mucha rigidez, de forma tal que pueda extenderse perfectamente. Debe tener un buen sabor afrutado (Hilario y Coronado, 2001).

También debe conservarse bien cuando se almacena en un lugar fresco, preferentemente oscuro y seco. Las frutas difieren según sea su variedad y su grado de madurez, incluso el tamaño y la forma del recipiente empleado para la cocción influyen sobre el resultado final al variar la rapidez con que se evapora el agua durante la cocción, envasado, enfriado, etiquetado y almacenado (Galvez, 2002).

2.3.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MERMELADA

En la tabla 2.6, se puede observar los requisitos fisicoquímicos para la mermelada.

Tabla 2.6
Requisitos fisicoquímicos de la mermelada

| Requisitos | Unidad | Cantidad | Método de ensayo |
|---|-------------|----------|------------------|
| Humedad | % (m/m) | 25 | N.B-10.6-036 |
| Acidez iónica | pH | 3 | N.B-10.6-020 |
| Contenido de zinc | ppm (mg/kg) | 100 | N.B-10.6-021 |
| Azúcares totales | % (m/m) | 60 | N.B-10.6-022 |
| Contenido de ácido ascórbico | mg/100g | 50 | N.B-10.6-033 |
| Contenido de plomo | ppm (mg/kg) | 2 | N.B-10.6-024 |
| Contenido de Arsenio | ppm (mg/kg) | 0,1 | N.B-10.6-025 |
| Contenido de cobre | ppm (mg/kg) | 10 | N.B-10.6-026 |
| Contenido de estaño | ppm (mg/kg) | 100 | N.B-10.6-027 |
| Agregado de pectina | % (m/m) | 2 | N.B-10.6-028 |
| Ácido benzoico o benzoato de Na; expresado como ácido benzoico | % (m/m) | 0,1 | N.B-10.6-030 |
| Ácido sórbico o sus sales de Na y K, expresados como tartrato de Na y K | % (m/m) | 0,1 | N.B-10.6-032 |
| Citrato de Na y tartrato de Na y K | % (m/m) | 0,2 | N.B-10.6-029 |

Fuente: Norma Boliviana – conservas de vegetales-mermelada de frutilla-requisitos 2010

2.3.4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MERMELADA

COLOR: Uniforme, característico de la fruta procesada, sin que puedan presentar color extraño por elaboración defectuosa.

OLOR: Propio de la fruta procesada y libre de olores extraños

SABOR: Distintivo y característico de la fruta procesada, dulce y libre de sabores extraños

TEXTURA: Producto de buena consistencia, significando con ello un producto pastoso, firme, pero no duro.

ASPECTO: Bueno, significando con ello un producto libre de materias extrañas, aceptando la presencia de burbujas de aire en cantidad tal que no afecte la calidad normal del producto. Los componentes deben estar uniformemente distribuidos (Norma Boliviana para mermelada de frutilla 2010).

2.4. DEFECTOS QUE OCURREN EN LA ELABORACIÓN DE LAS MERMELADAS

Si todas las frutas tuviesen idéntico contenido de pectina y ácido cítrico, la preparación de mermeladas sería una tarea simple, con poco riesgo de incurrir en fallas, sin embargo el contenido de ácido y de pectina varía entre las distintas clases de frutas. Este hecho nos lleva a incurrir en algunas fallas en la elaboración de las mermeladas.

Para determinar las causas de los defectos que se producen en la preparación de mermeladas, se debe comprobar los siguientes factores: contenido de sólidos solubles (°Brix), pH, color y sabor (Hilario y Coronado, 2001).

2.4.1. MERMELADA FLOJA O POCO FIRME

Para determinar esta falla, es necesario comprobar (°Brix), pH y la capacidad de gelificación de la pectina (Hilario y Coronado, 2001).

Las causas son las siguientes:

- ❖ Cocción prolongada que origina hidrólisis de la pectina.
- ❖ Acidez demasiado elevada que rompe el sistema de redes o estructura en formación.
- ❖ Acidez demasiado baja que perjudica la capacidad de gelificación.

- ❖ Elevada cantidad de sales minerales o tampones presentes en la fruta, que retrasan o impiden la completa gelificación.
- ❖ Carencia de pectina en la fruta.
- ❖ Elevada cantidad de azúcar con relación a la cantidad de pectina.
- ❖ Un excesivo enfriamiento que origina la ruptura del gel durante el envasado.

2.4.2. SINÉRESIS O SANGRADO

Se presenta cuando la masa gelificada suelta líquido. El agua atrapada, es exudada y se produce una compresión del gel. Para determinar esta falla, se debe comprobar (°Brix) y pH (Hilario y Coronado, 2001).

Las causas son:

- ❖ Acidez demasiado elevada.
- ❖ Deficiencia de pectina.
- ❖ Exceso de azúcar invertido.
- ❖ Concentración deficiente, exceso de agua (demasiado bajo en sólidos).

2.4.3. CRISTALIZACIÓN

Los defectos que origina la cristalización en la elaboración de mermelada, se mencionaran las principales causas (Hilario y Coronado, 2001).

- ❖ Elevada cantidad de azúcar.
- ❖ Acidez demasiado elevada que ocasiona alta inversión de los azúcares, dando lugar a la granulación de la mermelada.
- ❖ Acidez demasiado baja que origina la cristalización de la sacarosa.
- ❖ Exceso de cocción que da inversión excesiva.
- ❖ La permanencia de la mermelada en las pailas de cocción también da lugar a una inversión excesiva.

2.5. CONCENTRACIÓN

La tecnología utilizada en el proceso de elaboración de mermelada de locoto es la evaporación o concentración.

El procesamiento consiste esencialmente en una rápida concentración de todos sus componentes por la acción del calor. Lo que permite que la fruta se ablande, absorba azúcar y suelte la pectina y el ácido cítrico, hasta llegar a un contenido de sólidos solubles adecuado para su conservación.

Es un método de conservación muy utilizado en la industria de los alimentos sobre todo en el área la concentración de jugos de frutas y otros productos sensitivos al calor, debido a que puede realizarse a presión atmosférica y temperatura ambiente y en condiciones casi isotérmicas.

La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima.

Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor.

Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas.

Anteriormente, el análisis sensorial se consideraba como un método marginal para la medición de la calidad de los alimentos.

Sin embargo, su desarrollo histórico ha permitido que en la actualidad la aplicación de este análisis en la industria alimentaria sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor.

2.6.1. TIPOS DE ANÁLISIS SENSORIAL

Se habla de tres grandes grupos: descriptivo, discriminativo y del consumidor. También existen métodos rápidos de control de calidad como los que se utilizan en las líneas de producción (Espinosa M. J, 2007).

2.6.1.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa).

"Es el más completo. Para la primera etapa tratamos de ver qué nos recuerda y cómo se describe cada olor (por lo general usamos sustancias químicas).

A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese olor e inmediatamente lo describe

Es decir, se agiliza el proceso mental 'estímulo respuesta". En esa fase se comienza a trabajar con el producto que será objeto de la evaluación, y se desarrolla un vocabulario de ocho a quince palabras para describirlo. En tanto, la segunda parte está basada en aprender a medir. "Aunque inconscientemente vivimos calculando distancias y medidas, en este caso hay que formalizarlo y hacerlo consciente, y es aquí donde empieza el entrenamiento con escalas. Por ejemplo, ante un jugo con olor a mandarina, se mide la intensidad de ese olor en una escala del 0 al 10".

2.6.1.2. ANÁLISIS DISCRIMINATIVO

Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, y la consulta al panel es cuánto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos.

"Se hace un juicio global. Por ejemplo, ante una muestra A y una B, se pregunta cuál es la más dulce, o ante A, B y C, donde dos son iguales y una tercera es diferente, cuál es distinta".

2.6.1.3. TEST DEL CONSUMIDOR

También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, y la pregunta es si les agrada o no el producto. "El consumidor debe actuar como tal. Lo que sí se requiere, según la circunstancia, es que sea consumidor habitual del producto que está en evaluación". Contrariamente, a los evaluadores que realizan control de calidad nunca se les consulta si el producto es de su agrado. "Tienen que decir si son distintos, si no difieren, si son dulces, si son amargos. El hedonismo se deja aparte, porque ellos actúan como un instrumento de medición".

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los diseños experimentales son una serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada a un proceso o sistema, de manera que sea posible observar las causas de los cambios en la respuesta de salida.

En muchos experimentos interviene el estudio de los efectos de dos o más factores. En general, en los diseños factoriales son los más eficientes para este tipo de experimentos. Por diseño factorial se entiende que en cada el ensayo o réplica completa del experimento se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores.

El efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor. Con frecuencia éste se llama efecto principal porque se refiere a los factores de interés primario en el experimento. Se trata de un experimento factorial y dos factores en el que los factores del diseño tienen dos niveles. A estos niveles les ha denominado "bajo" y "alto" y se denotan, "-" y "+", respectivamente.

El diseño factorial 2^k es de particular utilidad en las etapas iniciales del trabajo experimental, cuando probablemente se está investigando muchos factores. Este diseño proporciona el menor número de corridas con las que se pueden estudiarse k factores en un diseño factorial completo. Por consiguiente y, estos diseños se usan ampliamente y lo que los experimentos de tamizado ese elección de factores, según la ecuación [2.1].

$$2^k \quad (\text{ecuacion 2.1})$$

Donde:

$2 = \#$ niveles

$k = \#$ factores

La tabla 2.7, muestra la matriz experimental del diseño factorial 2^2

Tabla 2.7
Algoritmo del diseño factorial 2^2

| Corridas | Combinación de tratamientos | Factores | | Interacción | Respuesta |
|----------|-----------------------------|----------|----|-------------|----------------|
| | | A | B | AB | Y _i |
| 1 | 1 | -1 | -1 | +1 | Y ₁ |
| 2 | a | +1 | -1 | -1 | Y ₂ |
| 3 | b | -1 | +1 | -1 | Y ₃ |
| 4 | ab | +1 | +1 | +1 | Y ₄ |

Fuente: Elaboración Propia

En el presente trabajo de investigación, se aplicará un diseño factorial 2^2 en la etapa de inmersión del locoto en vinagre para disminuir el nivel de picante de la materia prima y en la concentración de la pulpa de locoto para obtener el producto final.

2.7.1. DISEÑO FACTORIAL 2^2 EN LA ETAPA DE INMERSIÓN

Los factores a considerar en la etapa de inmersión son:

A: tipo de corte del locoto = 2 niveles

B: concentración del vinagre = 2 niveles

La tabla 2.8, indica los niveles de variación en la etapa de inmersión de locoto en vinagre.

Tabla 2.8
Variación de los factores en la etapa de inmersión

| Factores | Nivel inferior | Nivel superior |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| A | cubos | juliana |
| B | 2,5% | 5% |

Fuente: Elaboración Propia

2.7.2. DISEÑO FACTORIAL 2² EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

Los factores a considerar en la etapa de concentración son:

Az: azúcar = 2 niveles

Ac: ácido cítrico = 2 niveles

La tabla 2.9, muestra los niveles de variación en la etapa de concentración.

Tabla 2.9
Variación de los factores en la etapa de concentración

| Factores | Nivel inferior | Nivel superior |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Az | 50% | 55% |
| Ac | 1% | 1,5% |

Fuente: Elaboración Propia

3.1. DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

La parte experimental del trabajo de investigación, se desarrolló en el laboratorio taller de alimentos LTA, perteneciente a la carrera de ingeniería de alimentos, ubicada en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES, MATERIA PRIMA E INSUMOS

Para el desarrollo de la parte experimental del trabajo de investigación, se utilizaron diferentes equipos, y materiales de laboratorio proporcionados por el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) los que serán utilizados de acuerdo al proceso de elaboración de la mermelada agridulce de locoto.

3.2.1. EQUIPOS

A continuación se describen cada uno de ellos explicando sus funciones y sus especificaciones técnicas.

3.2.1.1. BALANZA DIGITAL

En la figura 3.1, se muestra la balanza analítica que se utilizó para pesar la materia prima e insumos para la elaboración de mermelada agridulce de locoto. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 3.1. Este equipo pertenece al laboratorio taller de alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

Figura 3.1
Balanza analítica



Fuente: LTA, 2017

Tabla 3.1

Especificaciones técnicas de la balanza analítica

| | |
|---------------------------|----------------|
| Marca | METTLER TOLEDO |
| Modelo | PB 1502 |
| Fuerza motriz | 8-14,5 V |
| Rango de precisión | 0.01 g |
| Capacidad máxima | 1510 g |
| Capacidad mínima | 0.50 g |
| Peso aproximado | 3,5 kg |
| Industria | Española |

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2. LICUADORA

En la figura 3.2 se muestra la licuadora la cual fue utilizada preparar la pulpa de locoto para la elaboración de mermelada agridulce de locoto. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 3.2. Este equipo pertenece al laboratorio taller de alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

Figura 3.2
Licudora



Fuente: LTA, 2017

Tabla 3.2
Especificaciones técnicas de la licudora

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Marca | OSTER |
| Modelo | All Metal Drive |
| Potencia | 600 wats |
| Frecuencia | 50 Hz |
| Fuerza electromotriz | 220 v |
| Peso aproximado | 4,5 kg |

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

En la figura 3.3 se muestra el refractómetro de bolsillo el cual fue utilizado para medir los grados Brix de la mermelada agridulce de locoto. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 3.3. Este equipo pertenece al laboratorio taller de alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

Figura 3.3
Refractómetro de bolsillo



Fuente: LTA, 2017

Tabla 3.3
Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo

| | |
|------------------------|-------------|
| Marca | ATAGO |
| Modelo | Máster M |
| Rango | 0,0 – 30,0% |
| Peso aproximado | 160 g |
| Industria | Japón |

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.4. COCINA INDUSTRIAL

En la figura 3.4 se puede observar la cocina industrial que fue utilizada en la etapa de concentración de la mermelada agridulce de locoto. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 3.3. Este equipo pertenece al laboratorio taller de alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos

Figura 3.4
Cocina industrial



Fuente: LTA, 2017

Tabla 3.4
Especificaciones técnicas de la cocina industrial

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Marca | METALFER |
| Material | Acero inoxidable |
| Consumo | 1500 Kcal/h |
| Numero de hornallas | 2 |
| Tamaño del equipo | Altura = 90 cm |
| | Ancho = 80 cm |
| | Profundidad = 45 cm |
| Industria | Boliviana |

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. MATERIAL DE LABORATORIO

En la tabla 3.5, se muestran los materiales de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación

Tabla 3.5
Material de laboratorio

| MATERIAL | CAPACIDAD | CANTIDAD | TIPO DE MATERIAL |
|----------------|-----------|----------|------------------|
| Espátula | --- | 1 | Metal |
| Jarra graduada | 1000 ml | 1 | Plástico |
| Cuchara | 30 g | 1 | Madera |
| cuchillo | --- | 1 | Metal |
| Bandeja | 2000 ml | 2 | Metal |
| Olla | mediana | 1 | Acero inoxidable |

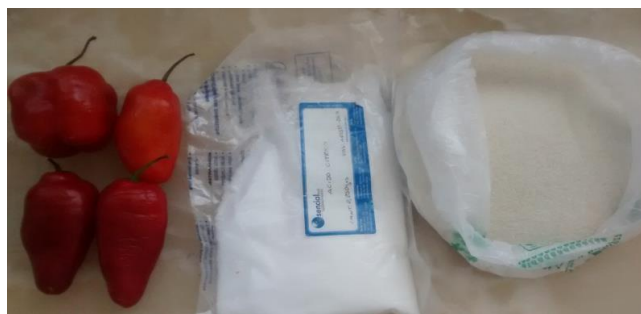
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. MATERIA PRIMA E INSUMOS

Como materia prima tenemos el locoto (*capicum pubescens*); proveniente de la ciudad de Cochabamba que fue adquirida de en el mercado campesino de la ciudad de Tarija. Los insumos son el azúcar que proveniente de la Industria Azucarera de Bermejo y el ácido cítrico que fue adquirido de la tienda de insumos alimenticios ESENCIAL.

La materia prima y los insumos utilizados en la elaboración de la mermelada agrídulce de locoto se muestran en la figura 3.5.

Figura 3.5
Materia prima e insumos

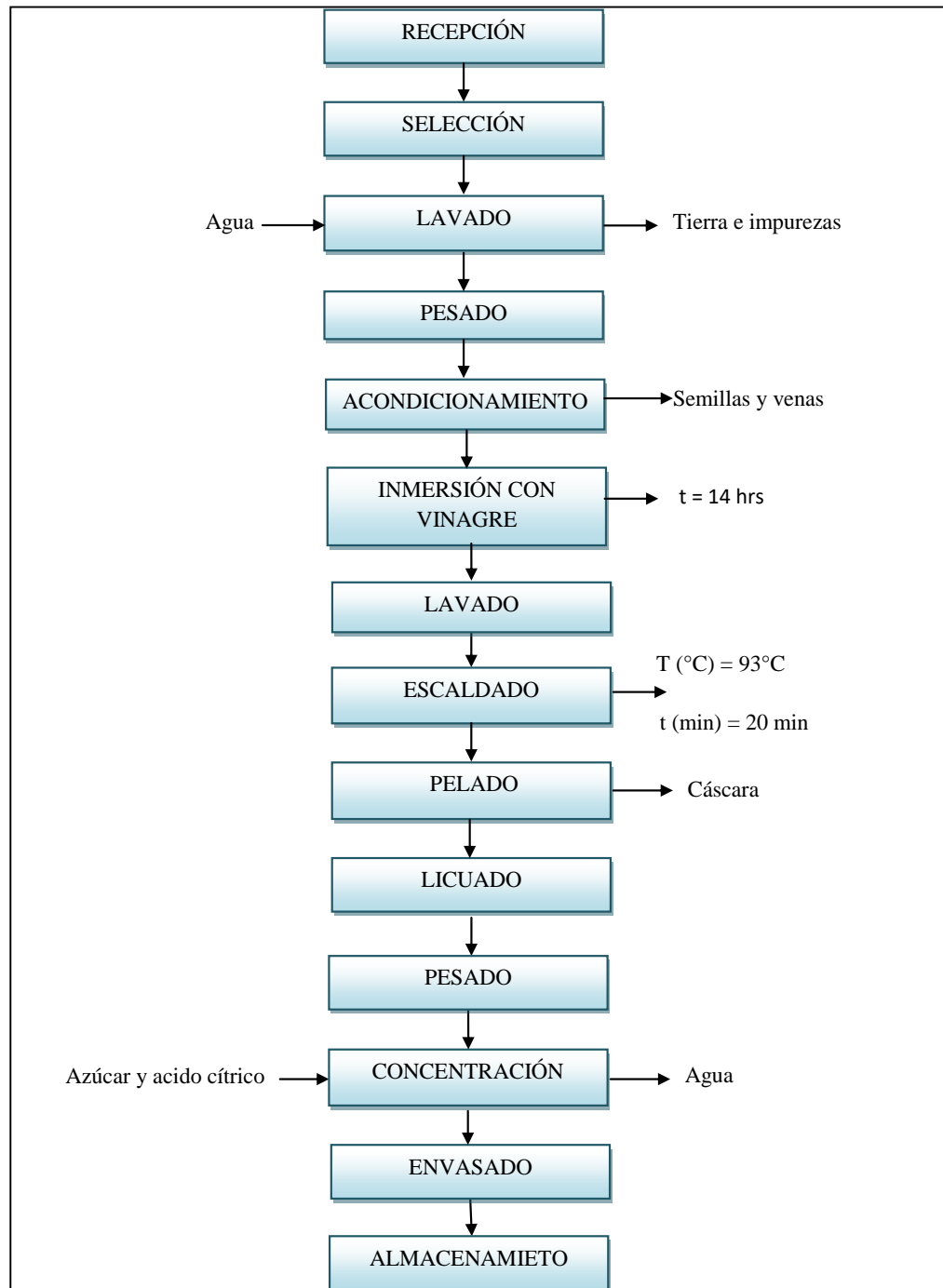


Fuente: Elaboración propia

3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

La figura 3.6, muestra el diagrama de flujo de la elaboración de mermelada agridulce de locoto

Figura 3.6 Elaboración de mermelada agridulce de locoto



Fuente: Elaboración propia

3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA MERMELADA DE LOCOTO

3.3.1.1. LOCOTO

El locoto utilizado en la elaboración de la mermelada, se adquirió del Mercado Campesino de la ciudad de Tarija.

3.3.1.2. SELECCIÓN

La selección tiene la finalidad de separar los locotos dañados e inmaduros, seleccionando los más aptos para el procesamiento se realizó de forma manual.

3.3.1.3. LAVADO

El lavado tiene como objetivo eliminar las impurezas y la tierra que pudieran contener la hortaliza debido a la manipulación durante la cosecha y el transporte.

3.3.1.4. PESADO

El pesado de la materia prima se realiza para determinar el rendimiento del proceso.

3.3.1.5. ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento consiste en cortar al locoto de forma transversal para sacar las semillas y las venas del interior todo el procedimiento se lo realizó de forma manual.

3.3.1.6. INMERSIÓN EN VINAGRE

La inmersión del locoto con vinagre blanco durante 14 horas aproximadamente tiene la finalidad de disminuir la pungencia de la materia prima.

3.3.1.7. LAVADO

El lavado se realiza con agua potable fría para eliminar el vinagre de la superficie del locoto.

3.3.1.8. ESCALDADO

El escaldado se realiza con agua a temperatura de ebullición por un tiempo de 20 min con el objetivo de facilitar el pelado del locoto.

3.3.1.9. PELADO

Posteriormente se quita la cascara con mucho cuidado para disminuir las pérdidas el procedimiento se lo realiza de forma manual.

3.3.1.10. LICUADO

Se procede a licuar el locoto pelado para obtener una pulpa homogénea, con la finalidad de obtener un producto con una textura uniforme y de buen aspecto.

3.3.1.11. PESADO

Luego se pesa la pulpa y los insumos necesarios con la finalidad de medir el rendimiento del proceso.

3.3.1.12. CONCENTRACIÓN

La concentración de la pulpa de locoto y los insumos se realiza por un tiempo de 20 minutos para que alcance los grados °Brix necesarios.

3.3.1.13. ENVASADO

El envasado de la mermelada se realiza en caliente a una temperatura de (80-85) °C con la finalidad de mantener la fluidez del producto, se realiza de forma manual.

El llenado debe realizarse dejando entre (1.0-1.5) cm del borde del envase y se procede al cerrado manual de los botes y finalmente los envases son volcados hasta que el producto se enfríe a temperatura ambiente

3.3.1.12. ALMACENAMIENTO

Se debe almacenar el producto en un lugar fresco y seco para evitar su deterioro.

3.4. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

3.4.1. DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA

El análisis fisicoquímico de la materia prima, se realizo en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma

Juan Misael Saracho. La tabla 3.6 se muestra los parámetros analizados y métodos utilizados en la determinación de las propiedades fisicoquímicas.

Tabla 3.6
Análisis fisicoquímicos de la materia prima

| Producto | Parámetros | Método | Norma |
|----------|-------------------------|--------------|------------------|
| Locoto | Cenizas | NB 39034:10 | NB 39034:10 |
| | Fibra | Gravimétrico | NB/ISO 8968-1:08 |
| | Materia grasa | NB 313019:06 | NB 313019:06 |
| | Humedad | NB 313010:05 | NB 313010:05 |
| | Hidratos de carbono | Cálculo | NB 313010:05 |
| | Proteína total (Nx6,25) | NB 313010:05 | NB/ISO 8968-1:08 |
| | Valor energético | Cálculo | |

Fuente: CEANID, 2017

3.4.2. DETERMINACIÓN ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA

El análisis microbiológico de la materia prima, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. La tabla 3.3 indica los parámetros analizados y métodos utilizados en la determinación del análisis microbiológico.

Tabla 3.7
Análisis microbiológicos de la materia prima

| Producto | Parámetros | Método | Norma |
|----------|--------------------|-------------------|-------------|
| Locoto | E. Coli | Recuento en placa | NB32003:05 |
| | Coliformes totales | Recuento en placa | NB 32005:02 |
| | Mohos y levaduras | Recuento en placa | NB 32006:03 |

Fuente: CEANID, 2017

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ELABORACION DE MERMELADA AGRIDULCE DE LOCOTO

En el presente trabajo de investigación, se aplicará un diseño factorial 2^2 en la etapa de inmersión del locoto en vinagre para disminuir el nivel de picante de la materia prima y en la concentración de la pulpa de locoto para obtener el producto final.

3.5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE INMERSIÓN DEL LOCOTO EN VINAGRE

La tabla 3.8, indica los niveles de variación en la etapa de inmersión de locoto en vinagre.

Tabla 3.8
Variación de los factores en la etapa de inmersión

| Factores | Nivel inferior | Nivel superior |
|----------|----------------|----------------|
| A | cubos | juliana |
| B | 2,5% | 5% |

Fuente: Elaboración Propia

La inmersión del locoto en vinagre se realiza para disminuir el contenido de capsaicina del locoto para mejorar sus propiedades organolépticas sin quitarle sus propiedades nutricionales en el producto terminado.

Por lo tanto en la etapa de inmersión del locoto se aplicará el siguiente modelo:

$$2^k = 2^2 = 4 \text{ tratamientos}$$

En la tabla 3.9 se muestra el modelo del diseño factorial

Tabla 3.9
Diseño experimental en la etapa de inmersión del locoto en vinagre

| Corridas | Factores | | Interacción | |
|----------|----------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | A | B | RÉPLICA I | RÉPLICA II |
| 1 | a ₁ | b ₁ | a ₁₁ b ₁₁ | a ₁₂ b ₁₂ |
| 2 | a ₂ | b ₁ | a ₂₁ b ₁₁ | a ₂₂ b ₁₂ |
| 3 | a ₁ | b ₂ | a ₁₁ b ₂₁ | a ₁₂ b ₂₂ |
| 4 | a ₂ | b ₂ | a ₂₁ b ₂₁ | a ₂₂ b ₂₂ |

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

En la tabla 3.10, se puede observar los niveles de variación de la etapa de concentración.

Tabla 3.10
Variación de los factores en la etapa de concentración

| Factores | Nivel inferior | Nivel superior |
|----------|----------------|----------------|
| Az | 50% | 55% |
| Ac | 1% | 1,5% |

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación de ingredientes es un proceso muy importante en la elaboración de la mermelada de locoto; ya que las variaciones en las cantidades de azúcar y ácido cítrico influyen en el sabor, textura y color del producto terminado.

Por lo tanto en la etapa de concentración de la mermelada se aplicará el siguiente modelo:

$$2^k = 2^2 = 4 \text{ tratamientos}$$

En la tabla 3.11, se muestra el modelo del diseño factorial en la etapa de concentración

Tabla 3.11
Diseño experimental en la etapa de concentración

| Corridas | Factores | | Interacción | |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Az | Ac | RÉPLICA I | RÉPLICA II |
| 1 | Az ₁ | Ac ₁ | Az ₁₁ Ac ₁₁ | Az ₁₂ Ac ₁₂ |
| 2 | Az ₂ | Ac ₁ | Az ₂₁ Ac ₁₁ | Az ₂₂ Ac ₁₂ |
| 3 | Az ₁ | Ac ₂ | Az ₁₁ Ac ₂₁ | Az ₁₂ Ac ₂₂ |
| 4 | Az ₂ | Ac ₂ | Az ₂₁ Ac ₂₁ | Az ₂₂ Ac ₂₂ |

Fuente: Elaboración Propia

3.6. EVALUACIÓN SENSORIAL

3.6.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES DEL PRODUCTO

Para determinar la dosificación del producto se realizaron dos muestras las que fueron sometidas a una evaluación sensorial de manera preliminar donde participaron 20 jueces no entrenados a través de test de escala hedónica, donde la muestra M1 obtuvo mayor puntaje con relación a M2 para los atributos color, sabor, olor, y textura (Anexo C.1).

3.6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO ELABORADO

Para determinar las propiedades organolépticas de las cuatro muestras obtenidas de la aplicación del diseño experimental de la mermelada agridulce de locoto, se realizó una evaluación sensorial para lo cual participaron 15 jueces no entrenados a través de un test de escala hedónica (Anexo C.1) para los atributos color, olor, sabor y textura.

3.6.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

Para determinar las propiedades organolépticas del producto final se realizó una evaluación sensorial donde participaron 15 jueces no entrenados a través de un test de escala hedónica (Anexo B.2) para los atributos color, sabor, textura y olor.

3.7. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización del producto final en el presente trabajo experimental fue realizada tomando en cuenta los siguientes aspectos.

3.7.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

El análisis fisicoquímico del producto final, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

La tabla 3.12, muestra los parámetros y métodos utilizados para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto final

Tabla 3.12
Análisis fisicoquímicos del producto final

| Producto | Parámetros | Método | Norma |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| Mermelada agridulce de locoto | Cenizas | NB 39034:10 | NB 39034:10 |
| | Fibra | Gravimétrico | |
| | Materia grasa | NB 313019:06 | NB 313019:06 |
| | Humedad | NB 313010:05 | NB 313010:05 |
| | Hidratos de carbono | Cálculo | |
| | Proteína total (Nx6,25) | NB/ISO 8968-1:08 | NB/ISO 8968-1:08 |
| | Valor energético | Cálculo | |

Fuente: CEANID, 2017

3.7.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

El análisis microbiológico del producto final, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

La tabla 3.13 muestra los parámetros y métodos utilizados para el análisis microbiológico del producto final

Tabla 3.13
Análisis microbiológico del producto final

| Producto | Parámetros | Método de ensayo | Norma |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|-------------|
| Mermelada agridulce de locoto | E. Coli | Recuento en placa | NB 32003:05 |
| | Coliformes totales | Recuento en placa | NB 32005:02 |
| | Mohos y levaduras | Recuento en placa | NB 32006:03 |

Fuente: CEANID, 2017

4.1.CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

La caracterización de la materia prima en el presente trabajo experimental se realizó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

4.1.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

La tabla 4.1 se muestran en los resultados obtenidos.

Tabla 4.1
Resultados de los análisis fisicoquímicos del locoto

| Parámetro | Método de ensayo | Unidad | Resultado |
|-------------------------|-------------------------|---------------|------------------|
| Ceniza | NB 39034:10 | % | 0,54 |
| Fibra | Gravimétrico | % | 1,80 |
| Grasa | NB 313019:06 | % | 0,11 |
| Hidratos de carbono | Cálculo | % | 5,00 |
| Humedad | NB 313010:05 | % | 91,66 |
| Proteína total (Nx6,25) | NB/ISO 8968-1:08 | % | 0,89 |
| Valor energético | Cálculo | Kcal/100 g | 24,55 |

Fuente: CEANID, 2017

Se puede observar en la tabla 4.1, que el contenido de humedad de 91,66%, valor energético de 24,55Kcal/100g, hidratos de carbono 5%, fibra de 1,80%, proteína total 0,89%, ceniza 0,54% y grasa 0,11%.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 4.2 se muestran los resultados.

Tabla 4.2
Resultados de los análisis microbiológicos del locoto

| Parámetro | Método de ensayo | Unidad | Resultado |
|--|-------------------------|---------------|-------------------|
| Coliformes totales | NB 32005:02 | UFC/g | $4,3 \times 10^2$ |
| Escherichia coli | NB 32005:02 | UFC/g | <10(*) |
| mohos y levaduras | NB 32006:03 | UFC/g | $1,7 \times 10^2$ |
| (*) = No se observa desarrollo de colonias | | | |

Fuente: CEANID, 2017

Se puede observar en la tabla 4.2, la materia prima presenta un valor de coliformes totales $4,3 \times 10^2$, escherichia coli <10(*) y mohos y levaduras $1,7 \times 10^2$.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA AGRIDULCE DE LOCOTO

La caracterización de las variables se realizó mediante un diseño factorial 2^2 aplicado en distintas etapas del proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto.

4.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ETAPA DE INMERSIÓN DE LOCOTO EN VINAGRE

En la tabla 4.3 se muestra el arreglo matricial y el resultado del diseño factorial de las variables concentración del vinagre y el tipo de corte en función del tiempo de reposo.

Tabla 4.3

Matriz de resultados de variables en la etapa de inmersión del locoto en vinagre

| Factores | | Combinación de tratamientos | Réplicas | | Total y_1 |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------|----|-------------|
| (A) Concentración de vinagre | (B) Tipo de corte | | I | II | |
| 2,5% | Cubitos | A bajo, B bajo | 24 | 24 | 48 |
| 5% | Cubitos | A alto, B bajo | 14 | 14 | 28 |
| 2,5% | Juliana | A bajo, B alto | 18 | 17 | 35 |
| 5% | Juliana | A alto, B alto | 26 | 25 | 51 |
| | | | | | 162 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.1. ANÁLISIS DE VARIANZA EN LA ETAPA DE INMERSIÓN DEL LOCOTO EN VINAGRE

La tabla 4.4 muestra el análisis de varianza para la etapa de inmersión de locoto en vinagre en función del tiempo de reposo para un diseño factorial 2^2 , extraída de la tabla D.4 (Anexo D.1)

Tabla 4.4

Análisis de varianza (ANVA) en la inmersión del locoto en vinagre para el diseño factorial 2^2

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrado medio (CM) | F cal | F tab |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------|-------|
| A (concentración) | 2 | 1 | 2 | 8 | 7,71 |
| B (tipo de corte) | 12.5 | 1 | 12.5 | 50 | 7,71 |
| Interacción AB | 162 | 1 | 162 | 684 | 7,71 |
| Error | 1 | 4 | 0.25 | - | - |
| Total | 177.5 | 7 | - | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 4.4 muestra que las variables A (concentración del vinagre), B (tipo de corte del locoto) y la interacción (AB) tienen influencia significativa en el proceso de inmersión del locoto en el vinagre. La mayor significancia se muestra en la

interacción AB ($F_{cal} > F_{tab}$), luego en el tipo de corte B ($F_{cal} > F_{tab}$), y por último la concentración de vinagre A ($F_{cal} > F_{tab}$), en función del tiempo de reposo, para un nivel de confianza del 95%.

4.2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

En la tabla 4.5 se muestra el arreglo matricial y el resultado del diseño factorial de las variables azúcar y ácido cítrico en función de los sólidos solubles (Brix) de la mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.5

Matriz de resultados de variables en la etapa de concentración

| Factor | | Combinación de tratamientos | Réplicas | | Total y_1 |
|------------|-------------------|-----------------------------|----------|------|--------------|
| (A) Azúcar | (B) Ácido cítrico | | I | II | |
| 50% | 1,0% | Az bajo, Ac bajo | 47,0 | 50,1 | 97,1 |
| 55% | 1,0% | Az alto, Ac bajo | 56,6 | 49,0 | 105,6 |
| 50% | 1,5% | Az bajo, Ac alto | 57,0 | 54,6 | 111,6 |
| 55% | 1,5% | Az alto, Ac alto | 64,0 | 61,3 | 125,3 |
| | | | | | 439,6 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.1. ANÁLISIS DE VARIANZA EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

La tabla 4.6 muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza aplicado en la etapa de concentración.

Tabla 4.6**Análisis de varianza (ANVA) en la etapa de concentración**

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrado medio (CM) | F cal | F tab |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| Az (azúcar) | 61,60 | 1 | 61,60 | 0,01000 | 7,71 |
| Ac (ácido cítrico) | 146,20 | 1 | 146,20 | 0,02400 | 7,71 |
| Interacción Az Ac | 3,38 | 1 | 3,38 | 0,00056 | 7,71 |
| Error | 24141,29 | 4 | 6035,32 | - | - |
| Total | 24352,47 | 7 | - | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4.6, $F_{cal} < F_{tab}$ para los factores Az (azúcar), Ac (ácido cítrico), y las interacciones Az Ac (azúcar-ácido cítrico); no existe evidencia estadística de variación de los factores para el proceso de concentración, en función de los sólidos solubles, para un nivel de confianza del 95% por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

4.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DEL PRODUCTO ELABORADO

Se realizó una evaluación sensorial preliminar para determinar las cantidades de insumos a ser utilizados en la elaboración de mermelada agrídulce de locoto, para tal efecto se elaboraron dos muestras con distintas cantidades de ácido cítrico, azúcar y pectina, para elegir la muestra base, donde participaron 20 jueces no entrenados, mediante una escala hedónica para determinar la muestra óptima.

4.3.1.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DEL ATRIBUTO COLOR

La tabla 4.7, muestra los resultados promedios obtenidos de la tabla C.2.1 (Anexo C.2), de la evaluación sensorial preliminar para determinar el atributo color en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.7

Evaluación sensorial preliminar para el atributo color

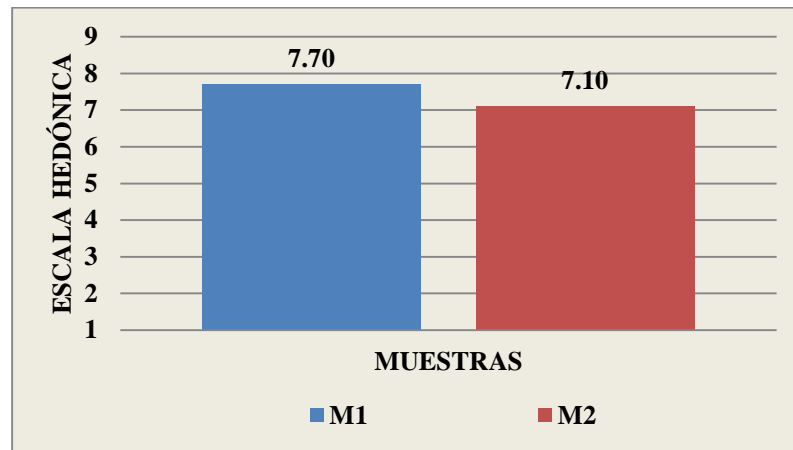
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 9 | 9 |
| 2 | 8 | 9 |
| 3 | 8 | 7 |
| 4 | 9 | 6 |
| 5 | 7 | 6 |
| 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 |
| 9 | 8 | 7 |
| 10 | 8 | 7 |
| 11 | 8 | 6 |
| 12 | 7 | 8 |
| 13 | 6 | 7 |
| 14 | 6 | 7 |
| 15 | 8 | 6 |
| 16 | 8 | 8 |
| 17 | 9 | 9 |
| 18 | 9 | 7 |
| 19 | 6 | 8 |
| 20 | 8 | 8 |
| x | 7,70 | 7,10 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.1, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.7 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7.70), seguida de la muestra M2 (7.10).

Gráfica 4.1

Evaluación sensorial preliminar del atributo color



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.1, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,70), seguida de la muestra M2 (7,10).

La tabla 4.8 muestra el análisis de varianza para la evaluación sensorial preliminar del atributo color

Tabla 4.8

Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo color

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 39,60 | 39 | - | - | - |
| Muestras (A) | 3,60 | 1 | 3,60 | 1,18 | 4,38 |
| Jueces (B) | 19,60 | 19 | 1,03 | 1,19 | 2,16 |
| Error (E) | 16,40 | 19 | 0,80 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.8 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,18 < 4,38$), para las muestras, por lo tanto se acepta H_p , por lo que no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05. Sin embargo se tomo en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 con el mayor puntaje (7,70) en la escala hedónica para el atributo color, como la mejor opción.

4.3.1.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DEL ATRIBUTO SABOR

La tabla 4.9, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.3.1 (anexo C.3), de la evaluación sensorial preliminar para determinar el atributo sabor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.9
Evaluación sensorial preliminar para el atributo sabor

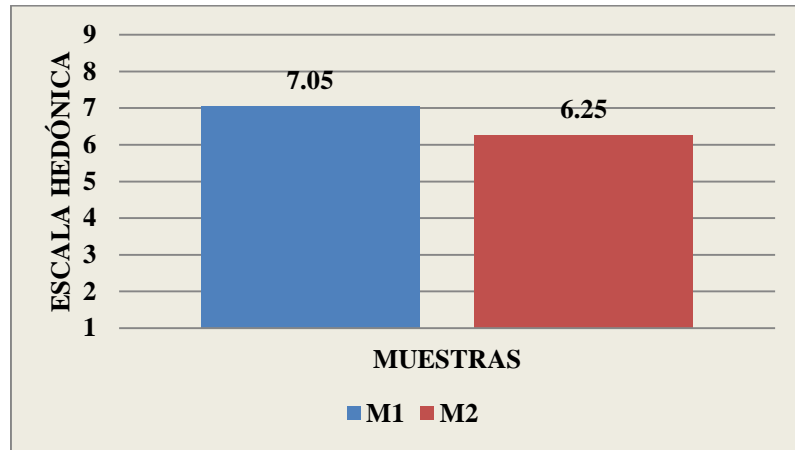
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 6 | 6 |
| 2 | 7 | 6 |
| 3 | 8 | 7 |
| 4 | 8 | 6 |
| 5 | 7 | 6 |
| 6 | 7 | 7 |
| 7 | 6 | 6 |
| 8 | 3 | 6 |
| 9 | 7 | 7 |
| 10 | 6 | 5 |
| 11 | 8 | 7 |
| 12 | 6 | 7 |
| 13 | 8 | 5 |
| 14 | 7 | 7 |
| 15 | 8 | 5 |
| 16 | 8 | 6 |
| 17 | 8 | 7 |
| 18 | 9 | 7 |
| 19 | 7 | 6 |
| 20 | 7 | 6 |
| x | 7,05 | 6,25 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.2, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.9 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7.05) seguida de la muestra M2 (6.25).

Gráfica 4.2

Evaluación sensorial preliminar del atributo sabor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.2, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,05), seguida de la muestra M2 (6,25).

La tabla 4.10 muestra el análisis de varianza para la evaluación sensorial preliminar del atributo sabor

Tabla 4.10

Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo sabor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 47,10 | 39 | - | - | - |
| Muestras (A) | 6,40 | 1 | 6,40 | 5,28 | 4,38 |
| Jueces (B) | 23,10 | 19 | 1,21 | 1,30 | 2,16 |
| Error (E) | 17,60 | 19 | 0,93 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.10 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,28 > 4,38$), para las muestras para un nivel de significancia de 0,05, por lo tanto se rechaza H_0 y se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.1.3.PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DEL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.11, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo sabor.

Tabla 4.11

Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|---------------------|----------------------------|---|------|------------------------------------|
| M1 – M2 | 0,80 | < | 0,62 | Si existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.11, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M1-M2), para un límite de confianza del 95%.Haciendo notar que la preferencia de los jueces también es por la muestra M1 (7.05) para el atributo sabor.

4.3.1.4.EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DEL ATRIBUTO OLOR

La tabla 4.12, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.4.1 (anexo C.4), de la evaluación sensorial preliminar para determinar el atributo olor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.12

Evaluación sensorial preliminar para el atributo olor

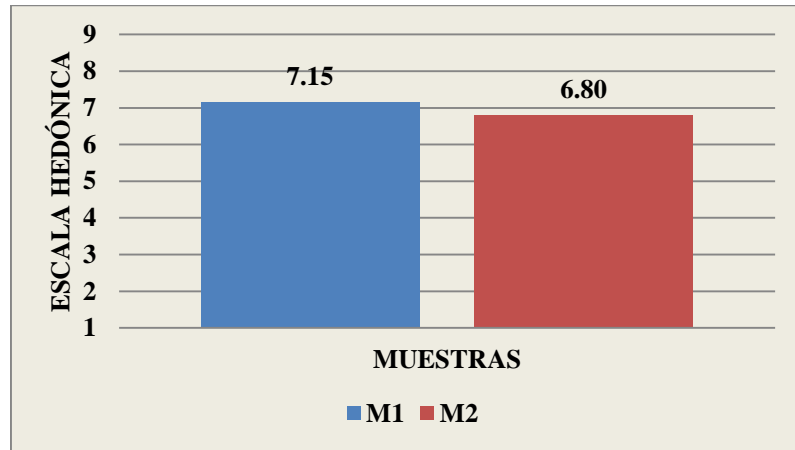
| JUECES | MUESTRAS | |
|---------------|-----------------|-----------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 5 | 6 |
| 2 | 9 | 8 |
| 3 | 8 | 7 |
| 4 | 9 | 5 |
| 5 | 7 | 7 |
| 6 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 6 |
| 8 | 6 | 6 |
| 9 | 7 | 8 |
| 10 | 7 | 6 |
| 11 | 6 | 7 |
| 12 | 7 | 7 |
| 13 | 6 | 8 |
| 14 | 9 | 9 |
| 15 | 9 | 8 |
| 16 | 8 | 6 |
| 17 | 4 | 6 |
| 18 | 8 | 6 |
| 19 | 8 | 6 |
| 20 | 7 | 7 |
| x | 7,15 | 6,80 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.3, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.12 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7.15), seguida de la muestra M2 (6.80).

Gráfica 4.3

Evaluación sensorial preliminar del atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.3, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,15), seguida de la muestra M2 (6,80).

La tabla 4.13 muestra el análisis de varianza para la evaluación sensorial preliminar del atributo olor

Tabla 4.13

Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo olor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 56,97 | 39 | - | - | - |
| Muestras (A) | 1,22 | 1 | 1,22 | 0,67 | 4,38 |
| Jueces (B) | 34,47 | 19 | 1,81 | 0,62 | 2,16 |
| Error (E) | 21,27 | 19 | 1,11 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.13 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,67 < 4,38$), para las muestras lo que indica que no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia de 0,05. Sin embargo se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por

la muestra M1 con el mayor puntaje (7,15) en la escala hedónica para el atributo olor, como la mejor opción.

4.3.1.5. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DEL ATRIBUTO TEXTURA

La tabla 4.14, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.5.1 (Anexo C.5), de la evaluación sensorial preliminar para determinar el atributo textura en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.14
Evaluación sensorial preliminar para el atributo textura

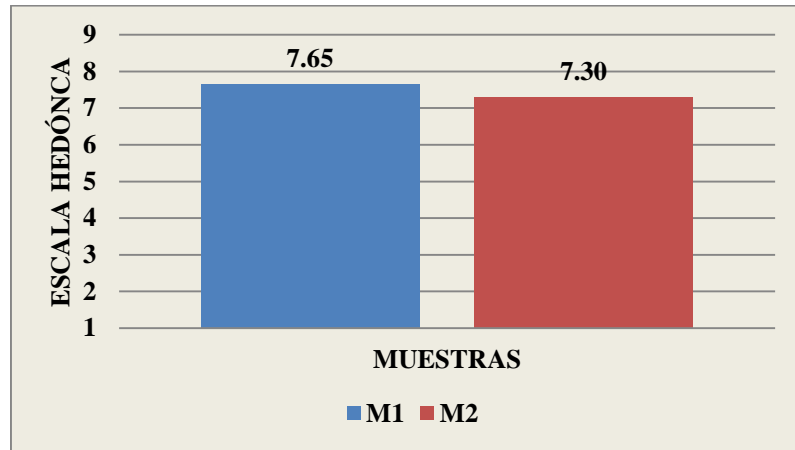
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 9 | 9 |
| 2 | 8 | 9 |
| 3 | 8 | 7 |
| 4 | 9 | 6 |
| 5 | 7 | 6 |
| 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 |
| 9 | 8 | 7 |
| 10 | 8 | 7 |
| 11 | 8 | 6 |
| 12 | 7 | 8 |
| 13 | 6 | 7 |
| 14 | 6 | 7 |
| 15 | 8 | 6 |
| 16 | 8 | 8 |
| 17 | 9 | 9 |
| 18 | 9 | 7 |
| 19 | 6 | 8 |
| 20 | 8 | 8 |
| x | 7,65 | 7,30 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.4, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.14 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,65) seguida de la muestra M2 (7,30).

Gráfica 4.4

Evaluación sensorial preliminar del atributo textura



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.4, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,65), seguida de la muestra M2 (7,30).

Tabla 4.15

Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo textura

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 41,97 | 39 | - | - | - |
| Muestras (A) | 1,22 | 1 | 1,22 | 0,91 | 4,38 |
| Jueces (B) | 25,47 | 19 | 1,34 | 1,51 | 2,16 |
| Error (E) | 17,72 | 19 | 0,88 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.15 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,91 < 4,38$), para las muestras lo que indica que no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de

significancia de 0,05. Sin embargo se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 con el mayor puntaje (7,65) en la escala hedónica para el atributo olor, como la mejor opción.

4.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO ELABORADO

Para realizar la evaluación sensorial inicial de las propiedades organolépticas de la mermelada agridulce de locoto, se elaboraron cuatro muestras con distintas cantidades de azúcar y ácido cítrico de acuerdo a la matriz del diseño factorial para la determinación de los atributos color, olor, sabor y textura mediante un test de escala hedónica donde participaron 15 jueces no entrenados para medir la aceptabilidad del producto.

4.3.2.1. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.16 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.6.1 (Anexo C.6), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo color en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.16

Evaluación sensorial inicial para el atributo color

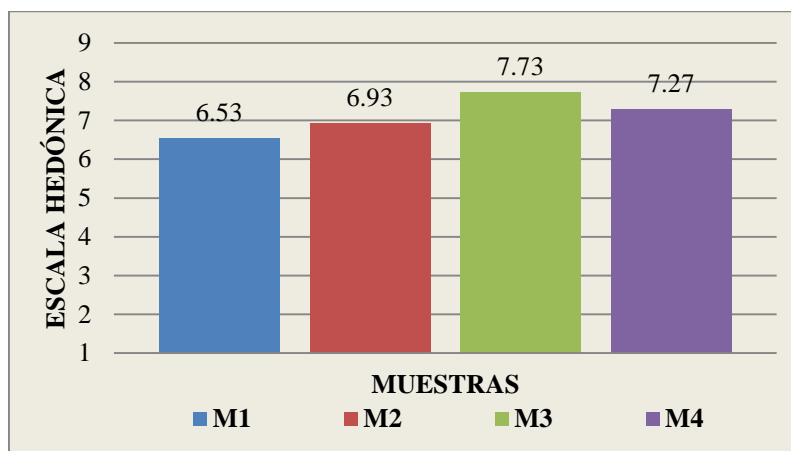
| JUECES | MUESTRAS | | | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| 2 | 5 | 7 | 8 | 7 |
| 3 | 6 | 7 | 9 | 8 |
| 4 | 6 | 8 | 7 | 9 |
| 5 | 5 | 6 | 8 | 6 |
| 6 | 8 | 8 | 7 | 9 |
| 7 | 6 | 7 | 6 | 5 |
| 8 | 9 | 7 | 7 | 8 |
| 9 | 8 | 9 | 8 | 9 |
| 10 | 5 | 5 | 8 | 7 |
| 11 | 6 | 5 | 9 | 7 |
| 12 | 8 | 7 | 8 | 7 |
| 13 | 7 | 8 | 7 | 7 |
| 14 | 5 | 5 | 8 | 6 |
| 15 | 6 | 7 | 8 | 7 |
| x | 6,53 | 6,93 | 7,73 | 7,27 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.5, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.16 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,73) seguida de las muestras M4 (7,27), M2 (6,93) y M (6,53).

Gráfica 4.5

Evaluación sensorial inicial del atributo color



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.5, la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,73), seguido de las muestras M4 (7,27), M2 (6,93) y M1 (6,53).

Tabla 4.17

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo color

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 86,18 | 59 | - | - | - |
| Muestras (A) | 21,64 | 3 | 7,21 | 3,06 | 2,82 |
| Jueces (B) | 32,93 | 14 | 2,35 | 3,35 | 1,94 |
| Error (E) | 31,61 | 42 | 0,75 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.17 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,06 > 2,82$), para los tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis y se puede decir que hay diferencia significativa, y se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.2.2. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.18, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo color.

Tabla 4.18

Tabla de comparación entre medias para el atributo color

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|--------------|---------------------|---|------|------------------------------------|
| M3 – M4 | 0,46 | < | 0,62 | No existe diferencia significativa |
| M3 – M2 | 0,80 | > | 0,66 | Si existe diferencia significativa |
| M3 – M1 | 1,20 | > | 0,68 | Si existe diferencia significativa |
| M4 – M2 | 0,34 | < | 0,62 | No existe diferencia significativa |
| M4 – M1 | 0,74 | > | 0,66 | Si existe diferencia significativa |
| M2 – M1 | 0,40 | < | 0,68 | No existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M3-M2), (M3-M1), (M4-M1) en comparación con las muestras (M3-M4), (M4-M2), (M2-M1). Como se puede observar no existe evidencia estadística para un límite de confianza del 95%, haciendo notar que la preferencia de los jueces es por las muestras M3 (7.73), M4 (7.27), como las muestras con mayor aceptación para el atributo color.

4.3.2.3. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.19 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.7.1 (Anexo C.7), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo sabor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.19

Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor

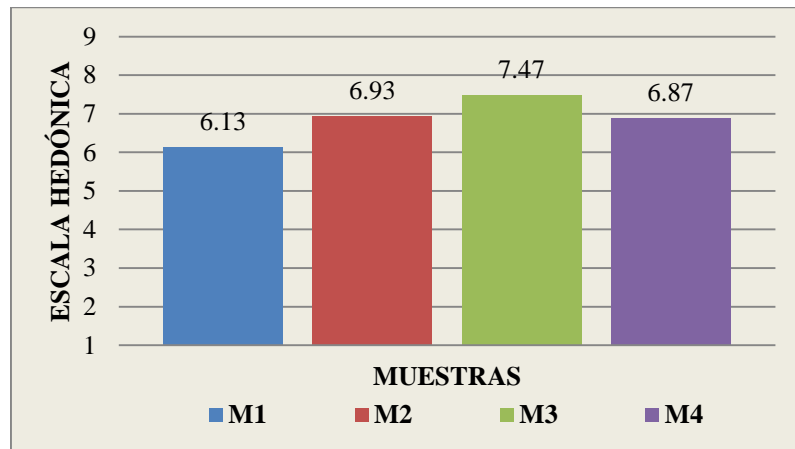
| JUECES | MUESTRAS | | | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 6 | 7 | 6 | 8 |
| 2 | 5 | 6 | 8 | 6 |
| 3 | 6 | 7 | 9 | 8 |
| 4 | 7 | 9 | 8 | 6 |
| 5 | 7 | 6 | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 7 | 8 | 7 |
| 7 | 7 | 8 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 7 | 7 | 6 |
| 9 | 6 | 8 | 9 | 6 |
| 10 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| 11 | 5 | 5 | 8 | 8 |
| 12 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| 13 | 6 | 8 | 7 | 7 |
| 14 | 8 | 5 | 8 | 7 |
| 15 | 5 | 7 | 8 | 7 |
| x | 6,13 | 6,93 | 7,47 | 6,87 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.6, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.19 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,47) seguida de las muestras M2 (6,93), M4 (6,87) y M1 (6,13).

Gráfica 4.6

Evaluación sensorial inicial del atributo sabor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.6, la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,47), seguido de las muestras M2 (6,93), M4 (6,87) y M1 (6,13).

Tabla 4.20

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo sabor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 73,65 | 59 | - | - | - |
| Muestras (A) | 13,52 | 3 | 4,50 | 3,75 | 2,82 |
| Jueces (B) | 16,90 | 14 | 1,20 | 1,25 | 1,94 |
| Error (E) | 43,23 | 42 | 1,03 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.20 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,75 > 2,82$), para los tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis y se puede decir que hay diferencia significativa, y se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.2.4. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.21, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo sabor.

Tabla 4.21

Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|--------------|---------------------|---|------|------------------------------------|
| M3 – M2 | 0,60 | < | 0,73 | No existe diferencia significativa |
| M3 – M4 | 0,70 | < | 0,78 | Si existe diferencia significativa |
| M3 – M1 | 1,40 | > | 0,80 | Si existe diferencia significativa |
| M2 – M4 | 0,10 | < | 0,73 | No existe diferencia significativa |
| M2 – M1 | 0,80 | > | 0,78 | Si existe diferencia significativa |
| M4 – M1 | 0,70 | < | 0,80 | No existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.21, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M3-M4), (M3-M1), (M2-M1) en comparación con las muestras (M3-M2), (M2-M4), (M4-M1). Como se puede notar que no existe evidencia estadística para un límite de confianza de 95%, Haciendo notar que la preferencia de los jueces es por las muestras M3 (7.47), M2 (6.93), como las muestras con mayor aceptación para el atributo sabor.

4.3.2.5.EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.22 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.8.1 (Anexo C.8), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo textura en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.22

Evaluación sensorial inicial para el atributo textura

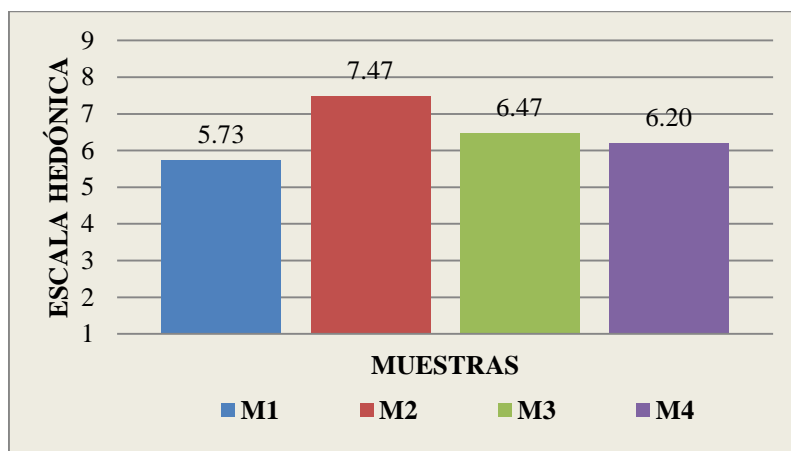
| JUECES | MUESTRAS | | | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 2 | 5 | 6 | 8 | 7 |
| 3 | 7 | 9 | 7 | 6 |
| 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | 5 | 8 | 7 | 7 |
| 6 | 5 | 8 | 7 | 7 |
| 7 | 5 | 8 | 5 | 5 |
| 8 | 7 | 6 | 4 | 4 |
| 9 | 2 | 9 | 5 | 3 |
| 10 | 5 | 6 | 4 | 4 |
| 11 | 8 | 9 | 7 | 8 |
| 12 | 7 | 9 | 8 | 7 |
| 13 | 6 | 7 | 4 | 5 |
| 14 | 5 | 6 | 8 | 6 |
| 15 | 5 | 7 | 8 | 7 |
| x | 5,73 | 7,47 | 6,47 | 6,20 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.7, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.22 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M2 (7,47) seguida de las muestras M3 (6,47), M4 (6,20) y M1 (5,73)

Gráfica 4.7

Evaluación sensorial inicial del atributo textura



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.7, la muestra con mayor puntuación es la muestra M2 (7,47), seguido de las muestras M3 (6,47), M4 (6,20) y M1 (5,73).

Tabla 4.23

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo textura

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 152,93 | 59 | - | - | - |
| Muestras (A) | 24,13 | 3 | 8,14 | 5,22 | 2,82 |
| Jueces (B) | 63,43 | 14 | 4,53 | 2,90 | 1,94 |
| Error (E) | 65,37 | 42 | 1,56 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.23 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,22 > 2,82$), para los tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis y se puede decir que hay diferencia significativa, y se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.2.6. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.24, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo textura.

Tabla 4.24

Tabla de comparación entre medias para el atributo textura

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|--------------|---------------------|---|------|------------------------------------|
| M2 – M3 | 1,00 | > | 0,91 | Si existe diferencia significativa |
| M2 – M4 | 1,27 | > | 0,96 | Si existe diferencia significativa |
| M2 – M1 | 1,74 | > | 0,99 | Si existe diferencia significativa |
| M3 – M4 | 0,27 | < | 0,91 | No existe diferencia significativa |
| M3 – M1 | 0,74 | < | 0,96 | No existe diferencia significativa |
| M4 – M1 | 0,47 | < | 0,99 | No existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.24, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M3-M2), (M3-M1), (M4-M1) en comparación con las muestras (M3-M4), (M4-M2), (M2-M1). Como se observar no existe evidencia estadística para un límite de confianza de 95%. Haciendo notar que la preferencia de los jueces es por las muestras M2 (7.47), M3 (6.47), como las muestras con mayor aceptación para el atributo sabor.

4.3.2.7.EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO OLOR

En la tabla 4.25 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.9.1 (Anexo C.9), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo olor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.25

Evaluación sensorial inicial para el atributo olor

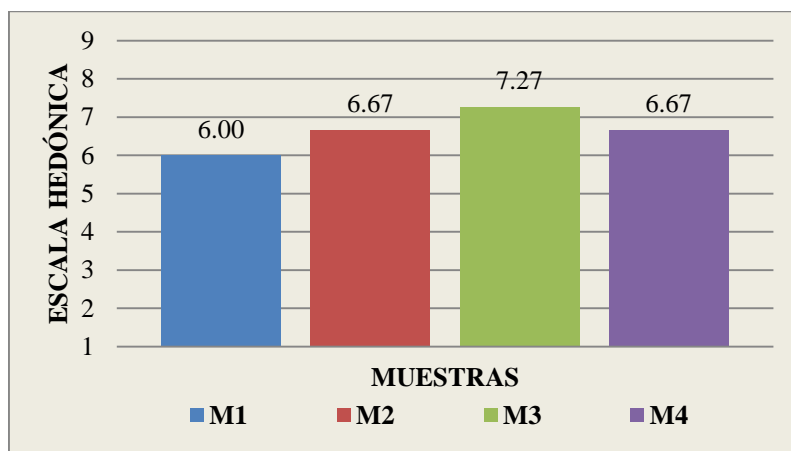
| JUECES | MUESTRAS | | | |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 7 | 6 | 6 | 7 |
| 2 | 5 | 5 | 8 | 8 |
| 3 | 6 | 6 | 8 | 7 |
| 4 | 7 | 8 | 9 | 6 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 7 |
| 6 | 6 | 7 | 8 | 7 |
| 7 | 5 | 7 | 6 | 6 |
| 8 | 6 | 7 | 5 | 6 |
| 9 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| 10 | 5 | 6 | 7 | 4 |
| 11 | 5 | 8 | 9 | 9 |
| 12 | 7 | 8 | 7 | 6 |
| 13 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| 14 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 15 | 7 | 6 | 7 | 8 |
| x | 6,00 | 6,67 | 7,27 | 6,67 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.8, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.25 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,47) seguida de las muestras M2 (6,67), M4 (6,67) y M1 (6,00).

Gráfica 4.8

Evaluación sensorial inicial del atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.8, la muestra con mayor puntuación es la muestra M3 (7,27), seguido de las muestras M2 (6,67), M4 (6,67) y M1 (6,00).

Tabla 4.26

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo olor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 91,65 | 59 | - | - | - |
| Muestras (A) | 12,05 | 3 | 4,02 | 4,19 | 2,82 |
| Jueces (B) | 39,40 | 14 | 2,81 | 2,93 | 1,94 |
| Error (E) | 40,20 | 42 | 0,96 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.26 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($4,19 > 2,82$), para los tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis y se puede decir que hay diferencia significativa, y se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.2.8. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DEL ATRIBUTO OLOR

En la tabla 4.27, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo olor.

Tabla 4.27

Tabla de comparación entre medias para el atributo olor

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|--------------|---------------------|---|------|------------------------------------|
| M3 – M2 | 0,60 | < | 0,91 | No existe diferencia significativa |
| M3 – M4 | 0,60 | < | 0,96 | No existe diferencia significativa |
| M3 – M1 | 1,27 | > | 0,99 | Si existe diferencia significativa |
| M2 – M4 | 0,00 | < | 0,91 | No existe diferencia significativa |
| M2 – M1 | 0,67 | < | 0,96 | No existe diferencia significativa |
| M4 – M1 | 0,67 | < | 0,99 | No existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.27, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M3-M1), en comparación con las muestras (M3-M2), (M3-M4), (M2-M4), (M2-M1), (M4-M1). Como se observa no existe evidencia estadística para un límite de confianza de 95%, Haciendo notar que la preferencia de los jueces es por las muestras M3 (7.27), M2 (6.67), como las muestras con mayor aceptación para el atributo olor.

4.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

Para realizar la evaluación sensorial para elegir la muestra final de la mermelada agridulce de locoto, se elaboraron dos muestras con distintas cantidades de azúcar y ácido cítrico para la determinación de los atributos color, olor, sabor y textura mediante un test de escala hedónica donde participaron 15 jueces no entrenados para medir la aceptabilidad del producto.

4.3.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

En la tabla 4.28 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.10.1 (Anexo C.10), de la evaluación sensorial final para determinar el atributo color en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.28

Evaluación sensorial para el atributo color

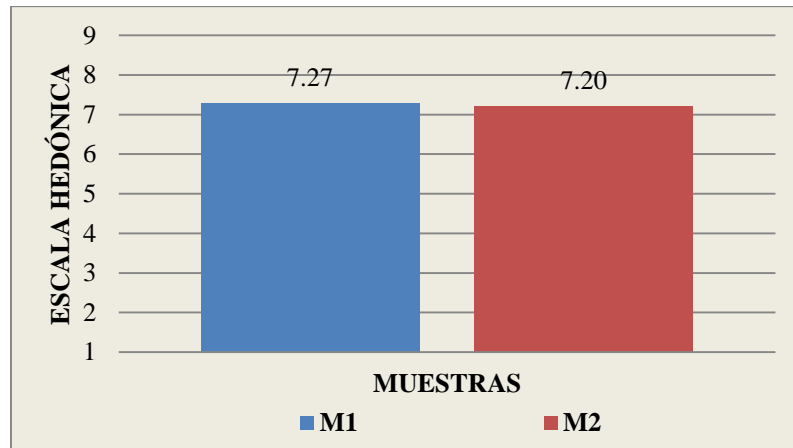
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 6 | 7 |
| 2 | 7 | 7 |
| 3 | 7 | 7 |
| 4 | 8 | 6 |
| 5 | 9 | 8 |
| 6 | 8 | 7 |
| 7 | 6 | 7 |
| 8 | 8 | 8 |
| 9 | 7 | 6 |
| 10 | 8 | 8 |
| 11 | 7 | 8 |
| 12 | 8 | 7 |
| 13 | 7 | 8 |
| 14 | 8 | 7 |
| 15 | 5 | 7 |
| x | 7,27 | 7,20 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.9, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.28 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,27) seguida de las muestras M2 (7,20).

Gráfica 4.9

Evaluación sensorial del atributo color



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.9, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,27), seguido de la muestra M2 (7,20).

Tabla 4.29

Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo color

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 21,37 | 29 | - | - | - |
| Muestras (A) | 0,04 | 1 | 0,04 | 0,13 | 4,20 |
| Jueces (B) | 12,87 | 14 | 0,92 | 3,07 | 2,09 |
| Error (E) | 8,46 | 28 | 0,30 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.29, se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,13 < 4,20$), para las muestras lo que indica que no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0,05. Sin embargo se tomo en cuenta la preferencia de los jueces por

la muestra M1 con el mayor puntaje (7,27) en la escala hedónica para el atributo color, como la mejor opción.

4.3.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

En la tabla 4.30, se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.11.1 (Anexo C.11), de la evaluación sensorial final para determinar el atributo sabor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.30
Evaluación sensorial para el atributo sabor

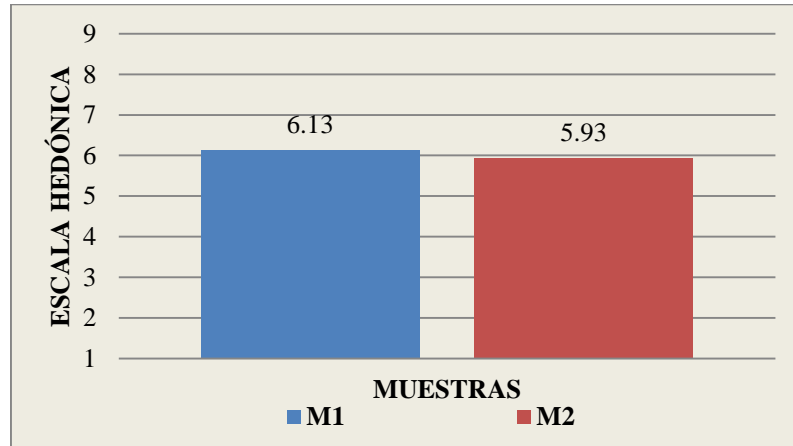
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 6 | 5 |
| 2 | 5 | 3 |
| 3 | 7 | 8 |
| 4 | 8 | 6 |
| 5 | 6 | 7 |
| 6 | 5 | 6 |
| 7 | 6 | 7 |
| 8 | 8 | 9 |
| 9 | 6 | 6 |
| 10 | 4 | 3 |
| 11 | 6 | 7 |
| 12 | 6 | 7 |
| 13 | 7 | 6 |
| 14 | 5 | 3 |
| 15 | 7 | 6 |
| x | 6,13 | 5,93 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.10, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.30 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (6,13) seguida de las muestras M2 (5,93).

Gráfica 4.10

Evaluación sensorial del atributo sabor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.10, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,13), seguido de la muestra M2 (5,93).

Tabla 4.31

Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo sabor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 62,97 | 29 | - | - | - |
| Muestras (A) | 0,30 | 1 | 0,30 | 0,75 | 4,20 |
| Jueces (B) | 51,47 | 14 | 3,68 | 9,20 | 2,09 |
| Error (E) | 11,20 | 28 | 0,40 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.31 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,75 < 4,20$), para las muestras lo que indica que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0,05. Sin embargo se tomo en cuenta la preferencia de los jueces por

la muestra M1 con el mayor puntaje (6,13) en la escala hedónica para el atributo sabor, como la mejor opción.

4.3.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

En la tabla 4.32, se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.12.1 (Anexo C.12), de la evaluación sensorial final para determinar el atributo textura en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.32
Evaluación sensorial para el atributo textura

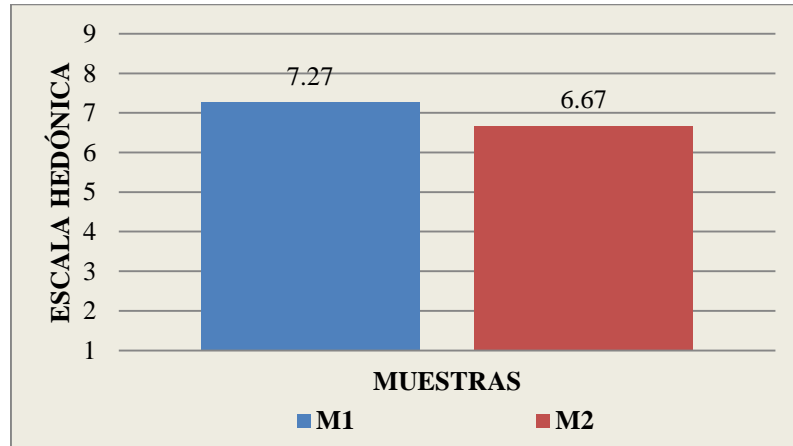
| JUECES | MUESTRAS | |
|----------|----------|------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 6 | 5 |
| 2 | 7 | 6 |
| 3 | 7 | 8 |
| 4 | 8 | 5 |
| 5 | 9 | 6 |
| 6 | 8 | 8 |
| 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 |
| 9 | 8 | 8 |
| 10 | 7 | 6 |
| 11 | 5 | 5 |
| 12 | 8 | 8 |
| 13 | 8 | 7 |
| 14 | 8 | 7 |
| 15 | 5 | 6 |
| x | 7,27 | 6,67 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.12, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4,32 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,47) seguida de las muestras M2 (6,67).

Gráfica 4.11

Evaluación sensorial del atributo textura



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.11, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (7,27), seguido de la muestra M2 (6,67).

Tabla 4.33

Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo textura

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 40,97 | 29 | - | - | - |
| Muestras (A) | 2,70 | 1 | 2,70 | 7,71 | 4,20 |
| Jueces (B) | 28,47 | 14 | 2,03 | 5,80 | 2,09 |
| Error (E) | 9,80 | 28 | 0,35 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.33 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,71 > 4,20$), para los tratamientos para un nivel de significancia del 0.05, por lo tanto se debe realizar la prueba de Duncan.

4.3.3.4. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL DEL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.34, se puede ver los resultados estadísticos de comparación de medias entre muestras para el atributo textura.

Tabla 4.34

Tabla de comparación entre medias para el atributo textura

| Tratamientos | Análisis de valores | | | Efectos |
|--------------|---------------------|---|------|------------------------------------|
| M1 – M2 | 0,60 | > | 0,44 | Si existe diferencia significativa |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.34, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M1-M2), para un límite de confianza del 95%. Haciendo notar la preferencia de los jueces por la muestra M1 (7,27) para el atributo textura.

4.3.3.5. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

En la tabla 4.35 se puede observar los resultados obtenidos de la tabla C.13.1 (Anexo C.13), de la evaluación sensorial final para determinar el atributo olor en la elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Tabla 4.35

Evaluación sensorial para el atributo olor

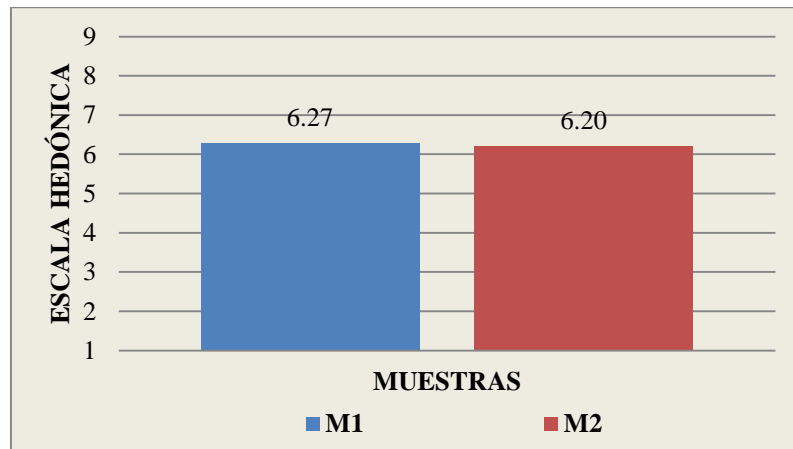
| JUECES | MUESTRAS | |
|---------------|-----------------|-----------|
| | M1 | M2 |
| 1 | 7 | 6 |
| 2 | 6 | 7 |
| 3 | 7 | 6 |
| 4 | 7 | 6 |
| 5 | 8 | 7 |
| 6 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |
| 8 | 7 | 8 |
| 9 | 8 | 7 |
| 10 | 3 | 5 |
| 11 | 6 | 7 |
| 12 | 7 | 6 |
| 13 | 4 | 5 |
| 14 | 6 | 6 |
| 15 | 7 | 7 |
| x | 6,27 | 6,20 |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.12, se puede ver los resultados promedios de la tabla 4.35 donde la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (6,27) seguida de la muestra M2 (6,20) que es menor.

Gráfica 4.12

Evaluación sensorial del atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.12, la muestra con mayor puntuación es la muestra M1 (6,27), seguido de la muestra M2 (6,20).

Tabla 4.36

Análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo olor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Total | 41,36 | 29 | - | - | - |
| Muestras (A) | 0,16 | 1 | 0,16 | 0,26 | 4,20 |
| Jueces (B) | 32,00 | 14 | 2,28 | 3,73 | 2,09 |
| Error (E) | 9,20 | 28 | 0,61 | - | - |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.36 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,26 < 4,20$), para las muestras lo que indica que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0,05. Sin embargo se tomo en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 con mayor puntaje (7,65) en la escala hedónica para el atributo olor, como la mejor opción.

4.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

La caracterización del producto final en el presente trabajo experimental se realizó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

4.4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO FINAL

La tabla 4.37, muestra los resultados del análisis fisicoquímico del producto final

Tabla 4.37

Resultados de los análisis fisicoquímicos del producto final

| Parámetros | Método de ensayo | Unidad | Resultado |
|-------------------------|------------------|------------|-----------|
| Ceniza | NB 39034:10 | % | 0,41 |
| Fibra | Gravimétrico | % | 1,15 |
| Grasa | NB 313019:06 | % | 0,21 |
| Hidratos de carbono | Cálculo | % | 57,00 |
| Humedad | NB 313010:05 | % | 40,68 |
| Proteína total (Nx6,25) | NB/ISO 8968-1:08 | % | 0,55 |
| Valor energético | Cálculo | Kcal/100 g | 232,09 |

Fuente: CEANID, 2017

La tabla 4.37, se puede observar los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la mermelada agridulce de locoto, donde se tiene una cantidad de cenizas del 0,41%, fibra 1,15%, grasa 0,21%, hidratos de carbono 57,00%, humedad 40,68%, proteína total 0,55% y un valor energético de 232,09 Kcal/100g de producto.

4.4.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

La tabla 4.38, muestra los resultados de análisis microbiológico del producto final

Tabla 4.38

Resultados de los análisis microbiológicos del producto final

| Parámetro | Método de ensayo | Unidad | Resultado |
|--|-------------------------|---------------|------------------|
| Coliformes totales | NB 32005:02 | UFC/g | < 10(*) |
| Escherichia coli | NB 32005:02 | UFC/g | < 10(*) |
| mohos y levaduras | NB 32006:03 | UFC/g | < 10(*) |
| (*) = No se observa desarrollo de colonias | | | |

Fuente: CEANID, 2017

La tabla 4.38, muestra un valor < 10 UFC/g, para coliformes totales, escherichia coli, mohos y levaduras.

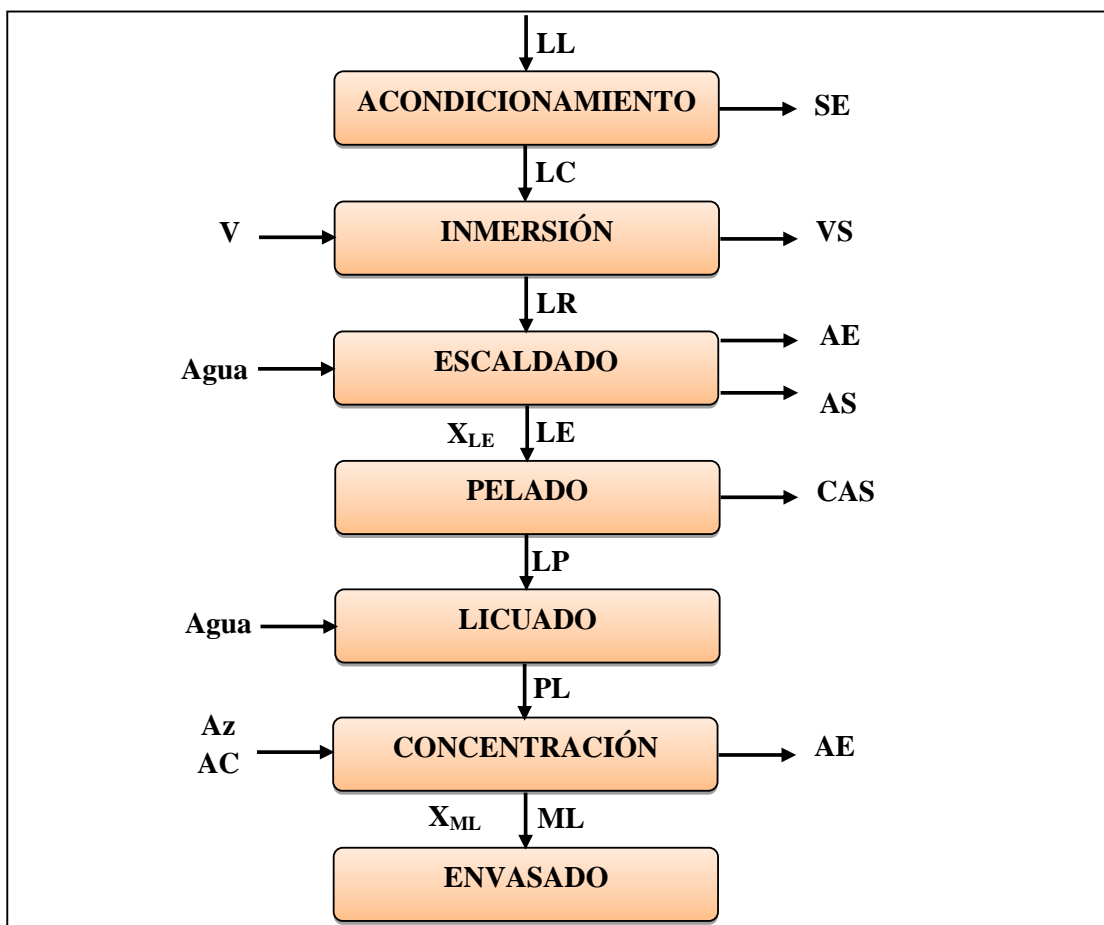
4.5. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA AGRIDULCE DE LOCOTO

El balance de materia se basa en la Ley de Conservación de la masa enunciada por Lavoisier: “en cada proceso hay exactamente la misma cantidad de sustancia presente antes y después que el proceso haya sucedido. Sólo se transforma la materia (MSc. Rodríguez. J.L, 2010).

En la figura 4.1, se muestra el diagrama de bloques general del balance de materia para el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Figura 4.1

Balance de materia del proceso de elaboración mermelada agridulce de locoto

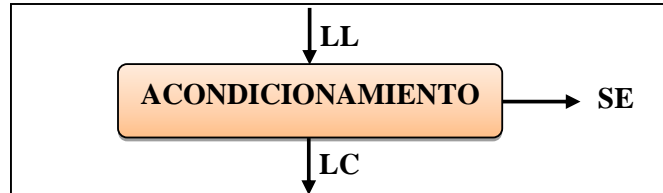


Fuente: Elaboración Propia

4.5.1. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO

Figura 4.2

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

LL = 500g

SE = 95g

LC = ?

Donde:

LL = locoto lavado

LC = locoto cortado

SE = Semillas

Balance de materia en el acondicionamiento

$$LL = LC + SE \quad \text{ecuación (4.1)}$$

$$LC = LL - Semillas$$

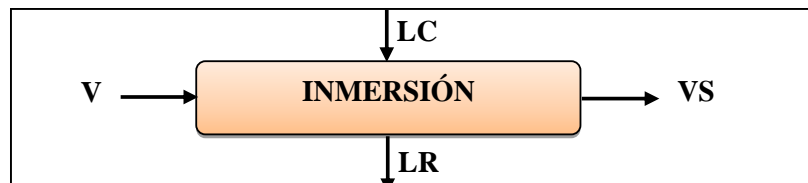
$$LC = 500 \text{ g} - 95 \text{ g}$$

$$LC = 405 \text{ g de locoto cortado}$$

4.5.2. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE INMERSIÓN DEL LOCOTO EN VINAGRE

Figura 4.3

Balance de materia global en la etapa de inmersión del locoto en vinagre



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$LC = 405g$

$LR = 403,99g$

$V = 478,99g$

$VS = ?$

Donde:

LL = locoto lavado

LR = locoto remojado

V = vinagre

VS = vinagre sobrante

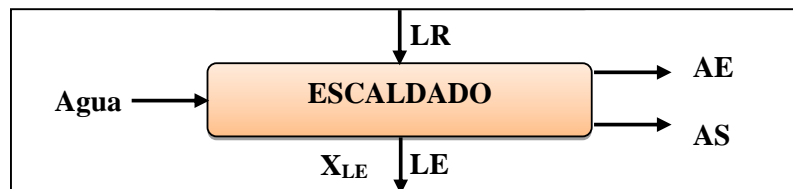
Balance de materia en la inmersión

$LC + V = LR + VS$ *ecuación (4.2)*

$VS = LC + V - LR$ *ecuación (4.3)*

$VS = 405g + 478,99g - 403,99g$

$VS = 480g$ *Vinagre sobrante*

4.5.3. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ESCALDADO**Figura 4.4****Balance de materia global en la etapa de escaldado****Fuente:** Elaboración Propia

Datos:

LE = 384,49g
 LR = 403,99g
 Agua = 99,73g
 AE = ?

Donde:

LE = locoto escaldado
 LR = locoto remojado
 AE = Agua evaporada?
 AS = Agua sobrante

Balance de materia en el escaldado

$$Agua + LR = LE + AE + AS \quad \text{ecuación(4.4)}$$

$$AE = agua + LR - LE - AS \quad \text{ecuación(4.5)}$$

$$AE = 995.73g + 405g - 384.49g - 437.34g$$

$$AE = 581,90g \text{ Agua evaporada}$$

4.5.3.1. BALANCE DE MATERIA PARCIAL DE AGUA EN LA ETAPA DE ESCALDADO

$$Agua * X^{agua} + LR * X_{LR}^{agua} = LE * X_{LE}^{agua} + AE * X_{AE}^{agua} + AR * X_{AR}^{agua} \quad \text{ec (4.6)}$$

$$X_{LE}^{agua} = \frac{LR * X_{LR}^{agua} + Agua * X^{agua} - AE * X_{AE}^{agua} - AR * X_{AR}^{agua}}{LE}$$

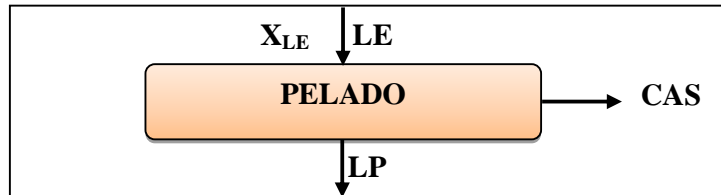
$$X_{LE}^{agua} = \frac{(405 * 0,91) + (995,73 * 1) - (581,90 * 1) - (437,34 * 1)}{384,49}$$

$$X_{LE}^{agua} = 0,90$$

4.5.4. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PELADO

Figura 4.5

Balance de materia global en la etapa de pelado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$LE = 384,49g$$

$$LP = 357,99g$$

$$CAS = ?$$

Donde:

LE = locoto escaldado

LP = locoto pelado

CAS = cascara?

Balance de materia en el pelado

$$LE = LP + CAS$$

ecuación (4.7)

$$CAS = LE - LP$$

ecuación (4.8)

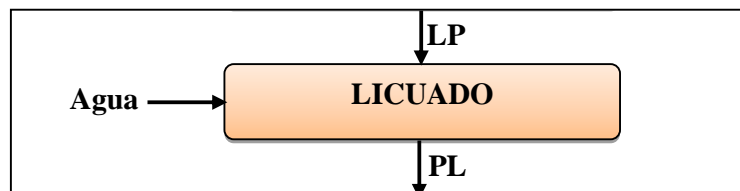
$$CAS = 384,49 - 357,99g$$

$$CAS = 26,50g \text{ Cáscara}$$

4.5.5. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE LICUADO

Figura 4.6

Balance de materia global en la etapa de licuado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$LP = 357.99$
 $PL = \zeta$
 Agua = 110g

Donde:

$PL =$ pulpa de locoto
 $LP =$ locoto pelado

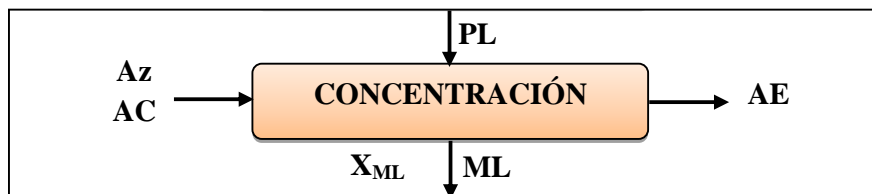
Balance de materia en el licuado

$$LP + Agua = PL \quad \text{ecuación (4.9)}$$

$$PL = LP + Agua \quad \text{ecuación (4.10)}$$

$$PL = 357,99 + 110,31g$$

$$PL = 468,30g \text{ pulpa de locoto}$$

4.5.6. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN**Figura 4.7****Balance de materia global en la etapa de concentración**

Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$LP = 357.99g$
 $ML = 582,02g$
 $Az = 234,00g$
 $\acute{A}C = 7,02g$
 $AE = ?$

Donde:

$PL =$ pulpa de locoto
 $ML =$ mermelada de locoto
 $Az =$ azúcar
 $AC =$ ácido cítrico
 $AE =$ agua evaporada ?

Balance de materia en la concentración

$$PL + Az + AC = ML + AE \quad \text{ecuación (4.11)}$$

$$AE = PL + Az + AC - ML \quad \text{ecuación (4.12)}$$

$$AE = 468,30 + 234,00g + 7,02 - 582,02$$

$$AE = 127,30g \text{ Agua evaporada}$$

4.5.6.1. BALANCE DE MATERIA PARCIAL DE AGUA EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

$$PL * X_{PL}^{agua} + Az * X_{Az}^{agua} + AC * X_{AC}^{agua} = ML * X_{ML}^{agua} + AE * X_{AE}^{agua} \quad \text{ecuación(4.13)}$$

$$X_{PL}^{agua} = \frac{ML * X_{ML}^{agua} + AE * X_{AE}^{agua}}{PL}$$

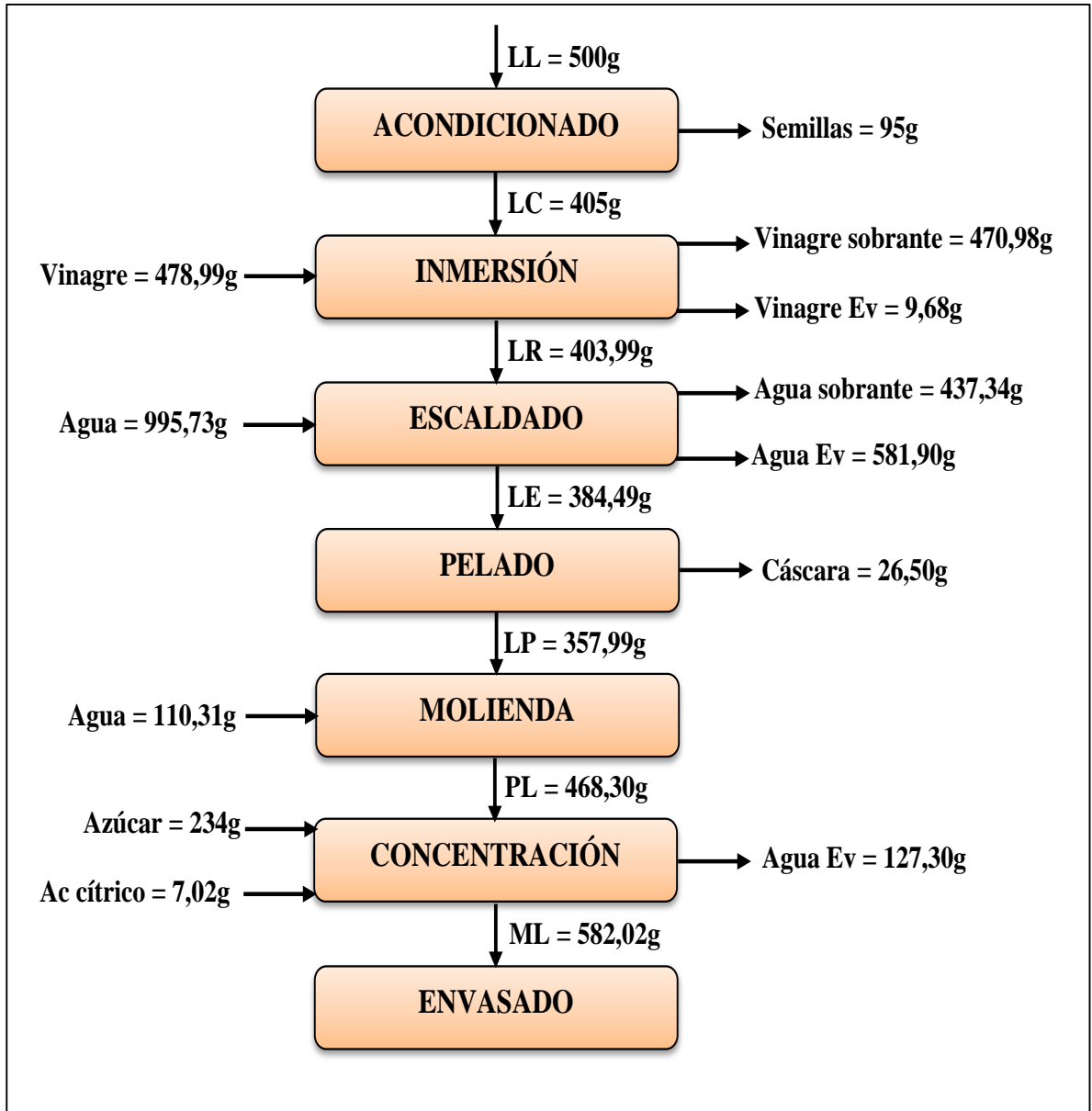
$$X_{PL}^{agua} = \frac{(127,30 * 1) + (582,02 * 0,46)}{468,30}$$

$$X_{PL}^{agua} = 0,84$$

4.5.6.2. RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA

La figura 4.8, muestra el resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto.

Figura 4.8
Resumen del balance de materia



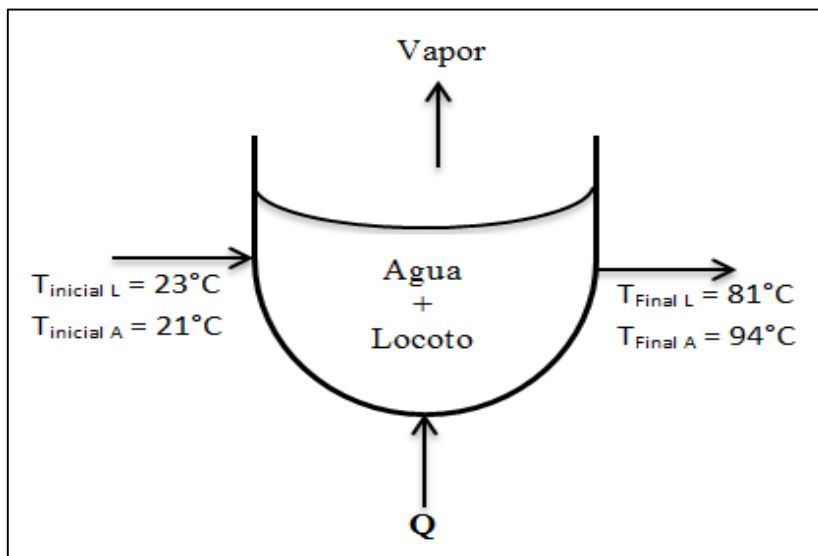
Fuente: Elaboración Propia

4.5.7. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE ESCALDADO

La figura 4.9, muestra el balance de energía en la etapa de escaldado

Figura 4.9

Balance de energía en la etapa de escaldado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$M_L = 0,405\text{kg}$$

$$C_{pL} = ?$$

$$T_{fL} = 81^{\circ}\text{C}$$

$$T_{iL} = 23^{\circ}\text{C}$$

$$m_A = 0,995\text{kg}$$

$$C_{pA} = 1 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{fA} = 94^{\circ}\text{C}$$

$$T_{iA} = 21^{\circ}\text{C}$$

$$\lambda = 538 \text{ Kcal/kg}$$

$$m_V = 0,582\text{kg}$$

$$Q_{TE} = ?$$

Donde:

m_L = Masa del locoto

C_{pL} = Capacidad específica del locoto

T_{fL} = Temperatura final del locoto

T_{iL} = Temperatura inicial del locoto

m_A = Masa de agua

C_{pA} = Capacidad específica del agua (Kurt, 2007)

T_{fA} = Temperatura final del agua

T_{iA} = Temperatura inicial del agua

λ = Calor latente de vaporización (Kurt, 2007)

m_V = Masa de vapor

Q_{TE} = Cantidad de calor requerido

Para calcular el calor requerido en la etapa de escaldado, se calcularon los calores que intervienen en la etapa, es decir:

$$Q_{TE} = Q_{Olla} + Q_E + mv + \lambda v \quad \text{Ecuación (4.14)}$$

$$Q_E = m * Cp * \Delta T \quad \text{Ecuación (4.15)}$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utilizó la ecuación 4.16

Donde:

Cp_{olla} = capacidad específica del recipiente = 0,122Kcal/kg°C (Kurt, 2007)

m_{olla} = masa de olla = 0,436 kg(acero inoxidable)

Tf_o = temperatura final de la olla = 94°C

Ti_o = temperatura inicial de la olla = 21°C

$$Q_{Olla} = m * Cp * \Delta T \quad \text{Ecuación (4.16)}$$

$$Q_{Olla} = 0,436kg * 0,122 \frac{Kcal}{kg^\circ C} * (94 - 21)^\circ C$$

$$Q_{Olla} = 4,47Kcal$$

Según Torrejón (2015), para calcular la capacidad específica del locoto, se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$CP_L = \frac{P}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - P}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{kg^\circ C} \right] \quad \text{Ecuación (4.17)}$$

P= 91,66 % (CEANID, 2017)

Dónde P = contenido de humedad en %

$$CP_L = \frac{91,66}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 91,66}{100} \right)$$

$$CP_L = 0,93 \frac{Kcal}{kg^\circ C}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 4.15, se tiene:

$$Q_{Escaldado} = 0,405kg + 0,93 + \frac{Kcal}{kg^{\circ}C} (81 - 23)^{\circ}C$$

$$Q_{Escaldado} = 59,33 Kcal$$

Reemplazando los valores en la ecuación 4.14 tenemos:

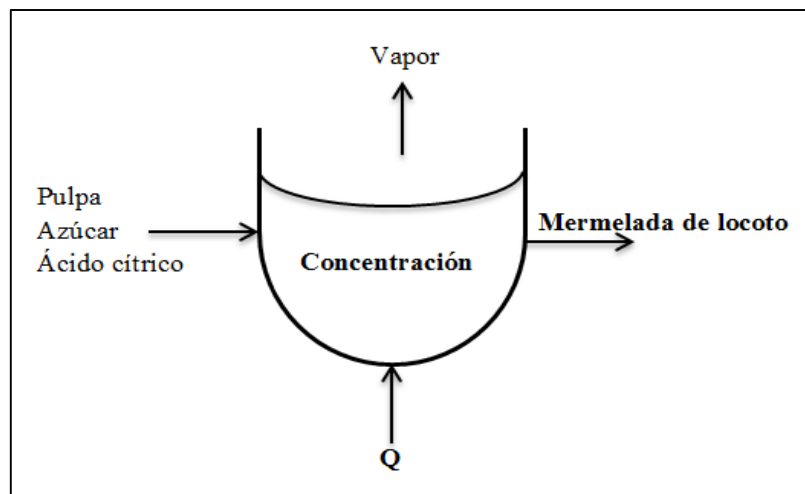
$$Q_{TE} = (4,47 + 59,33)Kcal + 0,582kg + 537 \frac{Kcal}{kg}$$

$$Q_{TE} = 601,39Kcal$$

4.5.8. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

Figura 4.9

Balance de energía en la etapa de concentración



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

M_{mer} = masa de la mermelada = 0,582kg

C_{pmer} = capacidad específica de la mermelada = ?

T_{fmer} = temperatura final del locoto = 85°C

T_{imer} = temperatura inicial del locoto = 20°C

λ = calor latente del agua = 538 Kcal/kg

V = agua evaporada en el escaldado = 0,127kg

Para calcular la cantidad de energía necesaria durante la etapa de concentración, se calcularon los calores que intervienen en cada etapa, es decir:

$$Q_{TC} = Q_{paila} + Q_{mezcla} + mv * \lambda V \quad \text{ecuación (4.18)}$$

➤ Para calcular la cantidad de energía necesaria para la paila, se utilizó la siguiente ecuación.

$$Q_{paila} = m_{paila} * Cp_{paila} * (T_f - T_i) \quad \text{ecuación (4.19)}$$

Donde:

M_{pila} = masa de paila = 0,699kg (acero inoxidable)

Cp_{paila} = capacidad específica del recipiente = 0,122Kcal/kg°C (Kurt, 2007)

T_{fp} = temperatura final de la paila = 85°C

T_{ip} = temperatura inicial de la paila = 20°C

$$Q_{paila} = 0.698Kg * 0.122 \frac{Kcal}{kg^{\circ}C} * (85 - 20) ^{\circ}C$$

$$Q_{paila} = 5.36 Kcal$$

Para calcular la cantidad de energía de la mezcla se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q_{mezcla} = m_{mezcla} * Cp_{mezcla} * (T_f - T_i) \quad \text{ecuación (4.20)}$$

Según Valiente (1994), para calcular la capacidad calorífica (Cp) de una mezcla, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Cp_{mezcla} = Cp_L * X_L + Cp_{AZ} * X_{AZ} + Cp_A * X_A + Cp_{AC} * X_{AC} \quad \text{ecuación(4.21)}$$

Para calcular la capacidad calorífica (Cp) de cada componente presente en la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación Torrejón (2015):

$$Cp = \frac{P}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - P}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right] \quad \text{Ecuación (4.22)}$$

Dónde P = contenido de humedad en %

Calculando los calores específicos de cada componente (ecuación 4.22), se tiene:

- **Calor específico del locoto**

P = 91,66% (CEANID 2017)

$$CP_L = \frac{91.66}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 91.66}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right] \quad CP_L = 0.930 \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right]$$

- **Calor específico del azúcar**

P = 0.03% (Cadena productiva del azúcar, 2010)

$$CP_{AZ} = \frac{0.03}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 0.03}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right] \quad CP_{AZ} = 0.200 \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right]$$

- **Calor específico del agua**

$$CP_{Aagua} = 1 \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right] \quad (\text{Kurt, 2007})$$

- **Calor específico del Acido cítrico**

P = 0.5%

$$CP_{AZ} = \frac{0.5}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 0.5}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right] \quad CP_{AZ} = 0.204 \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right]$$

Para calcular las fracciones (X_n) de cada componente de la mezcla, se utiliza la ecuación ($a^2 + b^2 = c^2$) Valiente, 1994).

$$X_n = \frac{m_n}{m_{mezcla}} \quad \text{Ecuación (4.23)}$$

Calculando la fracción de cada componente ec.4.19, se tiene:

- **Fracción de masa del locoto**

$$X_{locoto} = \frac{468.30g}{582.20g} \quad X_{locoto} = 0.804$$

- **Fracción de masa del azúcar**

$$X_{AZ} = \frac{234.00g}{582.20g} \quad X_{AZ} = 0.401$$

- **Fracción de masa del agua**

$$X_{Agua} = \frac{110.32g}{582.20g} \quad X_{Agua} = 0.189$$

- **Fracción de masa del ácido cítrico**

$$X_{Ac} = \frac{7.02g}{582.20g} \quad X_{Ac} = 0.012$$

Una vez calculado los calores específicos y las fracciones de todos los componentes de la mezcla se puede calcular el C_p de la mezcla, utilizando la ecuación 4.20.

$$C_{p_{mezcla}} = 0.930 * 0.894 + 0.200 * 0.401 + 1 * 0.189 + 0.204 * 0.012$$

$$C_{p_{mezcla}} = 1.018 \left[\frac{Kcal}{kg^{\circ}C} \right]$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.19, se tiene:

$$Q_{mezcla} = 0.582\text{kg} * 1.018 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right] * (85 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{mezcla} = 38.51 \text{ Kcal}$$

- **Calculando el calor total en la etapa de concentración ecuación (4.18), se tiene:**

$$Q_{TC} = (5.36 + 38.51)\text{Kcal} + 0.127\text{kg} * 537 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_{TC} = 112.07\text{Kcal}$$

- **Calor final requerido para el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto**

Sumando los calores que intervienen en las diferentes etapas tenemos:

$$Q_{final} = Q_{T \text{ escaldado}} + Q_{T \text{ concentración}} \quad \text{ecuación (4.24)}$$

$$Q_{final} = 601,38\text{Kcal} + 112,07\text{Kcal}$$

$$Q_{final} = 713,45 \text{ Kcal}$$

Siendo ($Q_{final} = 713,45 \text{ Kca}$) la cantidad de calor necesario para elaborar 582,02 g de mermelada agridulce de locoto a nivel experimental.

5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico del locoto, se tiene un contenido de humedad de 91.66%, valor energético de 24,55Kcal/100g, hidratos de carbono 5%, fibra de 1,80%, proteína total 0,89%, ceniza 0,54%, grasa 0,11% y Coliformes totales $4,3 \times 10^2$ UFC/g, escherichia coli $< 10^{(*)}$ UFC/g, mohos y levaduras $1,7 \times 10^2$ UFC/g.
- En base al análisis estadístico del diseño factorial 2^2 realizado en la etapa de inmersión del locoto se puede observar que para el factor A (concentración del vinagre), $F_{cal} > F_{tab}$ ($8 > 7,71$), por lo cual existe significancia entre factores, en cuanto al factor B (tipo de corte), $F_{cal} > F_{tab}$ ($50 > 7,71$), se puede decir que si existe influencia estadística de variación. Analizando los factores A B, (interacción) $F_{cal} > F_{tab}$ ($684 > 7,71$) se puede concluir son altamente significativos para la disminución parcial de la capsaicina en la materia prima.
- También se realizó un diseño factorial 2^2 en la etapa de concentración donde se estableció que la variación de los factores: Az (azúcar), Ac (ácido cítrico) y interacción de los factores no tienen influencia estadística en función de los sólidos solubles medidos en la etapa de concentración. para un nivel de confianza de 95%.
- Se realizó una evaluación sensorial preliminar para determinar la dosificación de ingredientes, se presentó dos muestras con distintas cantidades de azúcar, acido cítrico y pectina, para ser evaluadas de las cuales la muestra M1 presento las mejores puntuaciones para los atributos (color 7,70), (sabor 7,05), (olor 7,15) y (textura 7,65) tomando en cuenta a la muestra M1 como la muestra base para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

- Realizada la evaluación sensorial inicial para determinar las propiedades organolépticas del producto elaborado se presentaron cuatro muestras de las cuales se evaluaron los atributos (color, sabor, textura y olor) los resultados del análisis estadístico nos muestra que las muestras con mayor preferencia para los jueces son las muestra M3 (7,73) y M 4 (7,27) fueron las que mejor puntuación obtuvieron para el atributo color, en cuanto al atributo sabor, las muestras con mayor puntuación son M3(7,479 y M2 (6,93), con respecto al atributo textura las muestras destacadas fueron M2 (7,47) y M3 (6,47) y finalmente para el atributo olor, las muestras M3 (7,27), M2 (6,67) M4 (6.67) se destacaron como las mejores.

- En la evaluación sensorial final para determinar la muestra final, se evaluaron dos muestras de las seleccionadas de la evaluación sensorial inicial, se obtuvo para el atributo color, la muestra M1 (7,27), para el atributo sabor, la muestra M1 (6, 13), para el atributo textura M 1(7,27) y para el atributo olor M1 (6,27), de esta manera se determinó que la muestra M1 es la elegida como muestra final y la más representativa para la mermelada agridulce de locoto.

- Realizado el análisis fisicoquímico al producto final, muestra un contenido de humedad 40,68%, valor energético 232,09kcal/100g, hidratos de carbono 57,00%, fibra 1,15 %, proteína total 0,55%, ceniza 0,41%, grasa 0,21%.

- En cuanto al análisis microbiológico del producto final el resultado para coliformes totales, Escherichia coli, mohos y levaduras <10 UFC/g de producto.

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la elaboración de otros productos a base locoto para aprovechar las propiedades nutricionales y terapéuticas que presenta esta hortaliza.
- ❖ Se sugiere realizar pruebas de laboratorio microbiológico, fisicoquímico y organoléptico al producto transcurrido un tiempo de almacenamiento para determinar el tiempo de vida de anaquel.
- ❖ Se recomienda realizar estudios de pre factibilidad a nivel de planta piloto, con la finalidad de implementación de una planta procesadora de mermelada agridulce de locoto en la ciudad de Tarija para incrementar el desarrollo agroindustrial del departamento de Tarija.

