

1.1 ANTECEDENTES

La mermelada es un método de conservación de la fruta cocida en azúcar para lo cual es necesario tener la materia prima de calidad. Una verdadera mermelada de calidad debe conservarse sin alterar sus propiedades nutricionales, así mismo tener buena transparencia, color brillante, gelificar bien, pero sin demasiada rigidez y tener un peculiar sabor de la fruta (Agroes, 2016).

Las mermeladas actuales representan más de la mitad del consumo total, las jaleas más de 40% y los productos dietéticos componen el resto, tenemos diversas opciones en la elaboración de mermeladas, a nivel artesanal en todo el país y en particular en la región. A nivel industrial en Bolivia, se producen mermeladas de toda clase de frutas; pero en el departamento de Tarija no existe la fabricación a nivel industrial; satisfaciendo el mercado con productos artesanales importados de otros departamentos y los que provienen del extranjero (INE, 2013).

La frutilla es una fruta muy apetecible y consumida en el departamento de Tarija por sus propiedades nutricionales y también apreciadas por su sabor agradable, fácil digestión, diurética, depurativa y laxante, siendo las zonas con mayores volúmenes de producción, se encuentran en las comunidades de la Provincia Méndez y en menor escala en la provincia Avilés y Cercado (Ortega, 2014).

Es en este sentido que el ex IBTA, el PRODIZAVAT, conjuntamente a la asociación de Fruticultores de Tarija, viene difundiendo este cultivo, especialmente en las comunidades de Erquiz, Coimata, San Pedro y Tarija Cancha, con el propósito de exportar la producción de frutilla (AFRUTAR, 1999).

La producción de este fruto es importante para la elaboración de mermeladas y es de un gran ingreso económico para quienes la producen; las mermeladas que llegan tanto del interior como del exterior del País tienen por lo general una mejor presentación que las producidas en el Departamento, a pesar de que al realizar la diferencia de

precios esta diferencia no es significativa, se tiene una preferencia por productos que llegan a Tarija, y no así por los que se producen en él (AFRUTAR, 1999).

En el cuadro 1-1, se muestran los principales departamentos de productores de frutilla en Bolivia; siendo el departamento de Santa Cruz, el que presenta mayor superficie de cultivo, mejor rendimiento y mayor productor en el último censo efectuado en el país (INE, 2013).

Cuadro 1-1
Superficie, rendimiento y producción de frutilla en Bolivia

| Departamentos | Superficies | Rendimiento | Producción |
|---------------|-------------|-------------|------------|
| | ha | Kg/ha | Ton. |
| Chuquisaca | 32 | 3,719 | 119 |
| La Paz | 28 | 4,286 | 120 |
| Cochabamba | 42 | 4,643 | 195 |
| Tarija | 20 | 4 | 80 |
| Santa Cruz | 78 | 9,615 | 750 |

Fuente: INE, 2013

Donde:

ha = Hectárea

Ton. = Tonelada

El pimentón es un cultivo de gran importancia en la gastronomía debido a sus grandes propiedades nutricionales, ya que la misma contiene gran cantidad de vitaminas y minerales. Razones por las cuales posee grandes propiedades alimentarias y medicinales. Así mismo, existen tres variedades de pimentones tales como el pimentón rojo, amarillo y verde, el pimentón de color rojo es el que mayor cantidad de nutrientes posee (Sancho, 2017).

En el departamento de Tarija el cultivo del pimentón ha adquirido una gran importancia debido al consumo en la gastronomía, los predios agrícolas del valle Central de Tarija, Coimata, Tomatas, San Lorenzo, Erquiz, y Sella; siendo las zonas de mayor producción (Flores, 2016).

La frutilla y el pimentón son frutos que presentan un alto valor nutricional, estas variedades son muy ricas en antioxidantes como la vitamina C, minerales, tienen un alto contenido en fibra, agua que ayuda al tránsito intestinal, también tienen propiedades desinfectantes y laxantes. Considerando el gran aporte nutricional de ambas materias primas y al ser la mermelada un producto de consumo masivo, se pretende elaborar una mermelada fortificada con pimentón para incentivar en el consumidor una dieta variada (Kurlat, 2009).

1.2 JUSTIFICACIÓN

- Con el presente trabajo de investigación, se pretende contribuir en proponer nuevas alternativas para la transformación de la frutilla y pimentón en subproductos derivados, para coadyuvar el desarrollo agropecuario y agroindustrial del departamento de Tarija.
- Con este trabajo de investigación se pretende elaborar mermelada de frutilla fortificada con pimentón, como un producto nuevo e innovador para el mercado local; con la finalidad de incentivar el cultivo de la frutilla y pimentón en el departamento de Tarija
- La transformación de la frutilla como del pimentón en una conserva (mermelada), será una manera de alargar la vida útil de estas materias primas en épocas de mayor producción en el mercado local.
- Mediante este proyecto de investigación, se pretende dar la importancia de la producción del pimentón en el departamento de Tarija, debido a que en nuestro medio es consumida de manera tradicional mediante el uso gastronómico, careciendo de nuevas alternativas de transformación que permitan aprovechar esta materia prima.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En épocas de incremento de cosecha tal como la frutilla y el pimentón, no tiene un

precio de importancia debido a la gran oferta de estas materias primas, en la que el productor no recupera ni el capital invertido para producir dichos frutos.

Ante esta situación, el presente trabajo pretende de alguna manera contribuir a mejorar su valor agregado, como ser en la elaboración de una mermelada que sea nutritiva y que contribuya de alguna manera a mejorar los aspectos mencionados del sector productor y por ende recuperar los gastos generados en la producción de la frutilla y del pimentón. Por lo cual se pretende elaborar una mezcla de ambos frutos para obtener una mermelada fortificada para el consumidor ya que en el mercado local no existen productos que son mejorados y compuestas para la dieta alimenaria.

1.4 OBJETIVOS

Para elaborar el proyecto de investigación, se tiene los siguientes objetivos:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar mermelada de frutilla fortificada con pimentón, aplicando los conceptos teóricos y metodológicos en conservación de frutas; con la finalidad de obtener un producto innovador para el mercado local.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las materias primas con la finalidad de conocer su composición.
- Determinar la dosificación de las materias primas utilizando una formulación adecuada para la elaboración de la mermelada fortificada con pimentón.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables de control en el proceso de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.
- Determinar el balance de materia y energía para establecer las cantidades de flujo másico y energéticos a nivel experimental.

- Realizar la evaluación sensorial de las diferentes muestras (mermeladas), obtenido de la aplicación del diseño experimental.
- Realizar el tratamiento estadístico del diseño experimental en el proceso de concentración en la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto final con la finalidad de conocer sus características.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles serán los conceptos teóricos y metodológicos de conservación de frutas a ser aplicados en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón; como producto innovador para el mercado local?

1.6 PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Aplicando el diseño experimental 2², método de agregar la pulpa de pimentón con piel o sin piel, afectara la forma de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

Aplicando el diseño experimental 2³, en la etapa de dosificación de insumos (pimentón 20%-30%, pectina 0,2-0,3%, azúcar 60%-70%), se podrá elaborar mermelada de frutilla fortificada con pimentón, como un producto innovador para el mercado local.

2.1 ORIGEN DE LA FRUTILLA

En la antigüedad las frutillas eran conocidas en estado silvestre porque aún no existían como plantas cultivadas (Ospina, 1995).

Entrando al siglo XV no se conocía otra frutilla que la silvestre, que vegetando espontáneamente en los montes de Europa ofrecía un fruto de tamaño pequeño que a pocos interesaba. Fue después del descubrimiento de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño, la *fragaria chiloensis* y la *fragaria Virginiana* (Calderón, 1993).

La frutilla moderna (*Fragaria ananassa Duch.*) es un híbrido octoploide, producto de la cruce entre *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis* originaria de playas y ambientes luminosos. Especies progenitoras de ambientes tan disímiles le confieren alta variabilidad y capacidad de adaptación, lo que extiende el cultivo por diversos países, en la figura 2-1, se muestra la frutilla (Larson, 1994).

Figura 2-1
Frutilla cultivada (Fragaria)



Fuente: Jaramillo, 2015

2.1.1 TAXONOMÍA DE LA FRUTILLA

La información de taxonómica de la frutilla se muestra en la tabla 2-1, que corresponde a la siguiente clasificación (Mendoza, 2013).

Tabla 2-1
Taxonomía de la frutilla

| Nombre común | Frutilla, fresa |
|--------------------|----------------------|
| Familia | Rosáceas |
| Orden | Rosales |
| género | Fragaria |
| Especie | Fragaria Virginiana, |
| Variedad cultivada | “Oso grande” |

Fuente: Mendoza, 2013

2.1.2 VARIEDADES DE PLANTAS DE FRUTILLAS

Actualmente la frutilla es una de las especies que posee más variedades debido a que es una planta sensible al clima: su producción está determinada por la temperatura y luminosidad, situación que obliga a seleccionar los cultivares más adecuados a la zona de producción (Verdier, 1987).

2.1.2.1 VARIEDAD OSO GRANDE

En la figura 2-2, se muestra la variedad oso grande, de color rojo anaranjado, calibre grueso y buen sabor, la planta es vigorosa y presenta buena resistencia al transporte es de follaje oscuro. Presenta buena resistencia al trasplante y es apto para el mercado en fresco. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza en verano para la producción en el año siguiente. Se aconseja una densidad de plantación de 6-7 plantas por metro cuadrado (Proexant, 1994).

Figura 2-2
Variedad oso grande



Fuente: Clemente, 2017

2.1.2.2 VARIEDAD CHANDLER

En la figura 2-3, se muestra la variedad Chandler, también conocida como “Cañetana”. Originaria de la Universidad de California. Tiene muy buena aceptación en el mercado de consumo en fresco. Presenta frutos uniformes, firmes, grandes, mejor coloreados y más dulces, este fruto es resistente al transporte y presenta una elevada tendencia a oscurecerse (Lima, 2008).

Figura 2-3
Variedad Chandler



Fuente: Rodríguez, 2017

2.1.2.3 VARIEDAD CAMAROSA

En la figura 2-4, se muestra la variedad camarosa, variedad de día corto con excelente productividad total y especialmente temprana, frutos grandes, firmes, de color rojo fuerte y planta más vigorosa. Sensible a enfermedades fungosas, como oídio en especial en climas lluviosos y calurosos. Es una de las variedades de más alto rendimiento, que unido a su firmeza y gran tamaño han determinado en que sea una de las variedades de mayor importancia en la actualidad (Terranova, 1995).

Figura 2-4
Variedad camarosa



Fuente: Eurosemillas, 2018

2.1.2.4 VARIEDAD SWEELT CHARLIE

En la figura 2-5, se muestra la variedad sweet Charlie, produce fruto temprano, resistente al anthracnose, fruta con sabor excelente y dulzura. En pruebas de sabor dirigidas por el Centro de Educación e Investigación de la Costa del Golfo en Florida, la fruta se tasaba superior a las variedades Selva y Oso Grande por su sabor. La fruta tenía una concentración más alta de azúcares y vitaminas C y una acidez más baja que la fruta de Selva y Oso Grande, en cuanto a la firmeza, es menos firme que Oso Grande (Mendoza, 2013).

Figura 2-5
Variedad sweet Charlie



Fuente: Mendoza, 2013

2.1.2.5 VARIEDAD SELVA

En la figura 2-6, se muestra la variedad selva, introducida en 1983 por la Universidad de California, de frutos grandes, color rojo brillante, aquenios rojos o amarillentos, pulpa rojo anaranjada, corazón hueco, excepcionalmente firme pero pobre de sabor, poco jugoso, muy duro al final de la temporada (Román, 2013).

Figura 2-6
Variedad selva



Fuente: Román, 2013

2.1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FRUTILLA

En la tabla 2-2, se muestra la composición química de la frutilla por cada 100 g de muestra (Sagñay, 2009).

Tabla 2-2
Composición química de la frutilla

| Componentes | Cantidad | Unidades |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Humedad | 89,6 | g |
| Proteínas | 0,7 | g |
| Lípidos | 0,5 | g |
| Hidratos de carbono | 7,0 | g |
| Fibra | 1,05 | g |
| Hierro | 0,8 | mg |
| magnesio | 12 | mg |
| Fosforo | 26 | mg |
| Potasio | 190 | mg |
| Sodio | 2 | mg |
| Zinc | 0,26 | mg |
| Calcio | 25 | mg |
| Vitamina A | 3 | mg |
| Carotenos totales | 20 | ug |
| Vitamina E | 0,2 | mg |
| Vitamina B1 | 0,02 | mg |
| Vitamina B2 | 0,04 | mg |
| Vitamina C | 60 | mg |

Fuente: Sagnay, 2009

2.1.4 USOS Y APLICACIONES DE LA FRUTILLA

La frutilla es el fruto que ofrecen diversos aspectos, es un fruto especialmente utilizado como alimento y en la elaboración de cosméticos, este fruto ayuda a combatir problemas de salud como: reumatismo, problemas hepáticos, obesidad, enfermedades del bazo, diarreas, tos, catarros, asma, además ayuda a limpiar impurezas del cutis, actúa como disolvente de arenillas y ayuda en la depuración de la sangre, es ideal para disminuir el nivel de colesterol en la sangre y es antiinflamatoria y astringente contra la diarrea, las hojas de frutillas tienen buen efecto en personas de problemas nerviosos, las hojas machacadas y aplicadas sobre la piel constituyen un buen remedio para evitar las arrugas. Es un fruto muy utilizado en la elaboración de mermeladas y pasteles, es un alimento indispensable dentro de una dieta sana y equilibrada, dado que aportan a nuestro organismo todos aquellos nutrientes

esenciales que necesitamos cada día para llevar a cabo diferentes funciones (AFRUTAR, 1999).

2.2 ORIGEN DEL PIMENTÓN

El pimiento (*Capsicum annum L.*) es una planta originaria de América del sur, contiene una decena de especies que han dado lugar a numerosas variedades de interés culinario (Agroes, 2016).

En nuestro país es un cultivo de mucha importancia que con el paso de los años se ha convertido en uno de los frutos más cultivados por el gran contenido de vitaminas que posee, en la figura 2-7, se muestra el pimentón rojo (Valverde, 1993).

Figura 2-7
Pimentón dulce (*Capsicum annum L.*)



Fuente: Agroes, 2016

El pimiento es una planta herbácea, de tallo que se vuelve leñoso y requiere en algunos casos de tutores para su desarrollo y producción, es una planta que exige muchos cuidados especialmente en lo que se refiere al control de plagas y enfermedades (Valverde, 1993).

Los frutos son bayas no jugosas, carnosas y huecas, que cuelgan de la planta mediante un pedúnculo, en el interior se encuentran las semillas, redondeadas, pequeñas y aplastadas, generalmente son cónicos o alargados y pueden tener diferentes formas, tamaños y colores como el rojo, verde y amarillo (Agroes, 2016).

2.2.1 TAXONOMÍA DEL PIMENTÓN

El pimentón (*Capsicum annuum L.*), pertenece a la familia de las solanáceas, al género de las capsicum del que existen 2300 especies, en la tabla 2-3, muestra la taxonomía del pimentón, perteneciendo a ellas también el tomate y la berenjena especie herbácea perenne, que es cultivada de forma anual y que se cultiva para el consumo humano de sus frutos, cuando se introdujo en el viejo continente se utilizó para condimentar los guisos, complementando a la pimienta que era la única planta que se utilizaba con este fin hasta entonces, es un fruto de sabor amargo y rico en vitaminas, especialmente en vitamina C (Agroes, 2016).

Tabla 2-3

| Taxonomía del pimentón | |
|-------------------------------|---------------|
| Reino | Vegetal |
| Clase | Asteridae |
| División | Magnoliophyta |
| Familia | Solanaceae |
| Género | Capsicum |
| Éspecie | Annuum |

Fuente: Decker, 2011

2.2.2 VARIEDAD DE PIMENTÓN

Las variedades de tipos de pimentón disponible para la siembra es muy extensa, hay de diversas formas como cuadrados, alargados, puntiagudos, las que se muestra en la figura 2-8, tan pesados como 500 gramos y tan livianos como 25 gramos, los colores varían, siendo generalmente verdes en su forma inmadura y de diversos colores cuando están maduros como el rojo, anaranjado, amarillo, morado, etc. Las variedades de pimentones se clasifican por su tamaño y por el sabor dulce o picante casi todas las variedades cultivadas en Europa pertenecen a la especie *capsicum annuum*, mientras que la mayoría de los pimientos picantes como son los famosos chiles jalapeños se cultivan sobre todo en América (Cermeño, 2011).

Figura 2-8
Pimentón (*Capsicum annuum L.*)



Fuente: Suares, 2007

Existen distintas especies que difieren fundamentalmente en el número y color de las flores por inflorescencia, forma y tipo de frutos, duración del ciclo vegetativo, etc.; aunque hay otros y numerosos tipos de pimiento, tanto dulces como picantes.; los pimientos dulces se la pueden comer crudos, enteros o troceados en ensaladas usadas mayormente en la gastronomía, mientras tanto los pimientos Picantes contienen un alcaloide que produce el sabor amargo o picante llamado *capsicina*, se consume en crudo o encurtido y como condimento en forma de pimentón (Cermeño, 2011).

2.2.2.1 YOLO WONDER

En la figura 2-9, se muestra la variedad Yolo Wonder, también conocido como pimiento morrón, es una variedad mejorada del *California Wonder*. Alcanza tamaños de 4,5 por 4 pulgadas, con pimientos de piel brillante de 3 o 4 lóbulos. Estos pimientos forman plantas grandes, fuertes con follaje, se tornan rojos al alcanzar una plena madurez, especialmente esta variedad de pimentón es cuadrada con preferencia de cuatro lóbulos de sabor dulce (Cermeño, 2011).

Figura 2-9
Pimentón (*Yolo Wonder*)



Fuente: Alvares, 2012

2.2.2.2 LAMUYO

En la figura 2-10, se muestra la variedad Lamuyo, muy sembrada y son pimentones alargados. Son frutos de mayor tamaño y pesados respecto a las otras variedades, de plantas muy vigorosas y productivas, se caracterizan por terminar en tres o cuatro lóbulos que los agricultores llaman filos, la maduración es de verde a rojo, sin embargo en el mercado existen frutos que maduran a amarillo y anaranjado (Cermeño, 2011).

Figura 2-10
Pimentón (Lamuyo)



Fuente: Reche, 2010

2.2.2.3 LOS PUNTIAGUDOS O PIMENTÓN LARGA

En la figura 2-11, se muestra la variedad pimienta puntiagudos, terminan en una

punta que son los tres o cuatro lóbulos que se fusionan antes de formar el lóbulo. Estas variedades son muy vigorosas, productivas y resistentes a enfermedades con un peso promedio de 250 g (Cermeño, 2011).

De acuerdo a la genética tenemos variedades tradicionales como son Cacique, Júpiter, etc. Que se polinizan ellos mismos y es posible extraer su semilla para la siembra de un cultivo comercial y por otro lado tenemos los híbridos modernos, que son el cruce de dos variedades, son frutos más productivos, de mayor tamaño, de paredes más gruesas y poseen por lo general genes de resistencia a enfermedades como los virus y las bacterias en forma heterocigoto (Cermeño, 2011).

La resistencia a enfermedades se manifiesta en forma heterocigota en un híbrido de pimentón, quiere decir que si se siembra la semilla extraída del fruto proveniente de un híbrido de pimentón, este no va a heredar en todas las plantas la resistencia que tienen estos híbridos puros y buena parte de sus plantas pueden ser susceptibles a virus y bacterias cuando antes eran resistentes (Cermeño, 2011).

Figura 2-11
Pimentón (Larga)



Fuente: Armijos, 2014

2.2.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PIMENTÓN

En la tabla 2-4, se muestra la composición química del pimentón por cada 100 g de muestra (Ortega, 1996).

Tabla 2-4
Composición química del pimentón

| Componentes | Cantidad | Unidades |
|---------------------|----------|----------|
| Humedad | 92,00 | g |
| Proteínas | 1,30 | g |
| Energía | 26,00 | Kcal |
| Hidratos de carbono | 5,40 | g |
| Fibra | 1,40 | g |
| Calcio | 12,00 | mg |
| Carotenos | 1,80 | mg |
| Hierro | 0,90 | mg |
| Tiamina | 0,07 | mg |
| Riboflavina | 0,08 | mg |
| Niacina | 0,80 | mg |
| Vitamina C | 103,00 | mg |

Fuente: Ortega, 1996

2.2.4 USOS Y APLICACIONES DEL PIMENTÓN

El pimentón es un fruto muy utilizado como condimento en la gastronomía, utilizada para la preparación de platos como relleno de pollo, morcillas, y ensaladas. También atribuye poderes estimulantes, digestivos, cardiovasculares y desinfectante, gracias a uno de sus componentes, un alcaloide llamado *capsaicina*, nos producen la generación de endofinas en el cerebro y de saliva, por lo que es un buen digestivo para el buen funcionamiento del organismo (Angelfire, 2016).

En cuanto a su contenido en vitaminas, los pimientos son muy ricos en vitamina A y vitamina C, sobre todo los de color rojo, de hecho, llegan a contener más del doble de la que se encuentra en frutas como la naranja o las fresas, son buena fuente de carotenos, además de ser un potente antioxidante, y aumenta la resistencia frente a las infecciones (Angelfire, 2016).

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. También para su conservación del pimentón existen distintas formas sean dulces o

picantes, las opciones más fáciles son el congelamiento y deshidratado. Para conservar su textura crujiente, aroma y sabor, es necesario realizar un proceso de envasado más elaborado cortándolo por la mitad y quitar las semillas y la membrana blanca, cortándolos en tiras o trozos pequeños conservándolo con vinagre lo que se llama encurtido que es un método utilizado en el hogar (Angelfire, 2016).

2.3 DEFINICIÓN DE MERMELADA

Elaborar una buena mermelada, es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa que se produce por la cocción y concentración de frutas sanas, requiriendo un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de gelificante y acidez a fin de obtener su color brillante y sin mucha rigidez (Retamal, 2012).

Según entre las frutas que se emplean en la elaboración de la mermelada, se puede mencionar: papaya, fresa, naranja, frambuesa, ciruela, pera, durazno, piña, moras, berenjena, tunas entre otras con la adición de edulcorantes obtenidas por cocción y concentración (Mendoza, 2016).

Una mermelada es un sistema importante para conservar las frutas, conservando el peculiar sabor a la fruta, teniendo una buena transparencia, color brillante y una buena gelificación sin demasiada rigidez (Torrejón, 2015).

2.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE MERMELADAS

Las mermeladas y jaleas vienen en infinidad de sabores, principal diferencia entre los tipos de mermelada es el ingrediente principal de ellas y a partir de ahí puedes utilizarlas en diferentes platos, derivado de cada fruta o alimento que se utilice para la mermelada derivará en que esta tenga un sabor más dulce, salado o amargo. Las mermeladas de fresa, frutos rojos, melocotón, naranja o ciruelas son las que mayoritariamente son utilizadas para desayunos o determinadas recetas, Pero el universo gastronómico está siempre en continuo cambio, cada vez es más habitual encontrar, mermeladas de kiwi, de mango o de tomate (que sí, también es una fruta),

por ejemplo, o de otros alimentos como mermelada de cebolla, de pimientos o de zanahorias (Melga, 2001).

2.3.2 DEFECTOS DE LAS MERMELADAS

En la elaboración de mermelada, se pueden presentar los siguientes defectos:

- Desarrollo de hongos y levaduras en la superficie, es causado por envases no herméticos o contaminados, solidificación incompleta, dando por resultado una estructura débil, bajo contenido en sólidos solubles y llenado de los envases a temperatura demasiado baja (Mendoza, 2007).
- Cristalización de azúcares, se da por la baja inversión de la sacarosa por una acidez demasiado baja provoca la cristalización, por otro lado una inversión elevada por una excesiva acidez o una cocción prolongada, provoca la cristalización de la glucosa (Mendoza, 2007).
- Caramelización de los azúcares, se manifiesta por una cocción prolongada y por un enfriamiento lento en la misma paila de cocción (Mendoza, 2007).
- Sangrado o sinéresis, se presenta cuando la masa solidificada suelta líquido, generalmente es causado por acidez excesiva, concentración deficiente, pectina en baja cantidad o por una inversión excesiva (Mendoza, 2007).
- Estructura débil, es causada por un desequilibrio en la composición de la mezcla, por la degradación de la pectina debido a una cocción prolongada y por la ruptura de la estructura en formación o por envasado a una temperatura demasiada baja (Mendoza, 2007).
- Endurecimiento de la fruta, el azúcar endurece la piel de la fruta poco escaldada, esta se vuelve correosa, también se da este efecto en la utilización de agua dura (Mendoza, 2007).

2.4 INSUMOS ALIMENTARIOS PARA ELABORAR MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

Para la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón se utilizaron los siguientes insumos.

2.4.1 AZÚCAR

El azúcar es un hidrato de carbono soluble cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$ sacarosa, compuesta por glucosa y fructosa, sustancia de sabor dulce que se forma naturalmente en las hojas de numerosas plantas (Rodríguez, 2012).

El azúcar es altamente soluble en agua, lo que brinda muchas ventajas y principalmente propiedades como conservador. En altas concentraciones, el azúcar ejerce un efecto altamente osmótico, lo que se traduce en que los microorganismos no pueden sobrevivir, es particularmente importante en las conservas y las mermeladas (Rodríguez, 2012).

2.4.2 PECTINA

La pectina es un polisacárido enlazante de la pared celular que se encuentra naturalmente en las frutas y vegetales, Químicamente, es un polisacárido compuesto de una cadena lineal de moléculas de ácido D-galacturónico, las que unidas constituyen el ácido poligalacturónico, posee un efecto gelificante al contacto con el agua (Alfonso, 2010).

La pectina tiene la propiedad de formar geles en medio ácidos y en presencia de azúcares, es muy utilizada en la industria alimentaria en combinación con los azúcares como un agente espesante (Alfonso, 2010).

2.4.3 ÁCIDO CÍTRICO

El ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) es un acidulante ampliamente usado, inocuo con el medio

ambiente, es prácticamente inodoro, de sabor ácido no desagradable, soluble en agua, éter y etanol a temperatura ambiente (Muñoz, 2014).

El ácido cítrico es un buen conservador y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo, sus funciones son como agente secuestrante, agente dispersante y acidificante (Muñoz, 2014).

2.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

Se realiza la descripción del proceso de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

2.5.1 SELECCIÓN

En esta operación se elimina aquellas frutillas y pimentones en estado de podredumbre, ya que la calidad de la mermelada dependerá de la calidad de la frutilla y del pimentón como materias primas (Coronado, 2001).

2.5.2 PESADO

Es importante para determinar el rendimiento, balance de materia y energía, calcular la cantidad de los otros ingredientes que se añadirán posteriormente en la elaboración (Coronado, 2001).

2.5.3 LAVADO

Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la frutilla o al pimentón. Esta operación se la puede realizar por inmersión, agitación. Una vez lavadas las frutas se recomienda el uso de una solución desinfectante (Coronado, 2001).

2.5.4 PELADO

El pelado del pimentón se la realizo mediante el escaldado rompiendo las membranas

celulares de la piel, facilitando el pelado manual, se las corta en tajadas, facilitando al pulpeado (Coronado, 2001).

En la frutilla se realizó la extracción de los hombros o pedúnculo manualmente con un cuchillo de material inoxidable (Coronado, 2001).

2.5.5 PULPEADO

Consiste en obtener la pulpa, libres de cascaras y semillas, esta operación se realiza a nivel industrial o semi industrial, se licua la frutilla y el pimentón. Es importante que en esta parte se pese la pulpa ya que de ellos va a depender el cálculo del resto de insumos (Coronado, 2001).

2.5.6 CONCENTRACIÓN

La cocción de la mezcla, es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada; por lo tanto requiere de mucha destreza y práctica, el tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la materia prima, al respecto un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el sabor natural de la fruta y una excesiva cocción produce un oscurecimiento de la mermelada debido a la caramelización o cristalización de los azúcares. La concentración de la pulpa, adecuadamente preparada con la adición de aditivos permitidos, donde la norma señala que la concentración final de sólidos solubles, por lectura refracto métrica debe oscilar entre (60 -65) °Brix y con valor entre (3,8 a 4,0) de pH (Coronado, 2001).

2.5.7 ADICIÓN DE AZÚCAR Y ACIDO CÍTRICO

Una vez que el producto está en proceso de cocción y el volumen se haya reducido en un tercio, se produce a añadir la mitad del azúcar en forma directa. La cantidad total de azúcar a añadir en la formulación, se calcula teniendo en cuenta la cantidad de pulpa obtenida (Coronado, 2001).

Se recomienda realizar el balance de materia para el agregado de azúcar para cada kg de pulpa de fruta, se deberá hacer las relaciones de 45% de pulpa y 55% de azúcar, hasta eliminar un tercio de cantidad de agua. La mermelada debe removerse hasta que se haya disuelto todo el azúcar. Una vez disuelta, la mezcla será removida lo menos posible y después será llevada hasta el punto de ebullición rápidamente (Coronado, 2001).

2.5.8 PUNTO DE GELIFICACIÓN

Finalmente la adición de la pectina, se realiza mezclándola con el 50 % de azúcar que falta añadir, evitando de esta manera la formación de grumos. La concentración finaliza cuando, se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre (60 -65) °Brix. Para la determinación del punto final de concentración (Coronado, 2001).

A) PRUEBA DEL REFRACTÓMETRO

Su manejo es sencillo, utilizando una cuchara se extrae un poco de muestra de mermelada. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se coloca en el refractómetro, se cierra y se procede a medir. El punto final de la mermelada será cuando marque entre (60 -65) °Brix, momento en el cual se debe parar la concentración (Coronado, 2001).

2.5.9 TRASVASE

Una vez llegada al punto final de cocción se retira la mermelada de la fuente de calor, inmediatamente después, la mermelada debe ser trasvasada a otro recipiente con la finalidad de evitar la sobre concentración, que pueda originar oscurecimiento y cristalización de la mermelada. El trasvase permitirá enfriar ligeramente la mermelada (hasta una temperatura no menor a los 85°C), la cual favorecerá la etapa de envasado (Coronado, 2001).

2.5.10 ESTERILIZACIONES DE LOS ENVASES

Los envases serán esterilizados por tratamiento térmico, ya sea con vapor saturado o

por inmersión en agua hervida por un tiempo de 45 minutos (Ferreira, 2015).

2.5.11 ENVASADO

Se realiza en caliente a una temperatura no menor a los 85°C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la concentración de la mermelada una vez que ha enfriado (Coronado, 2001).

2.5.12 ENFRIADO

El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. Al enfriarse el producto, ocurrirá la concentración de la mermelada dentro del envase, lo que viene a ser la formación de vacío, que viene a ser el factor más importante para la conservación del producto (Coronado, 2001).

2.5.13 ALMACENADO

Producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización (Coronado, 2001).

3.1 INTRODUCCIÓN

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón“ se realizó en ambientes del Laboratorio Taller de Alimentos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho“.

3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES DE LABORATORIO, MATERIA PRIMA Y ADITIVOS

Para desarrollar la parte experimental del trabajo de investigación, se utilizó diferentes instrumentos de medición y material de laboratorio.

3.2.1 COCINA SEMI-INDUSTRIAL

La cocina semi industrial (figura 3-1), se utilizó para realizar la concentración de las muestras de mermelada de frutilla fortificada con pimentón; también para la pasteurización del producto final; la misma se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Figura 3-1
Cocina semi - industrial



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.2 BALANZA ANALÍTICA DIGITAL

La balanza analítica (figura 3-2), se utilizó para realizar los controles de peso de materia prima durante el proceso de elaboración. Este equipo, se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.).

Características técnicas

| | |
|------------------|----------------|
| Industria | Switzerland |
| Marca | Mettler Toledo |
| Precisión | 0,1 g |
| Error | 0,10 g |
| Capacidad máxima | 1510 g |

Figura 3-2
Balanza analítica digital



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.3 REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

En la (figura 3-3), se muestra el refractómetro de bolsillo que se utilizó para medir los (°Brix) de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón. Este instrumento, se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos. Sus especificaciones técnicas:

Características técnicas

| | |
|-----------|---------------|
| Marca | ATAGO |
| Modelo | N-4E |
| Peso | 0,300 Kg |
| Industria | Japón |
| Medición | °Brix 0,0-30% |

Figura 3-3
Refractómetro de bolsillo



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.4 FREZZER

En la (figura 3-4), se muestra el freezer que se utilizó para conservar la pulpa de la fruta triturada. Este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos. Sus especificaciones son:

Características técnicas

| | |
|-----------|------------|
| Marca | Cónsul |
| Modelo | CH853CBDEA |
| Industria | Española |
| Potencia | 226W |

Figura 3-4
Freezer



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.5 TERMÓMETRO DE ALCOHOL

En la (figura 3-5), se muestra el termómetro de alcohol, utilizado para medir los (°C) del escaldado del pimentón para el pelado de la piel. Este instrumento de medición, se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos.

Figura 3-5
Termómetro de alcohol



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.6 LICUADORA INDUSTRIAL

En la (figura 3-6), se muestra la licuadora industrial, utilizada en la trituración de la frutilla y el pimentón para elaborar la mermelada. Este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos. Sus especificaciones técnicas son:

Características técnicas

| | |
|-----------|------------|
| Marca | Metvisa |
| Industria | Brasileña |
| Potencia | 2/3,5 (KW) |

Figura 3-6
Licuadora industrial



Fuente: L.T.A., 2017

3.2.7 MATERIALES UTILIZADOS

En la tabla 3-1, se muestra los tipos de materiales que fueron utilizados en el proceso de elaboración de la mermelada. Estos materiales se encuentran en el Laboratorio Taller de Alimentos.

Tabla 3-1
Materiales utilizados en la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón

| Descripción | Cantidad | Capacidad | Material |
|-------------|----------|---------------------|------------------|
| Cronómetro | 1 | Tiempo | - |
| Fuentes | 3 | 30cm | Acero inoxidable |
| Paila | 1 | 5 lt | Cobre |
| Cuchara | 1 | Mediana | Acero inoxidable |
| Espátula | 1 | Mediana | Acero inoxidable |
| Paleta | 1 | Mediana | Madera |
| Tabla | 1 | Mediana | Madera |
| Cuchillo | 1 | Mediana | Acero inoxidable |
| Mesa | 1 | Mediana | Acero inoxidable |
| Olla | 1 | Mediana | Acero inoxidable |
| Envases | 16 | 350 cm ³ | Vidrio |

Fuente: L.T.A., 2017

3.2.8 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

En la tabla 3-2, se muestra las materias primas e insumos que fueron utilizados en el proceso de elaboración de la mermelada. Estas materias primas se obtuvieron del mercado local y los insumos utilizados se obtuvo del distribuidor “ESENCIAL”.

Tabla 3-2
Materias primas e insumos utilizado

| Materias primas | Cantidades (g) |
|-----------------|----------------|
| Pimentón | 1500 |
| Frutilla | 4500 |
| Pectina | 24 |

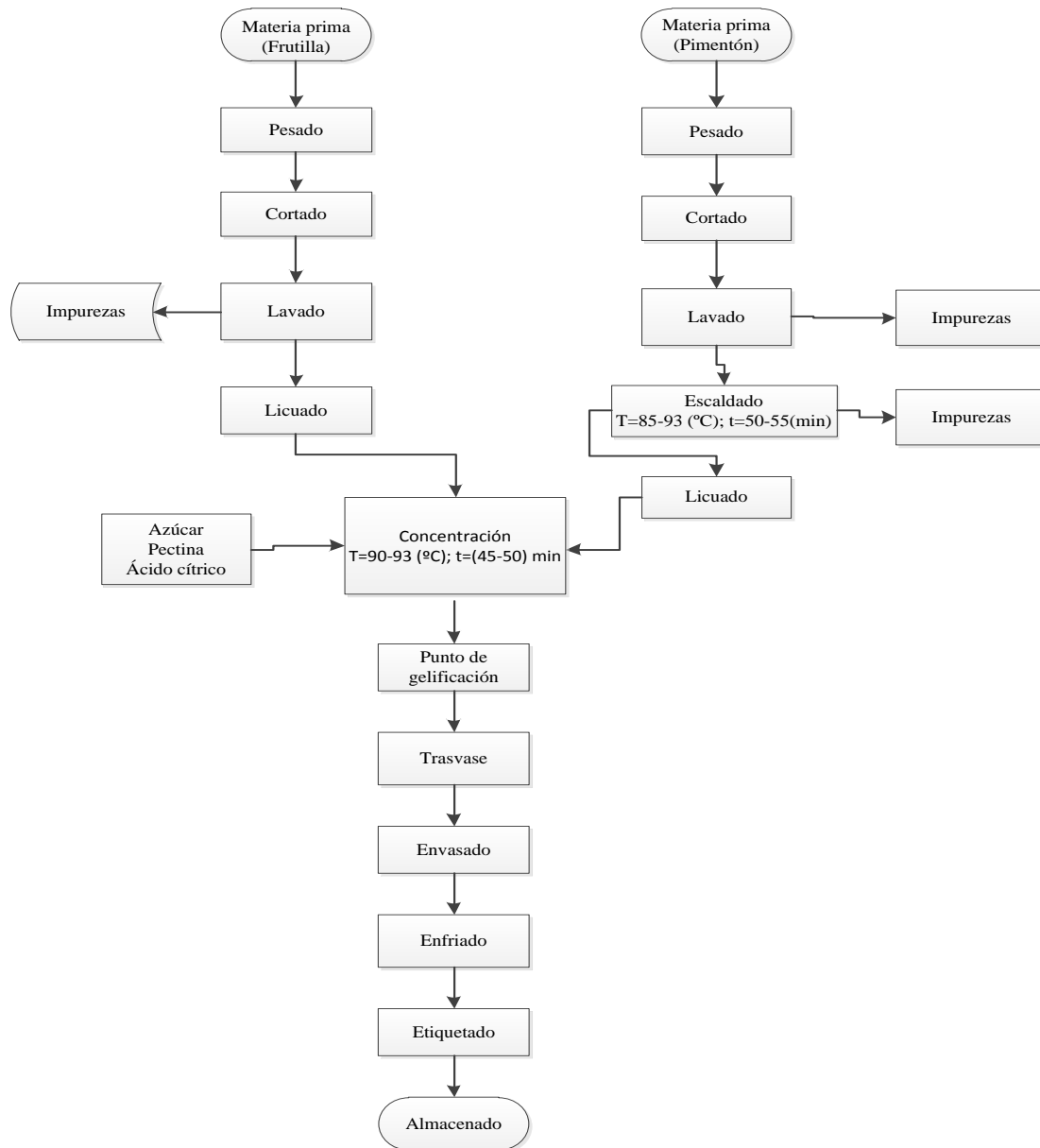
| | |
|---------------|------|
| Azúcar | 3900 |
| Ácido cítrico | 16 |

Fuente: Elaboración propia

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRITILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

La figura 3-7, muestra las diferentes etapas del proceso de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

Figura 3-7
Diagrama de bloques de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO ELABORACIÓN DE MERMELADA DE LA FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN.

Se procede a realizar los análisis físicos de los frutos, los cuales deben tener óptimas condiciones de maduración para los procesos que se realizaran, estos frutos se obtuvieron en el Mercado Campesino, proveniente del Valle Central del Departamento de Tarija.

3.3.1.1 MATERIAS PRIMAS

En la figura 3-8, se muestran las materias primas (frutilla y pimentón), utilizada en el presente trabajo de investigación, la misma fue adquirida del Mercado Campesino, proveniente del Valle Central del Departamento de Tarija.

Figura 3-8
Materias primas (frutilla y pimentón)



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2 PESADO

El pesado se realiza para la dosificación de las materias primas e insumos, pues implica la cuantificación de varios aspectos, cantidad de la materia prima que ha de ingresar al proceso de elaboración y poder determinar el rendimiento del producto obtenido.

3.3.1.3 CORTADO

El cortado de la frutilla y del pimentón, se realizó en forma manual con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable:

Puesto que a la frutilla se quitaron los hombros y cualquier tipo de partículas extrañas para luego ser llevada al lavado. En el caso del pimentón se procede al quitado de las semillas y tallo ó cualquier tipo de partículas extrañas para luego ser llevada al lavado y se proceder al cortado manual en cuartos longitudinal verticales.

3.3.1.4 LAVADO

El lavado se realiza manualmente con agua potable con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adheridas en los frutos.

3.3.1.5 ESCALDADO DEL PIMENTÓN

El escaldado se realizó en agua potable con cortes de cuartos longitudinal verticales a temperatura de 93°C, esta etapa es importante para romper las membranas celulares de la piel del pimentón, facilitando así el pelado del fruto y posterior elaboración de la mermelada.

3.3.1.6 LICUADO

Tras el lavado de frutilla, se procede a la trituración de la fruta para disminuir el tamaño del fruto en la licuadora industrial y facilitar la concentración de la pulpa.

Tras el escaldado y quitado de piel del pimentón, se procede a realizar la trituración en la licuadora industrial para disminuir su tamaño y poder facilitar la concentración de la pulpa.

3.3.1.7 CONCENTRACIÓN DE LA MEZCLA

En esta etapa, una vez eliminada 1/3 de humedad, se realiza la adición del azúcar y demás insumos, se mide periódicamente los (°Brix), hasta llegar a una concentración adecuada entre 60-65(°Brix).

3.3.1.8 TRASVASE

El trasvase consiste en cambiar de recipiente contenedor de la mermelada, hacia otro recipiente para enfriarla hasta 85 °C aproximadamente; donde a esta temperatura se inhibe la concentración de la mezcla y pasa a ser el producto deseado.

3.3.1.9 ESTERILIZADO DE LOS ENVASES

El esterilizado de los envases, se realiza hirviendo en agua (93°C) las tapas y frascos de vidrio en un recipiente de aluminio, por un tiempo de 15 minutos aproximadamente; luego de este tiempo, se escurre y se los deja secar boca abajo.

3.3.1.10 ENVASADO

El envasado de la mermelada se realiza en caliente en los envases de vidrio, dejando un espacio vacío entre llenado el máximo y la tapa para luego ser tapados en caliente.

3.3.1.11 ENFRIADO

Consiste en dejar reposar los envases de vidrio tapados a temperatura ambiente hasta que se enfrié el producto y tenga una temperatura similar a la del ambiente en la que se mantenga el sabor, aroma, textura y sus propiedades por más tiempo.

3.3.1.12 ETIQUETADO

El etiquetado es el medio de comunicación del producto alimenticio al consumidor final, informando la identidad del producto alimenticio a la que se trata.

3.3.1.13 ALMACENADO

Se realiza el almacenado del producto envasado (mermelada de frutilla fortificada con pimentón) en un lugar oscuro y fresco.

3.4 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

La metodología utilizada para la obtener los resultados experimentales en el presente trabajo de investigación, se detalla a continuación:

3.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la tabla 3-3 y tabla 3-4, se muestran los parámetros que se utilizaron para la determinación de las características físicas de las materias primas (frutilla y pimentón), los que se realizaron en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3-3
Propiedades físicas de la materia prima (frutilla)

| Parámetros | Unidades |
|-----------------------|----------|
| Peso | g |
| Altura | cm |
| Diámetro inferior | cm |
| Diámetro superior | cm |
| Porción comestible | % |
| Porción no comestible | % |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-4
Propiedades físicas de la materia prima (pimentón)

| Parámetros | Unidades |
|-----------------------|----------|
| Peso | g |
| Altura | cm |
| Diámetro | cm |
| Porción comestible | % |
| Porción no comestible | % |

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la tabla 3-5 y tabla 3-6, se muestran los parámetros que se utilizaron para la determinación de los análisis fisicoquímicos de las materias primas (frutilla y pimentón), los que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3-5
Determinación de la composición fisicoquímica de la frutilla

| Parámetros | Técnica y/o método de ensayo | Unidad |
|------------|------------------------------|--------|
| Ceniza | NB 39034:10 | % |

| | | |
|---------------------|-----------------|-----------|
| Fibra | Gravimétrico | % |
| Grasa | NB 313019:06 | % |
| Hidratos de carbono | NB 313010:05 | % |
| Humedad | Cálculo | % |
| Proteína | NB/ISO 89681:08 | % |
| Valor energético | Cálculo | Kcal/100g |

Fuente: CEANID, 2017

Tabla 3-6
Determinación de la composición fisicoquímica del pimentón

| Parámetros | Técnica y/o método de ensayo | Unidad |
|---------------------|------------------------------|-----------|
| Ceniza | NB 39034:10 | % |
| Fibra | Gravimétrico | % |
| Grasa | NB 313019:05 | % |
| Hidratos de carbono | NB 313010:05 | % |
| Humedad | Cálculo | % |
| Proteína | NB/ISO 89681:08 | % |
| Valor energético | Cálculo | Kcal/100g |

Fuente: CEANID, 2017

3.4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la tabla 3-7 y tabla 3-8, se muestran los parámetros que se utilizaron para la determinación de los análisis microbiológicos de las materias primas (frutilla y pimentón), los que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3-7
Determinación de los análisis microbiológicos de la frutilla

| Parámetros | Técnica y/o método de ensayo | Unidad |
|------------------------------|------------------------------|--------|
| Bacterias aerobias mesófilas | NB 32003:05 | UFC/g |
| Coliformes totales | NB 32005:02 | UFC/g |
| Mohos y levaduras | NB 32006:03 | UFC/g |

Fuente: CEANID, 2017

Tabla 3-8
Determinación de los análisis microbiológicos del pimentón

| Parámetros | Técnica y/o método de ensayo | Unidad |
|--------------------|-------------------------------------|---------------|
| Coliformes totales | NB 32005:02 | UFC/g |
| Escherichia coli | NB 32006:02 | UFC/g |

Fuente: CEANID, 2017

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial, es una disciplina científica que se utiliza para medir, analizar e interpretar las características que tienen los alimentos que son percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, tacto y oído (Ureña-D'Arrigo, 1999). El test de evaluación sensorial, se agrupan en dos categorías: métodos de respuesta objetiva y método de respuesta subjetiva (Anzaldúa, 1994).

3.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADO CON PIMENTÓN

Se procedió a la evaluación sensorial aplicada a dos muestras (prototipos) a nivel experimental, elaboradas con diferentes formas; muestra X (Pimentón sin piel) y muestra Y (Pimentón con piel), se utilizando 15 jueces no estrenados; (tabla C.1-1; tabla C.1-3; tabla C.1-5; tabla C.1-7) Anexo C.1, tomando en cuenta la muestra con mayor aceptación mediante la evaluación del test de la escala hedónica para valorar los atributos de color, sabor, textura y olor.

3.5.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS DE LA MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

Se realizó ocho muestras con diferente composición de insumos, que se presentó a 15 jueces no entrenados, (tabla C.1-9; tabla C.1-14; tabla C.1-19; tabla C.1-24) Anexo C.2, mediante un test en escala hedónica con la finalidad de evaluar los atributos de color, sabor, textura y olor.

3.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

Se procedió a realizar una evaluación sensorial, que se presentó a quince jueces no entrenados, tabla C.1-3 (Anexo C.3), mediante un test en escala hedónica con la finalidad de evaluar los atributos atributos de color, sabor, textura y olor.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

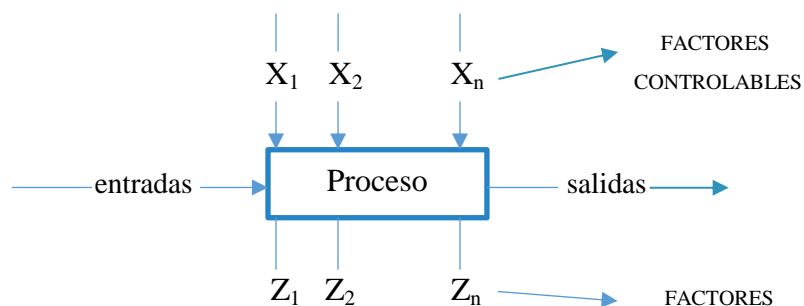
El diseño experimental puede ser considerado como parte del proceso científico y de las formas en que aprendemos cómo funcionan los sistemas o procesos (Montgomery, 1991).

Por lo general, este aprendizaje se da a través de una serie de actividades en las cuales hacemos conjeturas sobre un proceso, realizamos experimentos para generar datos a partir del proceso, y entonces usamos la información del experimento para establecer suposiciones, que llevan a realizar nuevos experimentos y así sucesivamente, comportándose cíclicamente (Montgomery, 1991).

3.6.1 OBJETIVOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Todo proceso o sistema productivo puede representarse mediante el modelo mostrado en la figura 3-9.

Figura 3-9
Modelo general de un proceso o sistema





CONTROLABLES

Es decir, que ser visualizado como una combinación de métodos, personas y otros recursos que transforman alguna entrada (materia prima), en una salida que tiene una o más respuestas observables. Algunas variables son controlables y otras incontrolables (Montgomery, 1991). Un experimento tiene por objetivo:

- Determinar cuáles son las variables que tienen mayor influencia en la variable respuesta.
- Determinar el mejor valor de las variables controlables sobre la respuesta, de manera que esta, tenga un valor aproximado al valor nominal deseado.
- Determinar la mejor combinación de las variables controlables que ayuden a reducir la variabilidad de la respuesta.
- Establecer la combinación óptima de las variables controlables, con el objeto de minimizar el efecto de las variables incontrolables.

El diseño experimental, es un medio de importancia en la ingeniería para mejorar el rendimiento de proceso de manufactura, así como el desarrollo de nuevos productos (Montgomery, 1991). Su aplicación temprana en un proceso puede dar como resultado:

- Mejora en el rendimiento del proceso.
- Reducción de variabilidad y aumento de las especificaciones o valor objetivo.
- Menor tiempo de desarrollo.
- Minimización de costos.

3.6.2 DISEÑO FACTORIAL

El diseño estadístico de experimentos contempla una amplia variedad de estrategias experimentales que son óptimas para generar la información que se busca. Introduciremos una de estas estrategias: el diseño factorial completo 2^k . Este describe

los experimentos más adecuados para conocer simultáneamente que efecto tienen k factores sobre una respuesta y descubrir si interaccionan entre ellos (Ferre, 2002).

Estos experimentos están planeados de forma que se varían simultáneamente varios factores, pero se evita que se cambien siempre en la misma dirección. Al no haber factores correlacionados, se evitan experimentos redundantes (Ferre, 2002).

Además, los experimentos se complementan de tal modo que la información buscada se obtiene combinando las respuestas de todos ellos. Esto permite obtener la información con el mínimo número de experimentos y con la menor incertidumbre posible (Ferre, 2002).

En la etapa del escaldado para la realizar el pelado del pimentón y elaborar la mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se elaboró un diseño experimental de 2^2 tomando en cuenta las variables: tipo de cortes y temperatura para obtener como variable respuesta el tiempo de escaldado.

3.6.2.1 NIVELES DE VARIACIÓN DE LAS VARIABLES DEL TIEMPO DE ESCALDADO DEL PIMENTÓN PARA EL QUITADO DE PIEL

En la tabla 3-9, se muestra los niveles de variación de las variables del tiempo de escaldado del pimentón.

Tabla 3-9
Niveles de variación de las variables del tiempo de escaldado del pimentón

| Variables del escaldado | Nivel inferior | Nivel superior |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| T _c | Cuartos longitudinal verticales | Mitades longitudinal verticales |
| T | 85 (°C) | 93 (°C) |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Tc = Tipo de corte

- Cuartos longitudinal verticales
- Mitades longitudinal verticales

T = Temperatura de escaldado (°C)

3.6.2.2 DISEÑO FACTORIAL DE LA MATRIZ EXPERIMENTAL APLICADOS EN EL ESCALDADO DEL PIMENTÓN

En la tabla 3-10, se muestra la representación de la matriz experimental de diseño factorial 2^2 , para el escaldado del pimentón.

Tabla 3-10
Matriz experimental aplicados en el escaldado del pimentón

| Corridas | cominacion de tratamientos | Factores | | Replica | Replica | Respuesta |
|----------|----------------------------|----------|----|---------|---------|--------------|
| | | A | B | I | II | Yi |
| 1 | -1 | -1 | -1 | RI-1 | RII-1 | RI-1 + RII-1 |
| 2 | A | 1 | -1 | RI-2 | RII-2 | RI-2 + RII-2 |
| 3 | B | -1 | 1 | RI-3 | RII-3 | RI-3 + RII-3 |
| 4 | AB | 1 | 1 | RI-4 | RII-4 | RI-4 + RII-4 |

Fuente: Montgomery, 1991

En la etapa de dosificación - concentración para la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se aplicó un diseño experimental de 2^3 tomando en cuenta las variables: porcentajes de pimentón, pectina y azúcar para la concentración de la mermelada.

3.6.2.3 NIVELES DE VARIACIÓN DE LAS VARIABLES EN LA DOSIFICACIÓN – CONCENTRACIÓN DE LA MERMELADA

En la tabla 3-11, se muestra los niveles de variación de las variables en el proceso de concentración.

Tabla 3-11
Niveles de variación de las variables en la dosificación - concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón

| Variables | Nivel inferior | Nivel superior |
|------------------|----------------|----------------|
| Pimentón (%) (A) | 20 (-) | 30 (+) |
| Pectina (%) (B) | 0,2 (-) | 0,3 (+) |
| Azúcar (%) (C) | 60 (-) | 70 (+) |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3-12, se muestra la representación de la matriz experimental de diseño factorial 2^3 , para el proceso de concentración de la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

3.6.2.4 DISEÑO FACTORIAL DE LA MATRIZ EXPERIMENTAL APLICADOS EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN DE LA MERMELADA

Tabla 3-12

Matriz experimental aplicados en la etapa de concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón

| Corridas | Combinación | Factores | | | Interacción de tratamientos | | | | Respuestas |
|----------|-------------|----------|----|----|-----------------------------|----|----|-----|----------------|
| | | A | B | C | AB | AC | BC | ABC | Y _i |
| 1 | (-1) | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | Y ₁ |
| 2 | a | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | Y ₂ |
| 3 | b | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | Y ₃ |
| 4 | ab | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | Y ₄ |
| 5 | c | -1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | Y ₅ |
| 6 | ac | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | Y ₆ |
| 7 | bc | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | Y ₇ |
| 8 | abc | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Y ₈ |

Fuente: Elaboración propia

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Las características de las materias primas, se realizaron tomando en cuenta las propiedades físicas y fisicoquímicas de la frutilla y del pimentón.

4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FRUTILLA

Para establecer las propiedades físicas de frutilla en la parte experimental del trabajo, se tomaron al azar y aleatoriamente quince muestras de frutillas.

El promedio de los resultados es la suma de todos los valores observados dividido por el número de observaciones la que se expresa en la tabla 4-1. Se tomó en cuenta la expresión matemática (4.1), citada por (Zamorano, 2000).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Donde:

\bar{x} = Valor promedio de los resultados
 x_1, x_n = Valores observados de las muestras
 n = Numero de observaciones (muestras)

En la tabla 4-1, se muestra las características físicas de la frutilla, obtenidas en la caracterización de la materia prima.

Donde:

Peso = Peso de la frutilla entera (g)

Altura = Altura de la frutilla entera (cm)

Diám. 1 = Diámetro superior de la frutilla (cm)

Diám. 2 = Diámetro inferior de la frutilla (cm)

Peso hom. = Peso de hombro de la frutilla (g)

P. pulpa = Peso de la pulpa de frutilla (g)

SS frutilla = Sólidos solubles de la frutilla (°Brix)

P.N.C. = Porción no comestible de la frutilla (%)

P.C. = Porción comestible de la frutilla (%)

En la tabla 4-2, se muestran los resultados promedios de las propiedades físicas de la frutilla, extraídos de la tabla 4-1.

Tabla 4-2
Resultados promedio de las propiedades físicas de la frutilla

| Peso | Altura | Diám. 1 | Diám. 2 | SS frutilla |
|-------|--------|---------|---------|-------------|
| (g) | (cm) | (cm) | (cm) | (°Brix) |
| 20,76 | 3,61 | 2,83 | 1,79 | 6,77 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-2, los sólidos solubles promedio son de 6,77 (°Brix), la altura promedio 3,61 cm, diámetro superior 2,83 cm, diámetro inferior 1,79 cm, peso promedio 20,76 g, para un total de quince muestras.

Para determinar el porcentaje de porción no comestible (PNC) y porción comestible (PC) de la frutilla, se utilizaron la ecuación matemática (4.2) y ecuación (4.3).

$$\text{Porcentaje porción no comestible: } \% \text{ PNC} = \left(\frac{\text{Peso}_{\text{hombros}}}{\text{Peso}_{\text{frutilla}}} \right) \times 100\% \quad (4.2)$$

$$\text{Porcentaje porción comestible: } \% \text{ PC} = 100\% - \text{PNC} (\%) \quad (4.3)$$

En la tabla 4-3, se muestra los resultados promedios de los cálculos de porción comestible y no comestible de la frutilla en base a los datos de la tabla 4-1.

Tabla 4-3
Resultados promedio de porción comestible y no comestible de la frutilla

| Peso hom. | P. pulpa | P.N.C | P.C. |
|-----------|----------|-------|------|
| (g) | (g) | (%) | (%) |
| | | | |

| | | | |
|-------|------|------|-------|
| 19,52 | 1,23 | 5,85 | 94,15 |
|-------|------|------|-------|

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-3, los resultados promedio de la porción comestible de 94,15% y porción no comestible 5,85% para un total de quince muestras de frutilla.

4.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA FRUTILLA

Los análisis de la materia prima (frutilla), se realizaron tomando en cuenta las propiedades fisicoquímicas en el Laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4-4, se muestran los resultados obtenidos de la composición fisicoquímica de la frutilla; adquirida del mercado local El Campesino.

Tabla 4-4
Propiedades fisicoquímicas de la frutilla

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|---------------------|-----------|------------|
| Ceniza | % | 0,37 |
| Fibra | % | 0,64 |
| Grasa | % | 0,40 |
| Hidratos de carbono | % | 9,23 |
| Humedad | % | 89,31 |
| Proteína | % | 0,69 |
| Valor energético | Kcal/100g | 43,28 |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-4, los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de la frutilla, posee un contenido de ceniza 0,37%, fibra 0,64%, grasa 0,40%, hidratos de carbono 9,23%, humedad 89,31%, proteína 0,69% y valor energético de 43,28Kcal/100g.

4.1.3 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA FRUTILLA

Los análisis de la materia prima (frutilla), se realizaron tomando en cuenta las propiedades microbiológicas en el Laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4-5, se muestran los resultados obtenidos (Anexo A) de la composición microbiológica de la frutilla; adquirida del mercado local El Campesino.

Tabla 4-5
Propiedades microbiológicas de la frutilla

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|------------------------------|--------|-------------------|
| Moho y levadura | UFC/g | $4,0 \times 10^1$ |
| Coliformes totales | UFC/g | $1,6 \times 10^2$ |
| Bacterias aerobias mesofilas | UFC/g | $2,9 \times 10^3$ |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-5, se muestra los resultados obtenidos de las propiedades microbiológicas, tienen moho y levadura $4,0 \times 10^1$ UFC/g, coliforme totales $1,6 \times 10^2$ UFC/g y bacterias aerobias mesófitas $2,9 \times 10^3$ UFC/g.

4.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL PIMENTÓN

Para calcular el promedio de los resultados es la suma de todos los valores observados, se tomó en cuenta la expresión matemática (4.1).

En la tabla 4-6, se muestra las características físicas del pimentón, obtenidas en la caracterización de la materia prima.

Donde:

Peso = Peso del pimentón entero (g)

Altura = Altura del pimentón entero (cm)

Diám. = Diámetro del pimentón (cm)

Peso T y S = Peso del tallo y semillas (g)

P. pelíc. = Peso película del pimentón (g)

P.N.C. = Porción no comestible del pimentón (g)

P.C. = Porción comestible del pimentón (g)

SS piment. = Sólidos solubles del pimentón (°Brix)

P.N.C. = Porcentaje no comestible del pimentón (%)

P.C. = Porcentaje comestible del pimentón (%)

En la tabla 4-7, se muestran los resultados promedios de las propiedades físicas de la frutilla, extraídos de la tabla 4-6.

Tabla 4-7
Resultados promedio de las propiedades físicas del pimentón

| Peso | Altura | Diámetro | P. pelíc. | SS piment. |
|-------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------|
| (g) | (cm) | (cm) | (g) | (°Brix) |
| 128,38 | 8,83 | 6,39 | 3,90 | 8,92 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-7, los valores promedio para el pimentón de sólidos solubles son de 8,92 (°Brix); altura 8,83 cm; peso película 3,90g; diámetro 6,39 cm y peso 128,38g, para un total de quince muestras.

Para determinar el porcentaje de porción no comestible (PNC) y porción comestible (PC) del pimentón, se tomó en cuenta la ecuación (4.2) y ecuación (4.3).

En la tabla 4-8, se muestra los resultados promedios de los cálculos de porción comestible y no comestible del pimentón en base a los datos de la tabla 4-6.

Tabla 4-8
Resultados promedio de porción comestible y no comestible del pimentón

| Peso T.S.P. | Peso pul. | P.N.C. | P. C. |
|--------------------|------------------|---------------|--------------|
| (g) | (g) | (%) | (%) |
| | | | |

| | | | |
|-------|--------|-------|-------|
| 17,85 | 110,53 | 13,69 | 86,48 |
|-------|--------|-------|-------|

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso T.S.P. = Peso del tallo, semillas y pulpa (g)

Peso pul. = Peso de la pulpa (g)

Como se puede observar en la tabla 4-8, los resultados promedio de porción comestible 86,48% y porción no comestible 13,69% para un total de doce muestras.

4.1.5 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL PIMENTÓN

Los análisis de la materia prima (pimentón), se realizaron tomando en cuenta las propiedades fisicoquímicas en el Laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4-9, se muestran los resultados obtenidos (Anexo A) de la composición fisicoquímica del pimentón; adquirida del mercado local El Campesino.

Tabla 4-9
Propiedades fisicoquímicas del pimentón

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|---------------------|-----------|------------|
| Ceniza | % | 0,43 |
| Humedad | % | 90,50 |
| Proteína | % | 1,21 |
| Grasa | % | 12,95 |
| Hidratos de carbono | % | 34,84 |
| Fibra | % | 20,90 |
| Valor energético | Kcal/100g | 357,00 |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-9, se muestra los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas del pimentón, tienen un contenido de ceniza 0,43%, fibra 20,90%, grasa 12,95%, hidratos de carbono 34,84%, humedad 90,50%, proteína 1,21% y valor energético 357,00 Kcal/ /100g.

4.1.6 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PIMENTÓN

Los análisis microbiológicos de las materia prima (pimentón), se realizaron tomando en cuenta las propiedades microbiológicas en el Laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4-10, se muestran los resultados obtenidos (Anexo A) de la composición microbiológica del pimentón; adquirida del mercado local El Campesino.

Tabla 4-10
Propiedades microbiológicas del pimentón

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|--------------------|--------|------------|
| Escherichia coli | UFC/g | < 10 (*) |
| Coliformes totales | UFC/g | < 10 (*) |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-10, se muestra los resultados obtenidos de las propiedades microbiológicas del pimentón, tiene coliforme totales < 10 (*) UFC/g y escherichia Coli < 10 (*) UFC/g.

4.2 ELECCIÓN DEL MÉTODO PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

Tomando en cuenta que no se cuenta con una metodología bibliográfica sobre la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se optó por consiguiente seguir el procedimiento de elaboración de mermelada de frutas enriquecidas con hortaliza (Espinoza, 2008). Para tal efecto, se tomó en cuenta la elaboración de dos prototipos (muestras) del proceso de elaboración para mermelada de frutilla fortificada con pimentón a nivel experimental; tomando en cuenta dos muestras X (pimentón sin piel) y Y (pimentón con piel), manteniendo constante las cantidades de frutilla, pimentón, azúcar, pectina y ácido cítrico para dichos prototipos.

En tal sentido, se realizó un análisis sensorial de las muestras elaboradas de los prototipos, con la finalidad de identificar diferencias entre los productos elaborados a través de jueces no entrenados y utilizando un test de escala hedónica (Anexo B) para los atributos de color, sabor, textura y olor. En tal sentido, los datos de resultados son extraídos del (Anexo C).

4.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-11, se muestra los resultados obtenidos del atributo color tabla C. 1-1 (Anexo C.1) para elegir el método de elaboración, en base de quince jueces no entrenados.

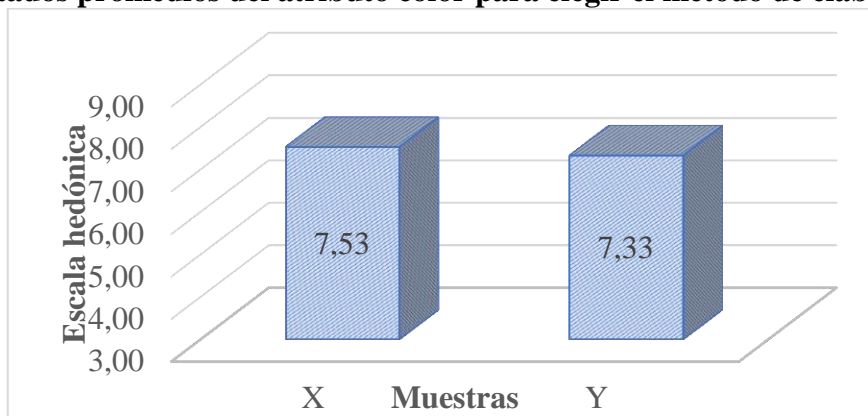
Tabla 4-11
Evaluación sensorial del atributo color para elegir el método de elaboración

| Jueces | Muestras | | Total |
|-----------|----------|------|-------|
| | X | Y | |
| 1 | 8 | 6 | 14 |
| 2 | 6 | 8 | 14 |
| 3 | 8 | 7 | 15 |
| 4 | 7 | 9 | 16 |
| 5 | 8 | 7 | 15 |
| 6 | 9 | 8 | 17 |
| 7 | 7 | 7 | 14 |
| 8 | 8 | 7 | 15 |
| 9 | 7 | 7 | 14 |
| 10 | 8 | 8 | 16 |
| 11 | 7 | 8 | 15 |
| 12 | 6 | 7 | 13 |
| 13 | 9 | 7 | 16 |
| 14 | 8 | 7 | 15 |
| 15 | 7 | 7 | 14 |
| \bar{X} | 7,53 | 7,33 | 14,87 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-1, se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial para el atributo color con el fin de elegir el método de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón de los resultados extraídos de la tabla 4-11.

Figura 4-1
Resultados promedios del atributo color para elegir el método de elaboración



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-1, se observa que la muestra X (pimentón sin piel); obtiene un mayor puntaje promedio de la elección del método de elaboración con 7,53; la muestra Y (pimentón con piel); obtiene un puntaje promedio de 7,33; con respecto al atributo color en la escala hedónica.

4.2.2 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-12, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-2 (Anexo C.1) para el atributo color.

Tabla 4-12
Análisis de varianza del atributo color para elegir el método de elaboración

| FV | SC | GL | CM | F _(cal.) | F _(tab.) |
|-----------------|-------|----|------|---------------------|---------------------|
| Total | 19,37 | 29 | | | |
| Muestras | 0,30 | 1 | 0,30 | 0,38 | 4,60 |
| Jueces | 7,87 | 14 | 0,56 | 0,70 | 2,48 |
| Error | 11,20 | 14 | 0,80 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4-12, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,38 < 4,60$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los tratamientos para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra X (pimentón sin piel), que tiene el

mejor puntaje en escala hedónica del atributo color en comparación a la muestra Y (pimentón con piel) para elegir el método de elaboración, como la mejor opción.

4.2.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-13, se muestra los resultados obtenidos del atributo sabor tabla C.1-3 (Anexo C.1) para realizar la elección del método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

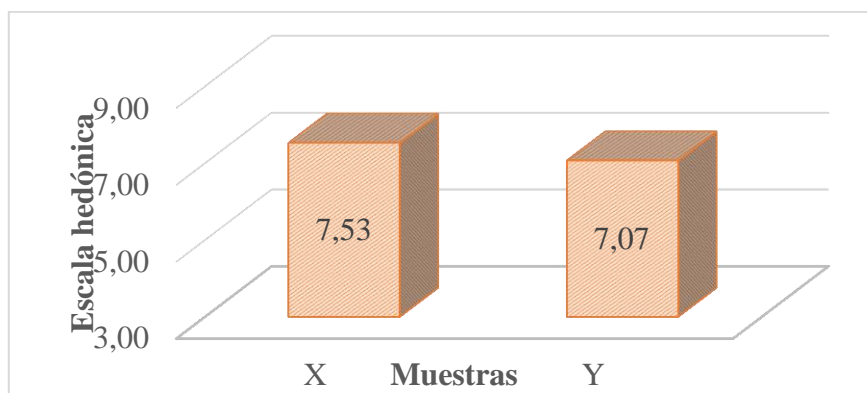
Tabla 4-13
Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir el método de elaboración

| Jueces | Muestras | | Total |
|-----------|----------|------|-------|
| | X | Y | |
| 1 | 7 | 4 | 11 |
| 2 | 8 | 7 | 15 |
| 3 | 9 | 8 | 17 |
| 4 | 7 | 8 | 15 |
| 5 | 9 | 8 | 17 |
| 6 | 4 | 5 | 9 |
| 7 | 7 | 7 | 14 |
| 8 | 7 | 6 | 13 |
| 9 | 7 | 8 | 15 |
| 10 | 8 | 7 | 15 |
| 11 | 8 | 6 | 14 |
| 12 | 7 | 8 | 15 |
| 13 | 9 | 8 | 17 |
| 14 | 7 | 8 | 15 |
| 15 | 9 | 8 | 17 |
| \bar{X} | 7,53 | 7,07 | 14,60 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-2, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial para el atributo sabor con el fin de elegir el método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón de los resultados extraídos de la tabla 4-13.

Figura 4-2
Resultados promedios del atributo sabor para elegir el método de elaboración



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-2, se observa que la muestra X (pimentón sin piel); obtiene un mayor puntaje promedio de la elección del método de elaboración con 7,53; la muestra Y (pimentón con piel); obtiene un puntaje promedio de 7,07; con respecto al atributo sabor en la escala hedónica.

4.2.4 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-14, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-4 (Anexo C.1) para el atributo sabor.

Tabla 4-14
Análisis de varianza del atributo sabor para elegir el método de elaboración

| FV | SC | GL | CM | F_(cal.) | F_(tab.) |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| Total | 48,30 | 29 | | | |
| Muestras | 1,63 | 1 | 1,63 | 2,09 | 4,60 |
| Jueces | 35,80 | 14 | 2,56 | 3,28 | 2,48 |
| Error | 10,87 | 14 | 0,78 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4-14, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,09 < 4,60$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los tratamientos para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por las dos muestras X (pimentón sin piel); que tiene el mejor puntaje en escala hedónica del atributo sabor en comparación a la

muestra Y (pimentón con piel) para elegir el método de elaboración, como la mejor opción.

4.2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-15, se muestra los resultados obtenidos del atributo textura tabla C.1-5 (Anexo C.1) para realizar la elección del método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

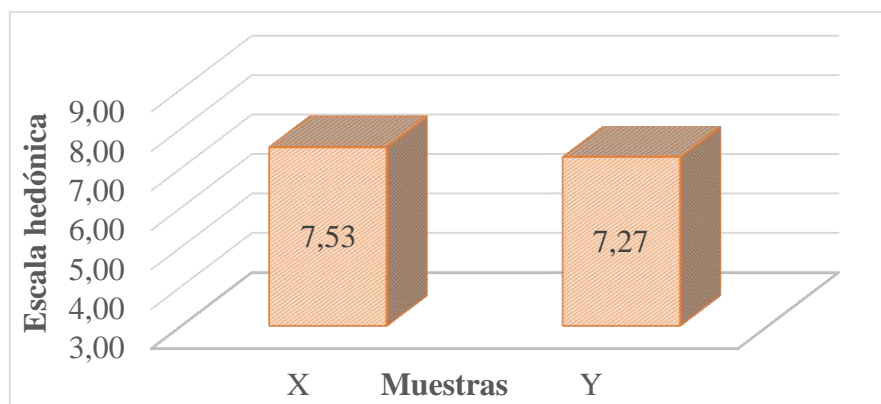
Tabla 4-15
Evaluación sensorial del atributo textura para elegir el método de elaboración

| Jueces | Muestras | | Total |
|-----------|----------|------|-------|
| | X | Y | |
| 1 | 7 | 8 | 15 |
| 2 | 8 | 7 | 15 |
| 3 | 9 | 8 | 17 |
| 4 | 6 | 8 | 14 |
| 5 | 9 | 6 | 15 |
| 6 | 7 | 7 | 14 |
| 7 | 8 | 8 | 16 |
| 8 | 7 | 8 | 15 |
| 9 | 6 | 6 | 12 |
| 10 | 9 | 7 | 16 |
| 11 | 7 | 9 | 16 |
| 12 | 7 | 8 | 15 |
| 13 | 7 | 8 | 15 |
| 14 | 8 | 6 | 14 |
| 15 | 8 | 5 | 13 |
| \bar{X} | 7,53 | 7,27 | 14,80 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-3, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura para elegir el método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón de los resultados extraídos de la tabla 4-1

Figura 4-3
Resultados promedios del atributo textura para elegir el método de elaboración



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-3, se observa que la muestra X (pimentón sin piel); obtiene un mayor puntaje promedio de la elección del método de elaboración con 7,53; la muestra Y (pimentón con piel); obtiene un puntaje promedio de 7,27; con respecto al atributo textura en la escala hedónica

4.2.6 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-16, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-6 (Anexo C.1) para el atributo textura.

Tabla 4-16

Análisis de varianza del atributo textura para elegir el método de elaboración

| FV | SC | GL | CM | F _(cal.) | F _(tab.) |
|-----------------|-------|----|------|---------------------|---------------------|
| Total | 31,20 | 29 | | | |
| Muestras | 0,53 | 1 | 0,53 | 0,38 | 4,60 |
| Jueces | 11,20 | 14 | 0,80 | 0,58 | 2,48 |
| Error | 19,47 | 14 | 1,39 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4-16, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,38 < 4,60$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los tratamientos para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra X (pimentón sin piel); que tiene el mejor puntaje en escala hedónica del atributo textura en comparación a la muestra Y (pimentón con piel) para elegir el método de elaboración, como la mejor opción.

4.2.7 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-17, se muestra los resultados obtenidos del atributo olor tabla C.1-7 (Anexo C.1) para realizar la elección del método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

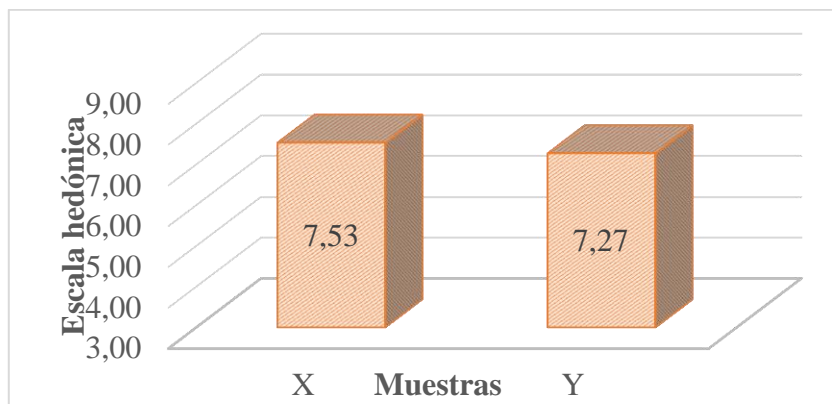
Tabla 4-17
Evaluación sensorial del atributo olor para elegir el método de elaboración

| Jueces | Muestras | | Total |
|-----------|----------|------|-------|
| | X | Y | |
| 1 | 9 | 8 | 17 |
| 2 | 7 | 8 | 15 |
| 3 | 8 | 8 | 16 |
| 4 | 6 | 6 | 12 |
| 5 | 6 | 7 | 13 |
| 6 | 9 | 8 | 17 |
| 7 | 7 | 7 | 14 |
| 8 | 6 | 5 | 11 |
| 9 | 8 | 9 | 17 |
| 10 | 9 | 8 | 17 |
| 11 | 6 | 7 | 13 |
| 12 | 6 | 7 | 13 |
| 13 | 6 | 8 | 14 |
| 14 | 7 | 8 | 15 |
| 15 | 7 | 5 | 12 |
| \bar{X} | 7,53 | 7,27 | 14,80 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-4, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial para el atributo olor con el fin de elegir el método de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón de los resultados extraídos de la tabla 4-17.

Figura 4-4
Resultados promedios del atributo olor para elegir el método de elaboración



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-4, se observa que la muestra X (pimentón sin piel); obtiene un mayor puntaje promedio de la elección del método de elaboración con 7,53; la muestra Y (pimentón con piel); obtiene un puntaje promedio de 7,27; con respecto al atributo olor en la escala hedónica.

4.2.8 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE ELABORACIÓN

En la tabla 4-18, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-8 (Anexo C.1) para el atributo olor.

Tabla 4-18

Análisis de varianza del atributo olor para elegir el método de elaboración

| FV | SC | GL | CM | F _(cal.) | F _(tab.) |
|-----------------|-------|----|------|---------------------|---------------------|
| Total | 35,20 | 29 | | | |
| Muestras | 0,53 | 1 | 0,53 | 1,15 | 4,60 |
| Jueces | 28,20 | 14 | 2,01 | 4,37 | 2,48 |
| Error | 6,47 | 14 | 0,46 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4-18, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,15 < 4,60$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los tratamientos para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra X (pimentón sin piel); que tiene el mejor puntaje en escala hedónica del atributo olor en comparación a la muestra

Y (pimentón con piel); para elegir el método de la elaboración, como la mejor opción.

De acuerdo al análisis sensorial realizado para los atributos de la muestra preliminar, se pudo evidenciar en el atributo color la muestra X (7,53); atributo sabor la muestra X (7,53); atributo textura la muestra X (7,53) y atributo olor la muestra X (7,53); tiene mayor puntuación de aceptabilidad para la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón. Así mismo, realizado el análisis estadístico, se puede decir que $F_{cal} < F_{tab}$ para todos los atributos analizados.

En conclusión se puede decir que la muestra prototipo elegida mediante el análisis sensorial en base a 15 jueces no estrenados, fue la muestra X (pimentón sin piel), que contiene: pimentón 30%, pectina 0,2%, azúcar 60%, ácido cítrico 0,2% y frutilla 70%.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

En base a la muestra elegida, se determina la dosificación adecuada de insumos a ser utilizados en el proceso de elaboración respecto a la muestra X (pimentón sin piel), como la mejor opción de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón, por lo tanto se realizaron ocho muestras con tres variables con distintos porcentajes de cada variable utilizado, los cuales son: pimentón (20 – 30) %, azúcar (60 – 70) % y pectina (0,2 – 0,3) %. Con la finalidad de establecer cuál de las ocho muestras realizadas tiene mayor incidencia de preferencia por los 15 jueces no entrenados y utilizando una escala hedónica, debido a los atributos color, sabor, textura y olor.

4.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-19, se muestran los resultados del análisis sensorial obtenido de la tabla C.1-9 (Anexo C.2) del atributo color para determinar la dosificación de insumos en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

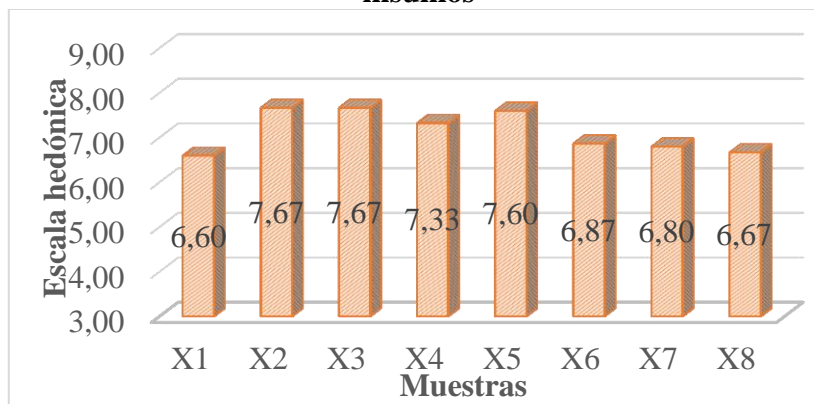
Tabla 4-19
Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de insumos

| Jueces | Muestras (Escala hedónica) | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 |
| 1 | 8 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 |
| 2 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| 3 | 9 | 5 | 7 | 8 | 7 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 8 | 8 | 9 | 7 | 9 | 7 | 7 | 8 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | 9 | 7 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 9 | 7 | 6 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 |
| 9 | 7 | 5 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 |
| 10 | 7 | 7 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| 11 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 12 | 9 | 7 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 13 | 6 | 6 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 14 | 8 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 6 | 5 |
| 15 | 8 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| \bar{X} | 6,60 | 7,67 | 7,67 | 7,33 | 7,60 | 6,87 | 6,80 | 6,67 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-5, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de insumos de los resultados extraídos de la tabla 4-19.

Figura 4-5
Resultados promedio del atributo color para determinar la dosificación de insumos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-5, se observa que las muestras X2 y X3 obtienen mayor puntuación igual promedio en la aceptación por los jueces para el atributo color en escala hedónica de (7,67), seguido por la muestra X5 (7,60), en relación a las muestras X4 (7,33); X6 (6,87); X7 (6,80); X8 (6,67); y X1 (6,60); que tienen menor puntuación.

4.3.2 PRUEBA ESTADÍSTICA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-20, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.1-13 (Anexo C.2).

Tabla 4-20
Prueba de Duncan del atributo color para determinar la dosificación de insumos

| Tratamientos | Análisis de los valores | Significancia |
|--------------|-------------------------|----------------------|
| X2 – X3 | 0,00 < 0,58 | No hay significancia |
| X2 – X5 | 0,07 < 1,72 | No hay significancia |
| X2 – X4 | 0,34 < 1,74 | No hay significancia |
| X2 – X6 | 0,80 < 1,75 | No hay significancia |
| X2 – X7 | 0,87 < 1,76 | No hay significancia |
| X2 – X8 | 1,00 > 0,78 | Hay significancia |
| X2 – X1 | 1,07 < 1,80 | No hay significancia |
| X3 – X5 | 0,07 < 0,78 | No hay significancia |
| X3 – X4 | 0,34 < 0,84 | No hay significancia |
| X3 – X6 | 0,40 < 0,89 | No hay significancia |
| X3 – X7 | 0,80 < 0,89 | No hay significancia |
| X3 – X8 | 1,07 > 0,97 | Hay significancia |
| X3 – X1 | 1,13 > 0,97 | Hay significancia |
| X5 – X4 | 0,07 < 0,99 | No hay significancia |
| X5 – X2 | 0,27 < 0,78 | No hay significancia |
| X5 – X7 | 0,67 < 0,84 | No hay significancia |
| X5 – X6 | 0,94 > 0,89 | Hay significancia |
| X5 – X8 | 1,00 > 0,92 | Hay significancia |
| X4 – X6 | 0,46 < 0,95 | No hay significancia |
| X4 – X7 | 0,53 < 0,97 | No hay significancia |
| X4 – X8 | 0,66 < 0,99 | No hay significancia |
| X4 – X1 | 0,73 < 0,78 | No hay significancia |
| X6 – X7 | 0,07 < 0,84 | No hay significancia |
| X6 – X8 | 0,20 < 0,89 | No hay significancia |
| X6 – X1 | 0,27 < 0,92 | No hay significancia |
| X7 – X8 | 0,13 < 0,95 | No hay significancia |
| X7 – X1 | 0,20 < 0,97 | No hay significancia |
| X8 – X1 | 0,07 < 0,99 | No hay significancia |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-20, si existe evidencia estadística entre los tratamientos (X2 – X8; X3 – X8; X3 – X1; X5 – X6; X5 – X8), que son significativos en comparación a los tratamientos. (X2 – X3; X2 – X5; X2 – X4; X2 – X6; X2 – X7; X2 – X8; X2 – X1; X3 – X5; X3 – X4; X3 – X6; X3 – X7; X5 – X4; X5 – X2; X5 – X7; X4 – X6; X4 – X7; X4 – X8; X4 – X1; X6 – X7; X6 – X8; X6 – X1; X7 – X8; X7 – X1; X8 – X1), que no son significativos para un límite de confianza del 95%.

Donde los resultados del análisis sensorial de preferencia de los jueces son por las muestras X2 y X3, con mayor puntaje en escala hedónica, como la mejor aceptación para el atributo color.

4.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-21, se muestran los resultados del análisis sensorial obtenido de la tabla C.1-14 (Anexo C.2) del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

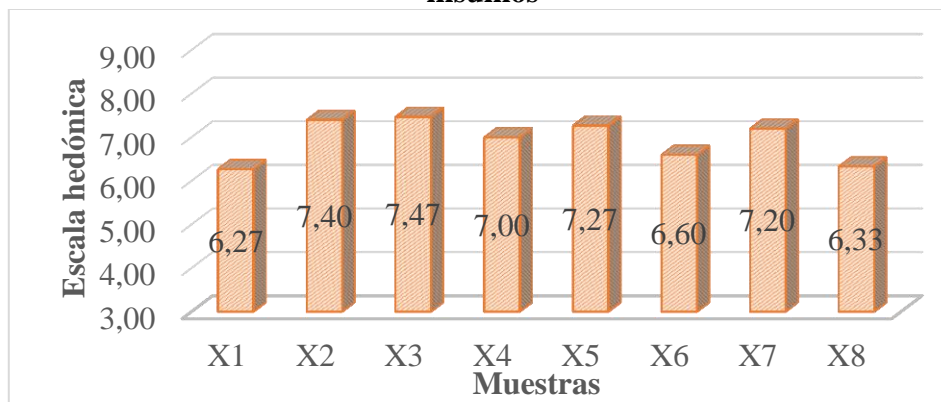
Tabla 4-21
Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos

| Jueces | Muestras (Escala hedónica) | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 |
| 1 | 7 | 6 | 8 | 7 | 8 | 7 | 9 | 6 |
| 2 | 6 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| 3 | 4 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 4 |
| 4 | 6 | 7 | 9 | 6 | 5 | 8 | 5 | 7 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 4 | 8 | 5 | 6 | 6 |
| 6 | 7 | 7 | 9 | 8 | 8 | 6 | 7 | 7 |
| 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| 8 | 7 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 9 | 9 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 8 | 7 |
| 10 | 7 | 7 | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 |
| 11 | 6 | 9 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 12 | 6 | 9 | 6 | 8 | 9 | 7 | 7 | 5 |
| 13 | 6 | 5 | 6 | 8 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| 14 | 5 | 8 | 8 | 8 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| 15 | 5 | 8 | 7 | 8 | 7 | 5 | 7 | 6 |
| \bar{X} | 6,27 | 7,40 | 7,47 | 7,00 | 7,27 | 6,60 | 7,20 | 6,33 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-6, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial para determinar la dosificación de insumos del atributo sabor, resultados extraídos de la tabla 4-21.

Figura 4-6
Resultados promedio del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-6, se observa que la muestra X3 obtiene mayor puntuación en la aceptación por los jueces para el atributo sabor en escala hedónica de (7,47), seguido por la muestra X2 (7,40), en relación a las muestras X5 (7,27); X7 (7,20); X4 (7,00); X6 (6,60); X8 (6,33); y X1 (6,27); que tienen menor puntuación.

4.3.4 PRUEBA ESTADÍSTICA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-22, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.1-18 (Anexo C.2).

Tabla 4-22
Prueba de Duncan del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos

| Tratamientos | Análisis de los valores | Significancia |
|--------------|-------------------------|----------------------|
| X3 – X2 | 0,07 < 0,86 | No hay significancia |
| X3 – X5 | 0,20 < 0,90 | No hay significancia |
| X3 – X7 | 0,27 < 0,93 | No hay significancia |
| X3 – X4 | 0,47 < 0,96 | No hay significancia |
| X3 – X6 | 0,87 < 0,98 | No hay significancia |
| X3 – X8 | 1,14 > 0,99 | Hay significancia |
| X3 – X1 | 1,20 > 1,01 | Hay significancia |
| X2 – X5 | 0,13 < 0,86 | No hay significancia |
| X2 – X7 | 0,20 < 0,90 | No hay significancia |
| X2 – X4 | 0,40 < 0,93 | No hay significancia |
| X2 – X6 | 0,80 < 0,96 | No hay significancia |
| X2 – X8 | 1,07 > 0,98 | Hay significancia |
| X2 – X1 | 1,13 > 0,99 | Hay significancia |
| X5 – X7 | 0,07 < 0,86 | No hay significancia |
| X5 – X4 | 0,27 < 0,90 | No hay significancia |
| X5 – X6 | 0,67 < 0,93 | No hay significancia |
| X5 – X8 | 0,94 < 0,96 | No hay significancia |
| X5 – X1 | 1,00 > 0,98 | Hay significancia |
| X7 – X4 | 0,20 < 0,86 | No hay significancia |
| X7 – X6 | 0,60 < 0,90 | No hay significancia |
| X7 – X8 | 0,87 < 0,93 | No hay significancia |
| X7 – X1 | 0,93 < 0,96 | No hay significancia |
| X4 – X6 | 0,40 < 0,86 | No hay significancia |
| X4 – X8 | 0,67 < 0,90 | No hay significancia |
| X4 – X1 | 0,73 < 0,93 | No hay significancia |
| X6 – X8 | 0,27 < 0,86 | No hay significancia |
| X6 – X1 | 0,33 < 0,90 | No hay significancia |
| X8 – X1 | 0,06 < 0,86 | No hay significancia |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-22, si existe evidencia estadística entre los tratamientos (X3 – X8; X3 – X1; X2 – X8; X2 – X1), que son significativos en comparación a los tratamientos. (X3 – X2; X3 – X5; X3 – X7; X3 – X4; X3 – X6; X2 – X5; X2 – X7; X2 – X4; X2 – X6; X5 – X7; X5 – X4; X5 – X6; X5 – X8; X5 – X1; X7 – X4; X7 – X6; X7 – X8; X7 – X1; X4 – X6; X4 – X8; X4 – X1; X6 – X8;

X6 – X1; X8 – X1), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Donde los resultados del análisis sensorial de preferencia de los jueces es por la muestra X3, con mayor puntaje en escala hedónica, como la mejor aceptación para el atributo sabor.

4.3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-23, se muestran los resultados del análisis sensorial obtenido de la tabla C.1-19 (Anexo C.2) del atributo textura para determinar la dosificación de insumos en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

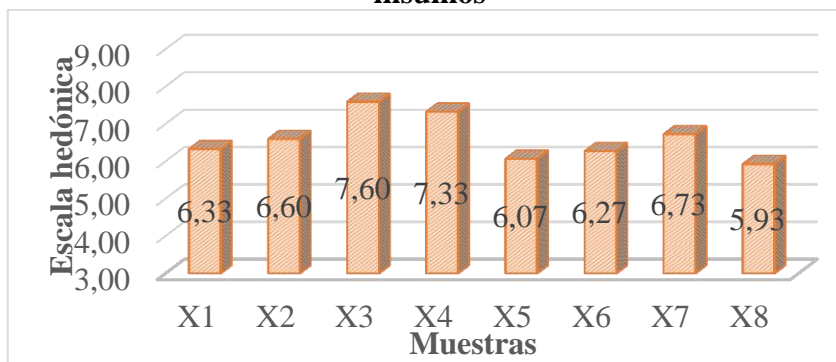
Tabla 4-23
Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de insumos

| Jueces | Muestras (Escala hedónica) | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 |
| 1 | 8 | 9 | 8 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| 2 | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| 3 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| 4 | 7 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 6 | 7 |
| 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 | 5 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 9 | 4 | 8 | 5 | 5 | 5 | 4 | 6 | 5 |
| 10 | 9 | 5 | 9 | 8 | 9 | 8 | 9 | 7 |
| 11 | 4 | 8 | 7 | 8 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| 12 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 13 | 9 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 |
| 14 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 9 | 8 | 7 |
| 15 | 5 | 7 | 6 | 6 | 4 | 7 | 8 | 9 |
| \bar{X} | 6,33 | 6,60 | 7,60 | 7,33 | 6,07 | 6,27 | 6,73 | 5,93 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-7, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de insumos de los resultados extraídos de la tabla 4-23.

Figura 4-7
Resultados promedio del atributo textura para determinar la dosificación de insumos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-7, se observa que la muestra X3 obtiene mayor puntuación en relación a la aceptación por los jueces para el atributo textura en escala hedónica de (7,60), seguido por la muestra X4 (7,33), en relación a las muestras X7 (6,73); X2(6,60); X1(6,33); X6(6,27); X5(6,07) y X8(5,93); que tienen menor puntuación.

4.3.6 PRUEBA ESTADÍSTICA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-24, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.1-23 (Anexo C.2).

Tabla 4-24
Prueba de Duncan del atributo textura para determinar la dosificación de insumos

| Tratamientos | Análisis de los valores | Significancia |
|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| X3 – X4 | 0,27 < 0,90 | No hay significancia |
| X3 – X7 | 0,87 < 0,94 | No hay significancia |
| X3 – X2 | 1,00 > 0,98 | Hay significancia |
| X3 – X1 | 1,27 > 1,00 | Hay significancia |
| X3 – X6 | 1,33 > 1,02 | Hay significancia |
| X3 – X5 | 1,53 > 1,03 | Hay significancia |
| X3 – X8 | 1,67 > 1,04 | Hay significancia |
| X4 – X7 | 0,60 < 0,90 | No hay significancia |
| X4 – X2 | 0,73 < 0,94 | No hay significancia |
| X4 – X1 | 1,00 > 0,98 | Hay significancia |
| X4 – X6 | 1,06 > 1,00 | Hay significancia |
| X4 – X5 | 1,26 > 1,02 | Hay significancia |
| X4 – X8 | 1,40 > 1,03 | Hay significancia |
| X7 – X2 | 0,13 < 0,90 | No hay significancia |
| X7 – X1 | 0,40 < 0,94 | No hay significancia |
| X7 – X6 | 0,46 < 0,98 | No hay significancia |
| X7 – X5 | 0,66 < 1,00 | No hay significancia |
| X7 – X8 | 0,80 < 1,02 | No hay significancia |
| X2 – X1 | 0,27 < 0,90 | No hay significancia |
| X2 – X6 | 0,33 < 0,94 | No hay significancia |
| X2 – X5 | 0,53 < 0,98 | No hay significancia |
| X2 – X8 | 0,67 < 1,00 | No hay significancia |
| X1 – X6 | 0,06 < 0,90 | No hay significancia |
| X1 – X5 | 0,27 < 0,94 | No hay significancia |
| X1 – X8 | 0,40 < 0,98 | No hay significancia |
| X6 – X5 | 0,20 < 0,90 | No hay significancia |
| X6 – X8 | 0,34 < 0,94 | No hay significancia |
| X5 – X8 | 0,14 < 0,90 | No hay significancia |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4-24, si existe evidencia estadística entre los tratamientos (X3 – X2; X3 – X1; X3 – X6; X3 – X5; X3 – X8; X4 – X1; X4 – X6; X4 – X5; X4 – X8), que son significativos en comparación a los tratamientos. (X3 –

X4; X3 – X7; X4 – X7; X4 – X2; X7 – X2; X7 – X1; X7 – X6; X7 – X5; X7 – X8; X2 – X1; X2 – X6; X2 – X5; X2 – X8; X1 – X6; X1 – X5; X1 – X8; X6 – X5; X6 – X8; X5 – X8), que no son significativos para un límite de confianza del 95%. Donde los resultados del análisis sensorial de preferencia de los jueces es por la muestra X3 con mayor puntaje en escala hedónica, como la mejor aceptación para el atributo textura.

4.3.7 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-25, se muestran los resultados del análisis sensorial obtenido de la tabla C.1-24 (Anexo C.2) del atributo olor para determinar la dosificación de insumos en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

Tabla 4-25
Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la dosificación de insumos

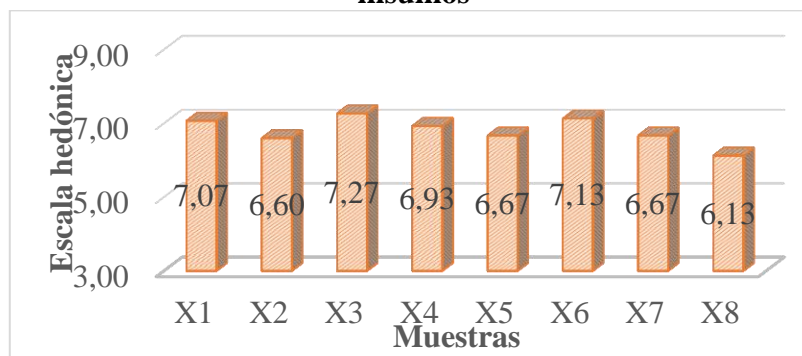
| Jueces | Muestras (Escala hedónica) | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 |
| 1 | 8 | 7 | 8 | 8 | 9 | 6 | 7 | 6 |
| 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 |
| 3 | 8 | 4 | 8 | 7 | 5 | 5 | 6 | 4 |
| 4 | 5 | 6 | 9 | 6 | 6 | 8 | 7 | 7 |
| 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 6 | 4 |
| 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7 |
| 7 | 8 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 8 | 7 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 |
| 9 | 6 | 4 | 5 | 8 | 6 | 7 | 8 | 7 |
| 10 | 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 9 | 7 | 7 |
| 11 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | 8 | 6 | 5 |
| 12 | 8 | 8 | 7 | 8 | 6 | 8 | 7 | 6 |
| 13 | 7 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 14 | 7 | 5 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 15 | 8 | 7 | 8 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| \bar{X} | 7,07 | 6,60 | 7,27 | 6,93 | 6,67 | 7,13 | 6,67 | 6,13 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-8, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial

del atributo olor para determinar la dosificación de insumos de los resultados extraídos de la tabla 4-25.

Figura 4-8
Resultados promedio del atributo olor para determinar la dosificación de insumos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-8, se observa que la muestra X3 obtiene mayor puntuación, en relación a la aceptación por los jueces para el atributo olor en escala hedónica de (7,27), seguido por la muestra X6 (7,13), en relación a las muestras X1 (7,07); X4 (6,93); X5 (6,67); X7(6,67); X2(6,60) y X8(6,13); que tienen menor puntuación.

4.3.8 PRUEBA ESTADÍSTICA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS

En la tabla 4-26, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-25 (Anexo C.2) del atributo olor.

Tabla 4-26
Análisis de varianza del atributo olor para determinar la dosificación de insumos

| FV | SC | GL | CM | F _(cal.) | F _(tab.) |
|-----------------|--------|-----|------|---------------------|---------------------|
| Total | 152,59 | 119 | | | |
| Muestras | 14,06 | 7 | 2,01 | 2,05 | 2,84 |
| Jueces | 42,22 | 14 | 3,02 | 3,08 | 2,78 |
| Error | 96,31 | 98 | 0,98 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4-26, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,05 < 2,84$)

para las muestras. Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los 15 jueces para $p < 0,05$. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

De acuerdo al análisis sensorial realizado para determinar la dosificación de insumos en los atributos analizados, la muestra X_2 (7,67) y X_3 (7,67) tienen la mayor y la misma puntuación de aceptabilidad respecto al atributo color (pimentón 30%, pectina 0,2% y azúcar 60%), con respecto al atributo sabor la muestra X_3 (7,47) (pimentón 20%, pectina 0,2% y azúcar 60%), para el atributo textura la muestra X_3 (7,60) (pimentón 30%, pectina 0,2% y azúcar 60%), y para el atributo olor la muestra X_3 (7,27) conteniendo (pimentón 30%, pectina 0,2% y azúcar 60%).

En conclusión se puede decir que la muestra elegida para la dosificación de insumos mediante un análisis sensorial realizados en base de 15 jueces no entrenados y utilizando una escala hedónica para evaluar, fue la muestra X_3 (pimentón 20%, pectina 0,3%, azúcar 60%, ácido cítrico 0,2% y frutilla 80%), para su elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE ESCALDADO DEL PIMENTÓN

El análisis estadístico del escaldado para el quitado de la piel del pimentón, se realizó a partir de controles de temperaturas mediante la ebullición del agua, para un diseño 2^2 . Utilizando las variables de la temperatura de ebullición entre (85 - 93) °C, cortes de mitades longitudinales verticales y cortes de cuartos longitudinales verticales; cuya variable respuesta fue el tiempo del escaldado para el fácil quitado de piel del pimentón.

En la tabla 4-27, se muestra la matriz de resultados de las variables del tiempo de escaldado en minutos para la extracción de la piel del pimentón, tomando como base la temperatura y tipo de corte del pimentón, cuyo diseño es 2^2 .

Tabla 4-27
Resultados del tiempo de escaldado a diferentes temperaturas

| Corridas | Combinación | Factores | | Réplicas | | Respuesta (Y_i) |
|----------|-------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | Tc | T (°C) | R ₁ (min) | R ₂ (min) | |
| 1 | (1) | Cuartos longitudinales verticales | 85 | 80 | 82 | 162 |
| 2 | a | Mitades longitudinales verticales | 85 | 95 | 90 | 185 |
| 3 | b | Cuartos longitudinales verticales | 93 | 35 | 35 | 70 |
| 4 | ab | Mitades longitudinales verticales | 93 | 40 | 41 | 81 |
| Total | | | | | | 498 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4-28, muestra los resultados del análisis de varianza del diseño 2^2 ; cuyo desarrollo y metodología de resolución, se detalla en la tabla D.1-4 (Anexo D.1).

Tabla 4-28
Análisis de varianza del tiempo del escaldado para la extracción de la piel del pimentón

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de Libertad (GL) | Cuadrados Medios (CM) | F (Cal) | F (Tab) 5% |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|------------|
| Tc | 4802 | 1 | 4802 | 1280,53* | 7,71 |
| T | 18 | 1 | 162 | 43,20 | 7,71 |
| Tc*T | 144,50 | 1 | 144,50 | 38,53 | 7,71 |
| Error | 15 | 4 | 3,75 | | |
| Total | 4979,50 | 7 | 711,36 | | |

Fuente: Elaboración propia

* Altamente significativo

Como se puede observar en la tabla 4-28 ($F_{cal} > F_{tab}$), para los factores Tc (tipo de corte), T (temperatura) y la interacciones Tc*T (tipo de corte - temperatura), existiendo evidencia estadística de variación altamente significativa para un nivel de confianza del 95%. En tal sentido, se puede decir que los factores analizados tienen influencia significativa en la etapa del escaldado en función de la variable respuesta (tiempo de escaldado). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada.

En conclusión debido al diseño experimental realizado en la etapa de escaldado, se pudo evidenciar de que el factor del tipo de corte es altamente significativo en comparación a los demás factores que también son significativos pero que no inciden en forma directa, como es la temperatura para $p < 0,005$.

4.4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN DE LA MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

El diseño experimental en la etapa de concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se realizó a partir de los datos obtenidos de la muestra X₃, datos experimentales para un diseño 2³, utilizando las variables del proceso de concentración entre azúcar (60 – 70)%, pectina (0,2 – 0,3)% y pimentón (20 – 30)%; cuya variable respuesta fue el contenido de sólidos solubles (°Brix) en el proceso de concentración.

En la tabla 4-29, se muestra la matriz de resultados de las variables de la etapa de concentración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón, a dos niveles y dos réplicas, cuyo diseño es 2³, resultados que se efectuaron tomando en cuenta la base del contenido de sólidos solubles (°Brix); (Anexo A), los que se realizaron en el Laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4-29
Resultados del contenido de sólidos solubles en el proceso de concentración

| Corridas | Combinación | Factores | | | Réplicas | | Respuestas |
|----------|-------------|----------|-------|-------|----------|---------|----------------------|
| | | A (%) | B (%) | C (%) | 1)°Brix | 2)°Brix | (°Brix) _i |
| 1 | (1) | 20 | 0,20 | 60 | 75,40 | 71,20 | 146,60 |
| 2 | a | 30 | 0,20 | 60 | 65,20 | 72,60 | 137,70 |
| 3 | b | 20 | 0,30 | 60 | 59,40 | 72,40 | 131,80 |
| 4 | ab | 30 | 0,30 | 60 | 59,20 | 72,60 | 131,80 |
| 5 | c | 20 | 0,20 | 70 | 62,40 | 77,60 | 140,00 |
| 6 | ac | 30 | 0,20 | 70 | 64,40 | 65,80 | 130,20 |
| 7 | bc | 20 | 0,30 | 70 | 54,60 | 64,40 | 119,00 |

| | | | | | | | |
|---------|-----|----|------|----|-------|-------|--------|
| 8 | abc | 30 | 0,30 | 70 | 60,80 | 54,20 | 115,00 |
| TOTALES | | | | | | | 105,02 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4-30, muestra los resultados del análisis de varianza del diseño 2^3 ; cuyo desarrollo y metodología de resolución se detalla en la tabla D.2-4 (Anexo D.2), en función de los datos experimentales de la tabla 4-29

Tabla 4-30
Análisis de varianza de la etapa de concentración de la mermelada

| Fuente de Variación (FV) | Suma de Cuadrados (SC) | Grados de Libertad (GL) | Cuadrados Medios (CM) | F (Cal.) | F (Tab.) |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|----------|
| Total | 781,94 | 15 | | | |
| Factor (Pim.) | 31,92 | 1 | 32,92 | 0,66 | 5,32 |
| Factor (Pec.) | 203,06 | 1 | 203,06* | 4,08 | 5,32 |
| Factor (Azúc.) | 119,90 | 1 | 119,90* | 2,41 | 5,32 |
| Interacción (Pim.-Pec.) | 12,25 | 1 | 12,25 | 0,25 | 5,32 |
| Interacción (Pim.-Azúc.) | 1,56 | 1 | 1,56 | 0,03 | 5,32 |
| Interacción (Pec.-Azúc.) | 14,82 | 1 | 14,82 | 0,30 | 5,32 |
| Interacción (Pim.-Pec.-Azúc.) | 0,56 | 1 | 0,56 | 0,01 | 5,32 |
| Error experimental | 397,87 | 8 | 49,73 | | |

Fuente: Elaboración propia

* Altamente significativo

Como se puede observar en la tabla 4-30, para los factores Pim. (pimentón), Pec. (pectina), Azúc. (azúcar) y las interacciones Pim.*Pec. (pimentón-pectina), Pim.*Azúc. (pimentón -azúcar), Pec.*Azúc. (pectina-azúcar) y Pim.*Pec.*Azúc. (pimentón-pectina-azúcar), existe evidencia estadística de variación en la dosificación de insumos para un nivel de confianza del 95%. En base a este análisis estadístico, se puede decir que los factores inciden directamente en la etapa de concentración para la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.

En conclusión debido al diseño experimental realizado en la etapa de concentración de la mermelada, se puede evidenciar de que los factores porcentuales de pectina y azúcar son altamente significativo en comparación al factor pimentón que también es significativo pero que no incide en forma directa, para $p < 0,005$.

4.5 CONTROL DEL PORCENTAJE DE AGUA EVAPORADA Y CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN LA MERMELADA

En la tabla 4-31, se muestra los datos obtenidos de la concentración de sólidos solubles y evaporación de agua durante el tiempo de concentración.

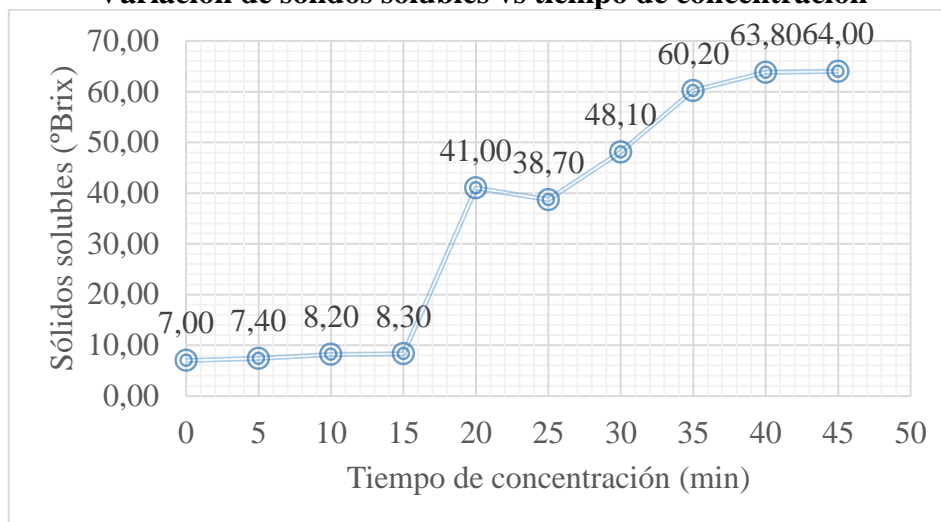
Tabla 4-31
Resultados de sólidos solubles y porcentaje de agua evaporada durante el tiempo de concentración

| Tiempo | °Brix | Agua |
|--------|-------|-------------|
| (min) | | (evaporada) |
| | | (%) |
| 0 | 7,00 | 93,00 |
| 5 | 7,40 | 92,60 |
| 10 | 8,20 | 91,80 |
| 15 | 8,30 | 91,70 |
| 20 | 41,00 | 59,00 |
| 25 | 38,70 | 61,30 |
| 30 | 48,10 | 51,90 |
| 35 | 60,20 | 39,80 |
| 40 | 63,80 | 36,20 |
| 45 | 64,00 | 36,00 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-9, se observa que la curva de variación del contenido de sólidos solubles con respecto al tiempo de concentración, según datos de la tabla 4-31.

Figura 4-9
Variación de sólidos solubles vs tiempo de concentración

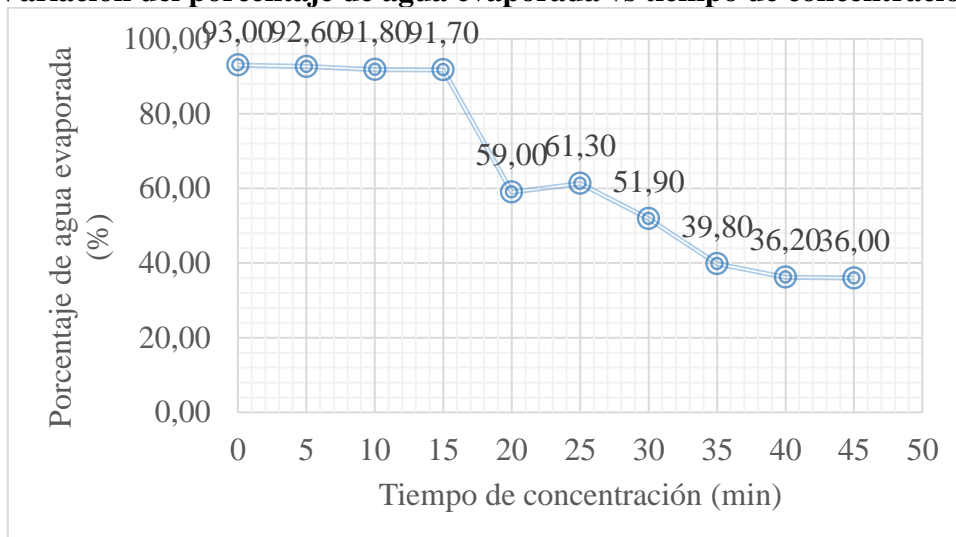


Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-9, se observa la variación de sólidos solubles vs tiempo, respecto a la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón en intervalos de 5 minutos, donde se observa que en el tiempo de (0-15) minutos, hay un incremento lento de sólidos solubles, entre el tiempo de (15-20) minutos, el incremento de sólidos solubles es más rápido hasta donde posteriormente se agrega un 50% de azúcar al proceso, Entre el tiempo de (20-25) minutos, se agrega el pimentón licuado, donde se observa una disminución de sólidos solubles y en el tiempo entre (25-45) minutos, se procede a agregar el otro 50% de azúcar restante y se observa un incremento de sólidos solubles hasta llegar a una concentración final de 64°Brix en la elaboración de la mermelada.

En la figura 4-10, se muestra la curva de variación del porcentaje de agua evaporada con respecto al tiempo de concentración, según datos de la tabla 4-31.

Figura 4-10
Variación del porcentaje de agua evaporada vs tiempo de concentración



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-10, se observa la variación del porcentaje de agua vs tiempo, respecto a la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón en intervalos de 5 minutos, donde se observa que el tiempo entre (0-15) minutos, la disminución de agua por evaporación es lenta, entre el tiempo de (15-20) minutos, la evaporación de agua es rápida y posteriormente se agrega el 50% de azúcar, entre el tiempo de (20-25) minutos, se procede a agregar el pimentón licuado, donde se observa un incremento del contenido de agua al proceso de concentración. Entre el tiempo de (25-45) minutos, se procede a agregar el otro 50% de azúcar restante y donde incrementa la evaporación de agua hasta llegar a un 64% de sólidos solubles para el producto final de la mermelada.

4.6 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Para la caracterización del producto final (mermelada de frutilla fortificada con pimentón), se tomó en cuenta los siguientes parámetros: análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y evaluación sensorial del producto terminado.

4.6.1 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

En la tabla 4-32, se muestran los resultados fisicoquímicos analizados al producto (mermelada de frutilla fortificada con pimentón); los que se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4-32
Resultados de las propiedades fisicoquímicas del producto

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|---------------------|-----------|------------|
| Ceniza | % | 0,27 |
| Fibra | % | 3,18 |
| Grasa | % | 0,86 |
| Hidratos de carbono | % | 61,43 |
| Humedad | % | 33,64 |
| Proteínas | % | 0,62 |
| Valor energético | Kcal/100g | 255,94 |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-32, el contenido de ceniza 0,27%, fibra 3,18%, grasa 0,86%, hidratos de carbono 61,43%, humedad 33,64%, proteína 0,62% y valor energético 255,94 Kcal/100g.

4.6.2 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO

En la tabla 4-33, se muestran los resultados microbiológicos analizados al producto final (mermelada de frutilla fortificada con pimentón); realizados en el laboratorio del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael.

Tabla 4-33
Resultados del análisis microbiológico del producto

| Parámetros | Unidad | Resultados |
|-------------------|--------|-------------------|
| Mohos y levaduras | UFC/g | $1,9 \times 10^3$ |

| | | |
|--------------------|-------|----------|
| Coliformes totales | UFC/g | < 10 (*) |
| Escherichia Coli | UFC/g | < 10 (*) |

Fuente: CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4-33, el producto (mermelada de frutilla fortificada con pimentón); muestra un análisis microbiológico de ausencia (< 10 (*) UFC/g) coliforme totales; (< 10 (*) UFC/g) escharichia coli. Estando dentro de los límites permitidos por la NB (Norma Boliviana); mohos y levaduras 1.9×10^3 UFC/g.

4.6.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4-34, se muestran los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial del producto final en los atributos de color, sabor, textura y olor; obtenidos de la tabla C.1-34 (Anexo C.3) utilizando quince jueces no entrenados.

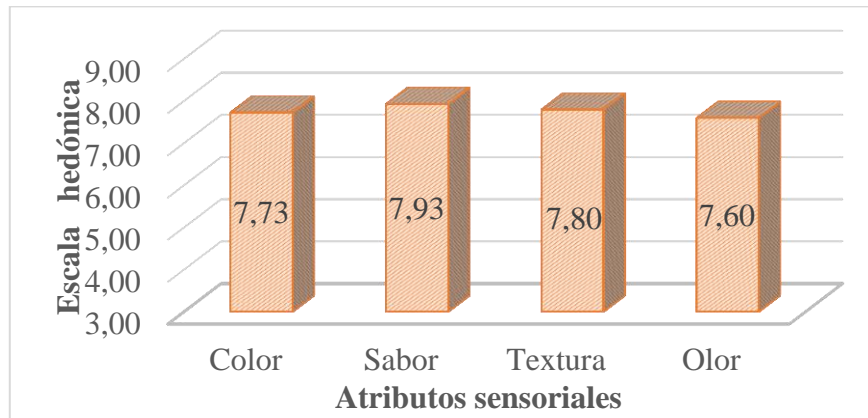
Tabla 4-34
Evaluación sensorial de los atributos para el producto final

| Jueces | Atributos sensoriales | | | |
|-----------|-----------------------|-------|---------|------|
| | Color | Sabor | Textura | Olor |
| 1 | 7 | 9 | 7 | 8 |
| 2 | 7 | 9 | 7 | 8 |
| 3 | 7 | 6 | 9 | 7 |
| 4 | 6 | 8 | 8 | 6 |
| 5 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| 6 | 8 | 8 | 7 | 8 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 7 | 9 | 8 |
| 9 | 9 | 8 | 7 | 8 |
| 10 | 7 | 7 | 6 | 9 |
| 11 | 8 | 8 | 8 | 5 |
| 12 | 7 | 8 | 8 | 7 |
| 13 | 8 | 8 | 9 | 7 |
| 14 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| 15 | 9 | 8 | 8 | 9 |
| \bar{X} | 7,73 | 7,93 | 7,80 | 7,60 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-11, se muestran los resultados promedios en escala hedónica de la evaluación sensorial de los atributos para el producto final de datos extraídos de la tabla 4-34.

Figura 4-11
Resultado promedio de la evaluación sensorial de los atributos para el producto final



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4-11, se puede observar el atributo sabor tiene mayor puntaje promedio de 7,93 en relación a los demás atributos, textura 7,80; sabor 7,73 y olor 7,60 en escala hedónica. Lo que quiere decir que el producto tiene aceptación en sus atributos sensoriales analizados.

4.6.4 PRUEBA ESTADÍSTICA DE LOS ATRIBUTOS PARA EL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4-35, se muestra el análisis de varianza, según la tabla C.1-27 (Anexo C.3) para los atributos del producto final.

Tabla 4-35
Análisis de varianza de los atributos para el producto final

| Fuente de varianza FV | Suma de cuadrados SC | Grados de libertad GL | Cuadrados medios MC | F _{cal} | F _{tab} |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| Total | 48,73 | 59 | | | |
| Muestras | 0,87 | 3 | 0,29 | 0,34 | 2,83 |

| | | | | | |
|--------|-------|----|------|------|------|
| Jueces | 11,73 | 14 | 0,84 | 0,98 | 1,91 |
| Error | 36,13 | 42 | 0,86 | | |

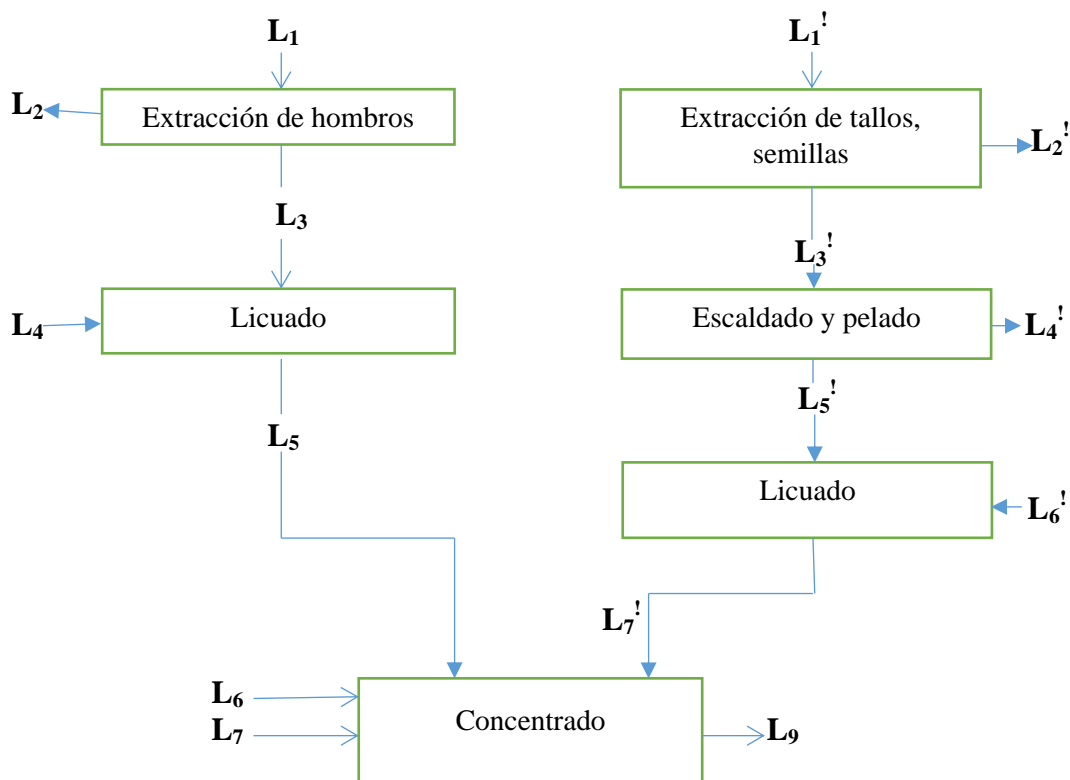
Fuente: Elaboración propia

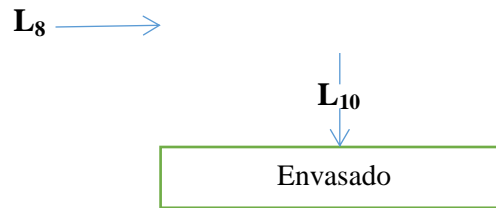
Como se observa en la tabla 4-35, para los tratamientos $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,34 < 2,83$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los atributos del producto final para $p < 0,05$. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces.

4.7 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

El balance de materia para el proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques en la figura 4-12.

Figura 4-12
Balance de materia del proceso de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón





Fuente: Elaboración propia

Donde:

L_1 = Cantidad de frutilla (g)

L_2 = Cantidad de hombros (g)

L_3 = Cantidad de frutilla sin hombros (g)

L_4 = Cantidad de agua (g)

L_5 = Cantidad de pulpa de frutilla (g)

L_1^1 = Cantidad de pimentones enteros (g)

L_2^1 = Cantidad de tallos y semillas (g)

L_3^1 = Cantidad de pimentón sin tallos, semillas (g)

L_4^1 = Cantidad de piel del pimentón (g)

L_5^1 = Cantidad del pimentón sin piel (g)

L_6^1 = Cantidad de agua (g)

L_7^1 = Cantidad de pulpa de pimentón (g)

L_6 = Cantidad de azúcar (g) 100 %

L_7 = Cantidad de pectina (g)

L_8 = Cantidad de ácido cítrico (g)

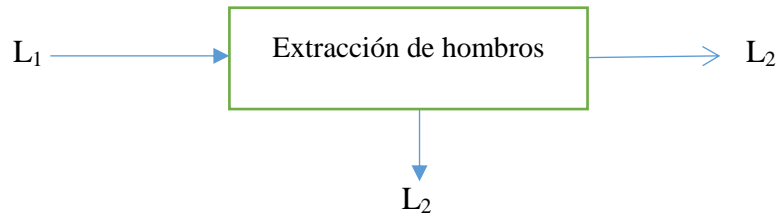
L_9 = Cantidad de agua evaporada (g)

L_{10} = Cantidad de mermelada (producto) (g)

4.7.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE EXTRACCIÓN DE HOMBROS DE LA FRUTILLA

En la figura 4-13, se muestra el balance de materia en la etapa de extracción de hombros:

Figura 4-13
Diagrama de bloque en la etapa de extracción de hombros



Balance general de masa para en la etapa de extracción de hombros:

$$L_1 = L_2 + L_3 \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Donde:

$$L_1 = 2000,00\text{g frutilla}$$

$$L_2 = ? \text{ g hombros}$$

$$L_3 = ? \text{ g frutilla sin hombros}$$

Balance parcial de la fracción comestible de la frutilla

$$L_1 * X_1^a = L_2 * X_2^a + L_3 * X_3^a \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

Donde:

$$X_1^a = \text{Fracción comestible}$$

$$X_1^b = \text{Fracción no comestible}$$

Despejando L_3 de la ecuación (4.2):

$$L_3 = \frac{L_1 * X_1^a}{X_3^a} \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.3):

$$L_3 = \frac{2000\text{g} * 0,9415}{1}$$

$$L_3 = 1883\text{g frutilla sin hombros}$$

Despejando L_2 de la ecuación (4.1):

$$L_2 = L_1 + L_3 \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.4):

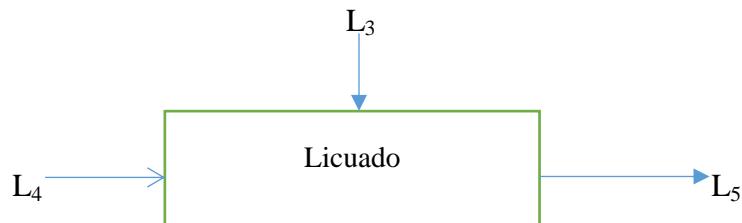
$$L_2 = 2000\text{g} - 1883\text{g}$$

$$L_2 = 117\text{g hombros}$$

4.7.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE LICUADO

En la figura 4-14, se muestra la etapa de licuado de la frutilla, para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la cantidad de agua adherida en el proceso del licuado.

Figura 4-14
Diagrama de bloque de la etapa del licuado de frutilla



Balance de general en la etapa del licuado

$$L_3 + L_4 = L_5$$

Ecuación (4.5)

Donde:

$$L_3 = 1883\text{g frutilla sin hombros}$$

$$L_4 = 50\text{g Agua}$$

Despejando L_5 de la ecuación (4.5)

$$L_5 = L_3 + L_4$$

Ecuación (4.6)

Reemplazando la ecuación (4.6):

$$L_5 = 1883\text{g} + 50\text{g}$$

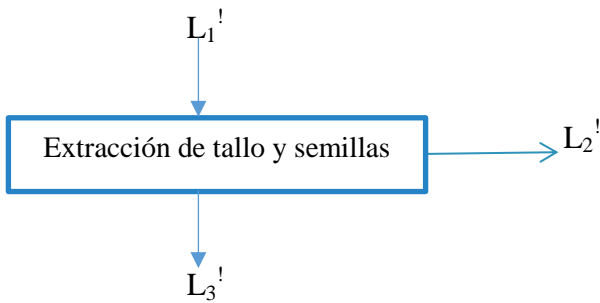
$$L_5 = 1933\text{g pulpa de frutilla}$$

4.7.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE EXTRACCIÓN DE TALLO Y SEMILLAS DEL PIMENTÓN

En la figura 4-15, se muestra el balance de materia para la etapa de extracción de tallo y semillas del pimentó.

Figura 4-15

Diagrama de bloques de la etapa de extracción de tallo y semillas del pimentón



Balance general de masa para la etapa de extracción de tallo, semillas:

$$L_1^! = L_2^! + L_3^! \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

Donde:

$L_1^! = 500\text{g}$ de cantidad de pimentón

$L_2^! = \text{g}$ cantidad de tallos y semillas

$L_3^! = \text{g}$ cantidad de pimentón

Balance parcial de fracción comestible del pimentón

$$L_1^! * X_1^a = L_2^! * X_2^a + L_3^! * X_3^a \quad \text{Ecuación (4.8)}$$

Donde:

$X_1^a =$ Fracción comestible

$X_1^b =$ Fracción no comestible

Despejando L_3 de la ecuación (4.8)

$$L_3^! = \frac{L_1^! * X_1^a}{X_3^a} \quad \text{Ecuación (4.9)}$$

Remplazando datos en la ecuación (4.9), se obtiene:

$$L_3^! = \frac{500\text{g} * 0,8631}{591,26\text{g}}$$

$L_3^! = 431,55\text{g}$ cantidad de pimentones sin tallo y semillas

Despejando $L_2^!$ de la ecuación (4.7):

$$L_2^! = L_1^! - L_3^! \quad \text{Ecuación (4.10)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.10):

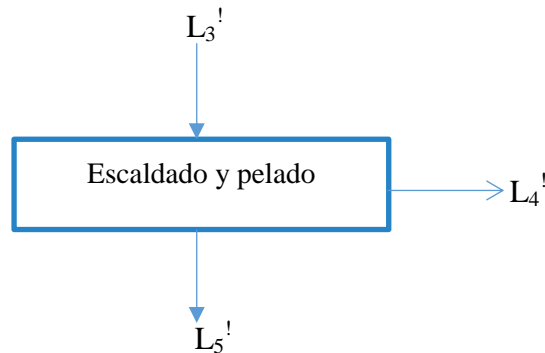
$$L_2^! = 500\text{g} - 431,55\text{g}$$

$$L_2^! = 68,45\text{g cantidad de tallo y semillas}$$

4.7.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ESCALDADO DEL PIMENTÓN

En la figura 4-16, se muestra en la etapa de escaldado del pimentón para la extracción de la piel, para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la cantidad de piel del pimentón extraído.

Figura 4-16
Diagrama de bloque de la etapa del escaldado



Balance general en la etapa de escaldado

$$L_3^! = L_4^! + L_5^! \quad \text{Ecuación (4.11)}$$

Donde:

$$L_3^! = 431,55\text{g pimentones sin tallo, semillas}$$

$$L_4^! = 12\text{g piel del pimentón}$$

Despejando $L_5^!$ de la ecuación (4.11)

$$L_5^! = L_3^! - L_4^! \quad \text{Ecuación (4.12)}$$

Reemplazando la ecuación (4.12):

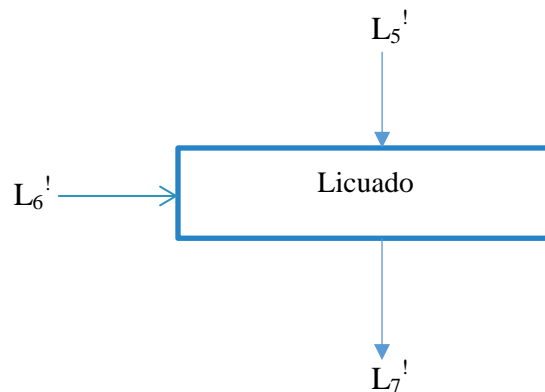
$$L_5^! = 431,55\text{g} - 12\text{g}$$

$$L_5^! = 419,55\text{g} \text{ cantidad de pimentón sin piel}$$

4.7.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL LICUADO DEL PIMENTÓN

En la figura 4-17, se muestra la etapa de licuado del pimentón, para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la cantidad de agua adherida en el proceso del licuado.

Figura 4-17
Diagrama de bloque en la etapa de licuado del pimentón



Balance de general en el proceso del licuado del pimentón

$$L_5^! + L_6^! = L_7^! \quad \text{Ecuación (4.13)}$$

Donde:

$$L_5^! = 419,55\text{g} \text{ Cantidad de pimentón sin piel}$$

$$L_6^! = 50\text{g} \text{ cantidad de agua}$$

Despejando $L_7^!$ de la ecuación (4.13)

$$L_7^! = L_5^! + L_6^! \quad \text{Ecuación (4.14)}$$

Reemplazando la ecuación (4.14):

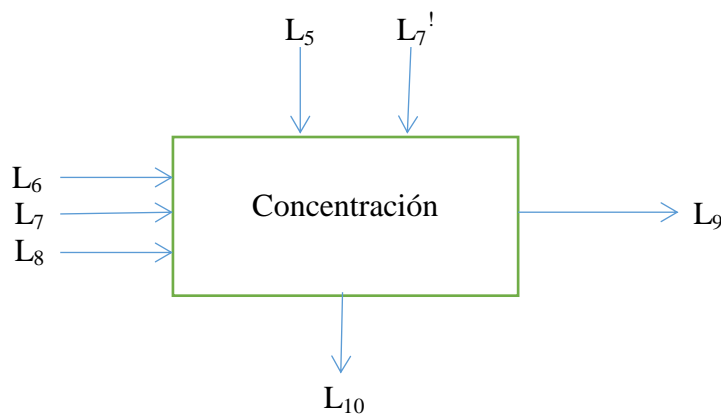
$$L_7^! = (419,55 + 50)\text{g}$$

$$L_7^! = 469,55\text{g} \text{ pulpa de pimentón}$$

4.7.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE CONCENTRADO

En la figura 4-18, se muestra la etapa de concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón. Para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la cantidad de agua evaporada, (°Brix) y tiempo de concentración.

Figura 4-18
Diagrama de bloque de la etapa de concentración



Balance general de masa en la etapa de concentración:

$$L_5 + L_7' + L_6 + L_7 + L_8 = L_9 + L_{10} \quad \text{Ecuación (4.15)}$$

Dónde:

$L_5 = 1933\text{g}$ pulpa de frutilla pre concentrada

$L_7' = 469,55\text{g}$ pulpa de pimentón

$L_6 = 1441,53\text{g}$ cantidad de azúcar

$L_7 = 7,21\text{g}$ cantidad de pectina (Coronado, 2001).

$L_8 = 4,81\text{g}$ cantidad de ácido cítrico (Coronado, 2001).

$L_9 = \text{g}$ agua evaporada

$L_{10} = \text{g}$ mermelada de frutilla fortificada con pimentón

Balance parcial de la fracción de humedad

$$L_5 * X_5^b + L_7' * X_7^b + L_6 + L_7 + L_8 = L_{10} * X_{10}^b \quad \text{Ecuación (4.16)}$$

Donde:

X_5^a = Fracción de humedad

X_5^b = Fracción de sólidos

Despejando L_{10} de la ecuación (4.16)

$$L_{10} = \frac{L_5 * X_5^b + L_7' * X_7^b + L_6 + L_7 + L_8}{X_{10}^b} \quad \text{Ecuación (4.17)}$$

Remplazando datos en la ecuación (4.17), se obtiene:

$$L_{10} = \frac{((1933g * 0,1069) + (469,55g * 0,0950) + 1441,53g + 7,21g + 4,81g)}{0,6634g}$$

$L_{10} = 2569,78g$ mermelada de frutilla fortificada con pimentón

Despejando L_9 de la ecuación (4.15):

$$L_9 = L_5 + L_7' + L_6 + L_7 + L_8 - L_{10} \quad \text{Ecuación (4.18)}$$

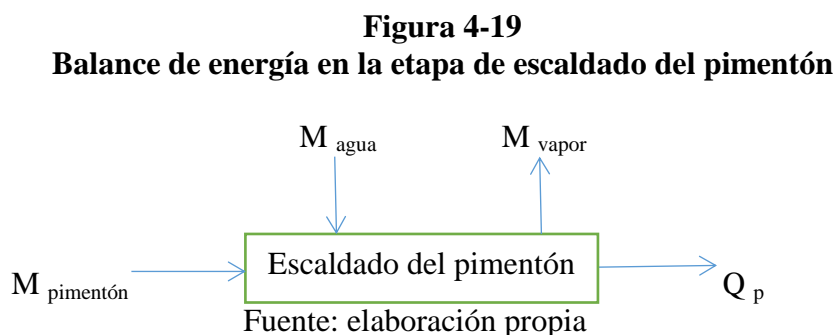
Reemplazando la ecuación (4.18):

$$L_9 = 1933g + 469,55g + 1441,53g + 7,21g + 4,81g - 2569,78g$$

$$L_9 = 1286,32g \text{ agua evaporada}$$

4.7.7 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA FORTIFICADA CON PIMENTÓN

En la figura 4-19, se muestra el diagrama de bloques del balance de energía en el proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón. En este caso, se tomó en cuenta la etapa de escaldado del pimentón y la etapa de concentración.



4.7.7.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE ESCALDADO DEL PIMENTÓN

Para estimar la cantidad de calor durante la etapa de escaldado térmico, se debe considerar la cantidad de calor para calentar el agua de 20 °C hasta la temperatura de ebullición de 93 °C. Por lo tanto, se tomó en cuenta la ecuación (4.15), citada por (Lewis, 1993).

$$Q = m C_p \Delta T \quad \text{Ecuación (4.19)}$$

Donde:

Q = Cantidad de calor (Kcal)

M = Cantidad de masa del alimento (Kg)

C_p = Capacidad calorífica del alimento (Kcal/Kg °C)

ΔT = Cambio de temperatura del alimento (°C)

Para estimar el calor independiente del sistema en función de los calores ganados y cedidos. En consecuencia se utilizó la ecuación (4.20), citada por (Lewis, 1993).

$$Q_{\text{ganado}} + Q_{\text{cedido}} = 0 \quad \text{Ecuación (4.20)}$$

Reordenando la ecuación (4.20), en función de los calores equivalentes tenemos:

$$Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad \text{Ecuación (4.21)}$$

Ordenando la ecuación (4.21), en función de las condiciones del proceso tenemos:

Ecuación (4.22)

$$Q_{\text{escald.}} = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{pimentón}} + \lambda * V \quad \text{Ecuación (4.22)}$$

$$Q_{\text{escald.}} = m_{\text{olla}} * C_{p\text{olla}} * \Delta T_{\text{olla}} + m_{\text{pim}} * C_{p\text{pim}} * \Delta T_{\text{pim}} + m_{\text{agua}} * C_{p\text{agua}} * \Delta T_{\text{agua}} + \lambda * V$$

Donde:

Q_{escaldado} = Calor total que se requiere en el escaldado del pimentón (Kcal)

m_{olla} = Masa de la olla de acero inoxidable = 0,560 Kg

C_{polla} = Capacidad específica de la olla de acero = 0,12 Kcal/Kg °C (Geick, 1995)

T_{folla} = Temperatura final de la olla de acero inoxidable = 93 °C

$T_{i \text{ olla}} =$ Temperatura inicial de la olla de acero inoxidable = 20 °C

$m_{\text{pim}} =$ Masa del pimentón = 0,5 Kg

$C_{p \text{ pim}} =$ Capacidad especifica del pimentón = 0,924 Kcal/Kg °C (Rahman, 1995)

$T_{f \text{ pim}} =$ Temperatura final del pimentón = 93 °C

$T_{i \text{ pim}} =$ Temperatura inicial del pimentón = 20 °C

$m_{\text{agua}} =$ Masa de agua = 1,70 Kg

$C_{p \text{ agua}} =$ Capacidad especifica del pimentón = 0,9993 Kcal/Kg °C (Ocon-Tojo, 1976)

$T_{f \text{ agua}} =$ Temperatura final del pimentón = 93 °C

$T_{i \text{ agua}} =$ Temperatura inicial del pimentón = 20 °C

$\lambda =$ Calor latente del agua = 0,58 Kcal/Kg (Lewis, 1993)

$V =$ Agua evaporada en el escaldado = 0,19 Kg

Calculo del Cp del pimentón según la ecuación (4.23) (Rahman, 1995):

$$C_{p \text{ pim}} = \frac{P}{100} + 0,2 \left(100 - \frac{P}{100} \right) \quad \text{Ecuación (4.23)}$$

Donde:

P = Porcentaje de humedad en la pimentón 90,50% (tabla 4.3)

Reemplazando en la ecuación (4.23)

$$C_{p \text{ pim}} = \frac{90,50}{100} + 0,2 \left(100 - \frac{90,50}{100} \right)$$

$C_{p \text{ pim}} = 0,924 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$ del pimentón

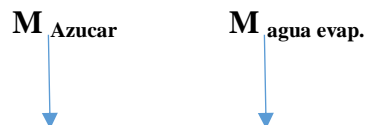
Reemplazando valores en la ecuación (4.22), tenemos:

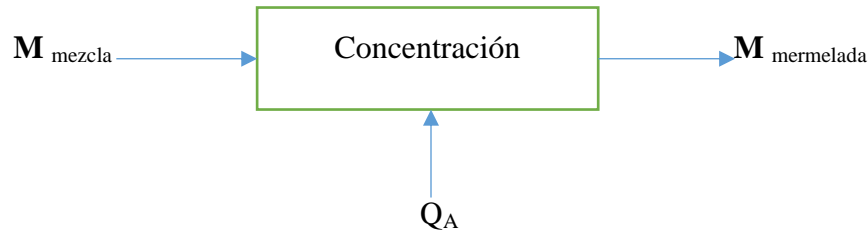
$$Q_{\text{escald.}} = 0,560 \text{ Kg} * 0,12 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} * (93-20)^\circ\text{C} + 0,5 \text{ Kg} * 0,924 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} * (93-20)^\circ\text{C} + 1,70 \text{ Kg} * 0,9993 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} * (93-20)^\circ\text{C} + 0,58 \text{ Kcal/Kg} * 0,19 \text{ Kg}$$

$Q_{\text{escald.}} = 162,75 \text{ Kcal}$ calor requerido en el escaldado

4.7.7.2 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE CONCENTRACIÓN

Figura 4-20
Balance de energía en la etapa de concentración





$$Q_{\text{Conc.}} = m_{\text{mermelada}} * C_p_{\text{mermelada}} * \Delta T_{\text{mermelada}} + \lambda * V \quad \text{Ecuación (4.24)}$$

Donde:

$Q_{\text{Conc.}}$ = Calor que se requiere en la etapa de concentración de la mermelada (Kcal)

$m_{\text{mermelada}}$ = Masa de la mermelada = 2,57 Kg

$C_{p_{\text{mermelada}}}$ = Capacidad específica de la mermelada = 0,469 Kcal/Kg °C (CEANID, 2017)

$T_{f_{\text{mermelada}}}$ = Temperatura final de la mermelada = 93 °C

$T_{i_{\text{mermelada}}}$ = Temperatura inicial de la mermelada = 20 °C

λ = Calor latente del agua = 0,58 Kcal/Kg (Lewis, 1993)

V = Agua evaporada en la concentración = 0,29 Kg

h = Humedad de la mermelada 33,64 % (CEANID, 2017)

Cálculo del C_p de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón según la ecuación (4.23) (Rahman, 1995):

$$C_{p_{\text{mermelada}}} = \frac{P}{100} + 0,2 \left(100 - \frac{P}{100} \right) \quad \text{ecuación (4.23)}$$

Donde:

P = Porcentaje de humedad en la mermelada

Reemplazando en la ecuación (4.23)

$$C_{p_{\text{mermelada}}} = \left(\frac{33,64}{100} + 0,2 \left(100 - \frac{33,64}{100} \right) \right)$$

$$C_{p_{\text{mermelada}}} = 0,469 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando valores en la ecuación (4.24), tenemos:

$$Q_{\text{Conc}} = 2,57 \text{ Kg} * 0,469 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} * (93-20) ^\circ\text{C} + 0,58 \text{ Kcal/Kg} * 0,129 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{Conc}} = 88,74 \text{ Kcal}$$

El calor total utilizado en la elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón es la suma de los calores individuales:

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{escald.}} + Q_{\text{Conc}} \quad \text{ecuación (4.25)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.25)

$$Q_{\text{Total}} = (162,75 + 88,74)\text{Kcal}$$

$$Q_{\text{Total}} = 251,49 \text{ Kcal}$$

5.1 CONCLUSIONES

- En la determinación de las propiedades físicas de la frutilla, se obtiene un promedio de 20,76g de peso; 3,61cm de altura; 2,83cm de diámetro (1); 1,79 cm de diámetro (2); 1,23g de hombro; 19,52g de pulpa; 5,85 % de porción no comestible y 94,15 % de porción comestible.
- En la determinación de las propiedades físicas del pimentón, se obtiene un promedio de 128,38g de peso; 8,82cm de altura; 6,39cm de diámetro; 9,89g de piel; 13,96g de semillas y tallos; 86,31 % de porción comestible y 13,69 % de porción no comestible.
- Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímicos de la materia prima (frutilla), se observa que presenta 0,37% ceniza; 0,64% fibra; 0,40% de grasa; 9,23% hidratos de carbono; 89,31% humedad; 0,69% proteína; 43,28 Kcal/100g valor energético.
- Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímicos del pimentón se observa que presenta 0,43% ceniza; 20,90% fibra; 12,95% grasa; 34,84% hidratos de carbono, 90,50% humedad; 1,21% proteína; 357 Kcal/100g valor energético.
- Para la elección del método de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón de las dos muestras (prototipos), X (pimentón sin piel) y Y (pimentón con piel), la muestra preferida es la X (pimentón sin piel) con (30% de pimentón, 0,2% de pectina, 60% de azúcar, 0,2% de ácido cítrico y 70% de

frutilla). Se observó para los atributos color 7,53; sabor 7,53; textura 7,53 y olor 7,53 en escala hedónica, la muestra X es la masa aceptada por los jueces, tomando en cuenta los resultados estadísticos, como el mejor método de elaboración de la mermelada.

- Realizada la elección final del medio de elaboración de la mermelada, se estableció el corte cuartos longitudinal verticales para el escaldado del pimentón es el más conveniente y el prototipo X₃ (20% pimentón, 0,3% pectina, 60% azúcar, 0,2% ácido cítrico y 80% frutilla) y 65°Brix, para los atributos color 7,67; sabor 7,47; textura 7,60 y aroma 7,27 en escala hedónica, la más aceptada por los jueces en el atributo color como la mejor opción.
- En la determinación de la concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón, se pudo obtener a través de la medición con un refractómetro, que la muestra X₃, tiene una concentración de sólidos totales 65 °Brix, valor promedio que oscilan con las normas establecidas.
- En base al diseño experimental utilizado en la etapa de escaldado, se pudo establecer que la variación del factor Tc (tipo de corte), es altamente significativo en comparación del factor T (temperatura), que asimismo es significativo; por lo tanto, el factor Tc (tipo de corte) es el determinante de la etapa del escaldado para un nivel de confianza del 95%.
- En base al diseño experimental utilizado en la etapa de concentración, se pudo establecer que la variación del factor Pec.(pectina) y Azúc.(azúcar), son altamente significativos en comparación al factor Pim.(pimentón), que asimismo es significativo; por lo tanto, los factores Pec.(pectina) y Azúc.(azúcar), son los determinantes en la etapa de concentración para un nivel de confianza del 95%.
- Para el producto final se estableció a través de una evaluación sensorial de los jueces, por la muestra X₃ para los atributos color 7,67; sabor 7,47; textura 7,60 y olor 7,27; tienen el mayor promedio en escala hedónica.

- Realizado el análisis fisicoquímico del producto, revela un contenido de 0,27% ceniza, 3,18% fibra, 0,86% grasa, 61,43% hidratos de carbono, 33,64% humedad, 0,62% proteínas y 255,94 Kcal/100g de valor energético.
- En cuanto al análisis microbiológico realizado al producto, presento presencia de coliformes totales < 10 (*) UFT/g, escherichia coli < 10 (*) UFT/g, estando dentro de la norma boliviana de calidad el moho y levaduras $1,9 \times 10^3$ UFT/g.
- Realizado el análisis sensorial del producto, se pudo evidenciar que el atributo sabor es el más aceptado por los jueces con un puntaje de 7,93, textura 7,80, color 7,73 y olor 7,60 en escala hedónica.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda realizar estudios de pre-factibilidad a nivel de planta piloto con la finalidad de implementar una planta procesadora de mermelada de frutilla fortificada con pimentón en el departamento y de esta manera coadyuvar al desarrollo agroindustrial del departamento.
- ❖ Se recomienda elaborar productos derivados de frutas y hortalizas como mermeladas, jaleas y otros; de manera artesanal con mínimas cantidades de insumos químicos para preservar la salud del consumidor.

