



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Evaluación del uso parcial de caramelos duros defectuosos
en la elaboración de jarabe de glucosa, para la disminución de
mermas en una línea de confites”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE
ALIMENTOS**

Presentada por:

**Alina Trávez Trávez
Katherin Bastidas Yépez**

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestras familias por apoyarnos en cada etapa de la vida. A todas las personas con las que trabajamos diariamente y que colaboraron con la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Norma y Bolívar por brindarme amor incondicional en todo momento. A la familia Cárdenas Ordóñez por apoyarme en cada paso. A mi familia y mis amigos por su cariño y amistad.

Alina

A mis padres Miriam y Gérman quienes me han acompañado en cada etapa de mi vida y me han brindado su apoyo sin condición.

Katherin

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

A. Sócrates Palacios, Ph. D.
DIRECTOR DE PROYECTO

Patricio Cáceres, Ph. D.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Alina Trávez Trávez

Katherin Bastidas Yépez

RESUMEN

En el año 2022, una fábrica de confites obtuvo 55.4 ton de mermas de caramelo duro las cuales fueron desechadas a través de un gestor ambiental por no cumplir las características de calidad para ser comercializadas en el mercado. Se realizó un proyecto con el objetivo disminuir estas mermas elaborando un jarabe de glucosa a partir de este producto no conforme. Los caramelos utilizados se clasificaron en ácidos y no ácidos. Se utilizó un sistema de filtración al vacío en conjunto con sustancias filtrantes y carbón activado para eliminar el sabor y color del caramelo que no cumplió las características aceptadas. Como resultado se obtuvo un jarabe clarificado con pH ácido, el cual fue neutralizado utilizando bicarbonato de sodio. Aplicando un diseño experimental se elaboraron caramelos duros con porcentajes de 6%, 8% y 11% de jarabe clarificado. Lo que hace que sea un proyecto viable para disminuir la merma del caramelo no conforme de la línea de confites estimando un ahorro de \$94,000 anual en la empresa auspiciante del presente trabajo.

INDICE

CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Justificación del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO 2.....	2
2. MARCO TEORICO	3
2.1. Clasificación de los confites	3
2.2. Tipos de jarabes utilizados como materias primas en la elaboración de caramelos duros	3
2.3. Materiales filtrantes	4
2.4. Mermas obtenidas en la línea de confitería	4
2.5. Proceso de obtención del jarabe clarificado	5
2.6. Caracterización del jarabe clarificado.....	5
2.7. Diseño experimental	6
2.7.1. Diseño de experimentos para el tratamiento de caramelos.....	6
2.7.2. Diseño de experimentos para el tratamiento con materiales filtrantes	6
2.7.3. Diseño de experimentos para el desarrollo de la formulación de caramelos duros.....	7
2.8. Proceso de elaboración de caramelos duros con jarabe clarificado	8
2.9. Evaluación sensorial del producto terminado	9
2.10. Reducción de mermas en la línea de caramelo duro con la utilización de jarabe clarificado.....	9
CAPÍTULO 3.....	11
3. RESULTADOS	11
3.1. Análisis de resultados	11
3.1.1. Tratamientos de caramelos duros para la obtención de jarabe clarificado	11
3.1.2. Tratamiento de materiales filtrantes.....	12
3.1.3. Tratamiento del desarrollo de caramelos duros con jarabe clarificado ...	13
3.2. Análisis del costo	17
3.2.1. Inversión de equipos para montaje en planta.....	17
3.2.2. Costo de producción unitario de jarabe clarificado.....	17
3.2.3. Costo de producción de caramelo duro con jarabe clarificado	19
CAPÍTULO 4.....	21
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
4.1. Conclusiones	21
4.2. Recomendaciones	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de caramelos	3
Tabla 2. Toneladas mermas generadas en el proceso de caramelos duros	5
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos del jarabe clarificado	5
Tabla 4. Diseños de mezclas en la preparación de jarabe clarificado	6
Tabla 5. Límites de los componentes para la mezcla de materiales filtrantes	7
Tabla 6. Tabla de tratamientos experimentales para los materiales filtrantes	7
Tabla 7. Criterios bases para la formulación de caramelos duros.....	7
Tabla 8. Tratamientos experimentales de caramelos con jarabe clarificado	8
Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos del caramelo duro.....	9
Tabla 10. Características de equipos y su funcionamiento	10
Tabla 11. Costo del desperdicio con base al valor del costo de producción del año 2022	10
Tabla 12. Resultados promedios de análisis fisicoquímicos de jarabe clarificado.....	11
Tabla 13. Comparación de parejas por método Tukey de los tratamientos con pH	11
Tabla 14. Resultados fisicoquímicos y sensoriales de jarabe clarificado variando la cantidad de materiales filtrantes	12
Tabla 15. Costo de materiales filtrantes.....	13
Tabla 16. Tratamientos para la formulación de caramelo duro con jarabe clarificado .	13
Tabla 17. Resultados fisicoquímicos de caramelos	14
Tabla 18. Codificación de las muestras para el análisis sensorial.....	15
Tabla 19. Costo de inversión de equipos de planta recicladora	17
Tabla 20. Generación de la producción de jarabe clarificado.....	18
Tabla 21. Costo de transformación de jarabe clarificado	18
Tabla 22. Costo de materia prima de jarabe clarificado	19
Tabla 23. Costo producción jarabe clarificado	19
Tabla 24. Costo de materias primas de caramelo duro.....	19
Tabla 25. Costo producción de caramelo duro desnudo.....	20
Tabla 26. Costo de transformación de caramelo duro envuelto	20
Tabla 27. Comparación de costo de producción actual vs. propuesta	20

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama de bloque para la obtención de jarabe clarificado.	5
Figura 2.2. Diagrama de bloque para la obtención de caramelo duros con jarabe clarificado	8
Figura 3.1 Diferencia de media para pH con método Tukey.....	12
Figura 3.2. Caramelos elaborados con diferentes porcentajes de jarabe clarificado ..	14
Figura 3.3. Gráfico radial (araña) de prueba descriptiva de los caramelos duros.	15
Figura 3.4. Diferencia de media para el atributo dulzor	16
Figura 3.5 Diferencia de media para el atributo acidez.....	16
Figura 3.6 Diferencia de media para el atributo sabor a uva	16
Figura 3.7 Diferencia de media para el atributo color	17

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto

La confitería ha sido parte de la historia de la humanidad desde hace 3500 años, cuando se utilizaba la miel de abeja, para endulzar ciertas bebidas. De la misma forma, ocurrió con el descubrimiento de la caña de azúcar. Con el paso de los siglos, los dulces evolucionaron, pero no fue hasta el siglo XIX que se realizaron las primeras producciones de confites a gran escala (Cavazos, 2024).

La industria confitera es la encargada de realizar diferentes tipos de dulces, las cuales se dividen de acuerdo con la materia prima que se utiliza (Statista, 2023). El principal producto en esta industria son los caramelos, los cuales son un alimento preparado a base de la cocción de jarabe de azúcar y agua, tienen consistencia sólida o semisólida. Se pueden clasificar en caramelos duros y blandos, los primeros son productos elaborados a base de azúcar en forma de almíbar o jarabe, que adquiere una consistencia sólida y cristalina al enfriarse (Campos, Gélvez, & Restrepo, 2018: pág. 75).

En Ecuador, la industria confitera pertenece al área de manufactura del país, encargada de elaborar productos que utilizan como materia prima la azúcar blanca. En el país existen varias empresas dedicadas a este negocio, entre las empresas nacionales podemos citar a La Universal e Icapeb y en el contexto de empresas internacionales a las sedes de Nestlé, Confiteca y Ferrero. Sin embargo, no acaparan de manera total el mercado, ya que también existe importaciones de confites. Según el informe de Lesgicomex, en el año 2015, Ecuador alcanzó un valor de \$6.5 millones en el primer trimestre del año (Calapaqui, 2017).

Las principales materias primas para la producción de confites son el azúcar, glucosa o jarabe de maíz, saborizantes, esencias y colorante, los cuales son sometidos a diferentes procesos para obtener un producto de acuerdo con las características establecidas previamente. Un ingrediente fundamental en la elaboración de confites es la glucosa o jarabe de glucosa, un compuesto que se encuentra en estado líquido y su función principal es endulzar (Rosero, 2020). Así como sirve para hacer dulces, puede ser recuperado, cambiando su nombre a jarabe clarificado. El cual es obtenido mediante la aplicación de diferentes técnicas, la principal y más conocida a un proceso con agente decolorante, para eliminar los colores de los caramelos, seguido de una etapa con agentes filtrantes en un sistema de filtración, que permita eliminar olores y sabores de la materia prima del producto no conforme utilizado. Una segunda técnica no tan popular es mediante la hidrólisis enzimática de almidón (Castellanos, Cruz, Gonzalez & Rentería, 2004).

1.2. Justificación del problema

El producto no conforme es una problemática existente a nivel de las industrias de alimentos. En el caso de las empresas confiteras (caramelos), las mermas representan un porcentaje variable de la producción total de caramelos sean estos duros o blandos. Para todas las empresas es importante disminuir o eliminar la cantidad de producto no conforme generado en las líneas de proceso; y más aún cuando este puede ser utilizado para nuevos procesos o subprocesos. El enfoque del presente trabajo es evaluar la viabilidad de una alternativa para la recuperación de las mermas en una línea de confitería en la categoría de caramelos duros.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la elaboración de jarabe de glucosa a partir del uso parcial de caramelos duros defectuosos para disminuir las mermas en una línea de confites.

1.3.2. Objetivos específicos

- Formular la elaboración de un jarabe de glucosa empleando producto no conforme de una línea de confites.
- Proponer condiciones de trabajo a nivel planta para la obtención de caramelos duros empleando jarabe de glucosa formulado.
- Establecer el costo beneficio de la reducción de mermas en la elaboración de caramelos duros.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Clasificación de confites

En la actualidad se da una gran variedad de caramelos con distintas formas, tamaños, sabores, texturas y colores (Portillo, 2019). La demanda de consumo de confites está orientada en su mayor parte al público infantil.

La Tabla 1 detalla las categorías y subcategorías relacionadas a la elaboración de caramelos.

Tabla 1. Tipos de caramelos

Caramelos	Caramelos masticables	Caramelos recubiertos
<ul style="list-style-type: none"> • Duros • Blandos • Comprimidos • Pastillas de gomas 	<ul style="list-style-type: none"> • Masticables • Inflables 	<ul style="list-style-type: none"> • Grageas • Confites de fruto secos

Fuente: Portillo, 2019.

2.2. Tipos de jarabes utilizados como materias primas en la elaboración de caramelos duros

En la formulación de los caramelos se recomienda utilizar carbohidratos complejos como los jarabes, que son añadidos para prevenir la cristalización en los confites, entre los principales jarabes se puede encontrar los siguientes:

a) Jarabe glucosa

La manufactura del jarabe de glucosa ha evolucionado en estos últimos años adaptándose a la demanda de la industria alimenticia. En el mercado se puede encontrar diferentes tipos de jarabes que han sido introducidos en la industria, los cuales son obtenidos de la hidrólisis de diferentes tipos de almidones. Como materia prima predominante para la elaboración del jarabe de glucosa ha sido utilizado el almidón de maíz; actualmente existe una amplia gama de jarabes provenientes de fuentes como almidón de patata, tapioca, trigo y arroz (Kearsley, 1995).

Este ingrediente es definido por el Codex como solución acuosa concentrada y purificada de D-(+)-glucosa, maltosa y demás polímeros de D-glucosa obtenidos por la hidrólisis parcial del almidón comestible (Jackson, 1995).

b) Jarabe clarificado obtenido de caramelos duros.

En la industria de confites para la elaboración de caramelos duros es inevitable no tener producto no conforme (no cumple con las especificaciones de calidad), este puede incluir caramelos deformados, astillados, mal saborizados, o su color no cumple con el perfil, entre otros aspectos, pero que aun así es apto su consumo. Una opción para obtener jarabe es a través del aprovechamiento de este producto no conforme, el cual

es sometido a un proceso de clarificado con el objetivo de recuperar una parte del jarabe de glucosa original y volver a utilizarlo en un nuevo ciclo de producción (Nadaletti, 2011). La adición de un jarabe clarificado en la formulación de nuevos caramelos duros puede ocasionar que la sacarosa se haya hidrolizado parcialmente y con esto haber formado glucosa y fructuosa. El caramelo duro resultante tendría un alto contenido de fructuosa, que pudiera inducir la cristalización y el derretimiento en frío acortando así la vida útil del producto (Nadaletti, 2011).

Un jarabe clarificado puede integrarse en la elaboración de caramelos en cualquier etapa antes de la cocción, este tiene dos limitantes para su consumo que son, la concentración de sólidos en el jarabe de un máximo aproximado del 60% y el tiempo corto de almacenamiento de este debido a la susceptibilidad microbiana (Hartel et al., 2018).

2.3. Materiales filtrantes

Para que los caramelos que fueron producto no conforme puedan ser reelaborado debe procesarse para eliminar los demás ingredientes de tal manera que pueda separarse la azúcar y el jarabe de glucosa y para esto se necesita disolverse con agua y utilizar materiales filtrantes que absorban los sabores y colores no deseados. Dependiendo de la pureza deseada y de la carga de colorantes y sabores, se debe utilizar una cantidad de carbón activado de alrededor del 1% en peso de los sólidos de los caramelos (Hartel, et al., 2018). El carbón activado se refiere a carbones porosos producidos a partir de materiales altos en carbono, que tienen diversas formas de activación química o física (Carriazo, 2010). Se utiliza como adsorbente para la eliminación del color y sabor de los alimentos sin alterar las características de estos (H. Duygu & J. Leeuwen, 2010).

A nivel de proceso, una vez pasado un tiempo de mezcla con el carbón activado y este haya adsorbido los componentes indeseables, el jarabe debe tratarse para eliminar las diminutas partículas de carbón que hayan quedado y para esto no se puede utilizar sustancias filtrantes simples, en su lugar se debe de utilizar un tipo de pre-capa al filtro, como tierras de diatomeas que permitan una doble filtración (Hartel et al., 2018).

2.4. Merms obtenidas en la línea de confitería

Las merms se definen como la pérdida física, en el peso o volumen durante el proceso productivo y son generadas por situaciones inherentes al mismo proceso (Fernández & Atarama, 2018). Estas son inevitables en cualquier proceso, pero es imperativo que las empresas sepan cómo manejarlas o llevar el control (Calapaqui & Pacheco, 2017). Las merms en la línea de producción de caramelos duros se generan en las diferentes etapas del proceso como en el enfriamiento, troquelado, envoltura y empaçado.

Con base a información relevante del año 2022 del proceso productivo de la empresa auspiciante del presente trabajo, se realizará una línea de tiempo con el objetivo de tener un análisis cuantitativo del producto no conforme de las diferentes presentaciones de caramelos duros que han sido eliminados mensualmente.

En la tabla 2 se detalla las merms que se obtuvieron en la categoría de caramelos duros, incluyendo chupetes para el primer y segundo semestre del año 2022.

Tabla 2. Toneladas mermas generadas en el proceso de caramelos duros

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Total Toneladas	62	125	118	211	143	206	224	187	265	163	77	12	1.792
Toneladas Desperdicio	4,06	4,80	7,70	4,14	2,80	6,00	8,60	7,20	5,20	3,20	1,50	0,24	55,44
% Desperdicio	7%	4%	7%	2%	2%	3%	4%	4%	2%	2%	2%	2%	-

2.5. Proceso de obtención del jarabe clarificado

En la figura 2.1 se detalla de manera resumida el proceso experimental para la obtención de jarabe clarificado. Para lo cual es necesario obtener una disolución producto entre el mezclado de caramelos y agua inicialmente, la misma que será sometida a un proceso de absorción por medio de filtración al vacío con sustancias filtrantes que ayuden a retener el color y sabor no deseado. Al final, se realiza la caracterización del jarabe clarificado como parte de control de calidad del proceso de producción de este.

**Figura 2.1** Diagrama de bloque para la obtención de jarabe clarificado.

2.6. Caracterización del jarabe clarificado

La tabla 3 detalla los límites de los parámetros fisicoquímicos, índice de refracción (grados Brix) y pH, que son considerados como parámetros de calidad en la liberación de los lotes de producción.

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos del jarabe clarificado

Parámetros	Límite Inferior	Límite Superior
°Brix de jarabe clarificado	42	60
pH	6	7

a) Índice de refracción

El índice de refracción se mide con un refractómetro, cuyo propósito es obtener una relación directa de la concentración de azúcar. De manera general estos equipos están calibrados para medir la concentración de sacarosa (base % de peso), es decir, la lectura de la concentración de un refractómetro se mide en grados brix (°Brix). Para esta medición, se utilizará un refractómetro calibrado, en el cual se coloca una gota de jarabe clarificado, con ayuda de un gotero en el lente (Hartel et al., 2018).

b) pH

Los resultados de pH están basados en una medición directa de la muestra, para la preparación de la muestra del jarabe clarificado no se utiliza un porcentaje de solución. La medición se realiza con un equipo calibrado potenciómetro con una confiabilidad del 99% (Hartel et al., 2018). En el caso de que el jarabe clarificado de por debajo del límite

inferior que es 6 este deberá ser neutralizado con bicarbonato de sodio para su posterior uso en la elaboración de caramelos duros.

2.7. Diseño experimental

Este apartado de la metodología de trabajo se basa en la aplicación de tres diseños de experimentos, un diseño unifactorial, un diseño de mezcla simplex centroide y un diseño de mezcla de vértices extremos, con el objetivo de poder definir las condiciones de procesamiento para el aprovechamiento del producto no conforme de la línea de proceso.

2.7.1. Diseño de experimentos para el tratamiento de caramelos

La tabla 4 detalla el factor de estudio y los niveles de este correspondiente al diseño unifactorial. Los niveles categóricos considerados en la estructura del diseño en el factor de estudio son caramelos ácidos, no ácidos y en partes iguales la mezcla de ambos. Las variables dependientes de decisión a ser cuantificadas en los tratamientos experimentales son pH y °Brix.

Tabla 4. Diseños de mezclas en la preparación de jarabe clarificado

Diseño de experimento	Niveles
Tipo de caramelo	100 % ácido – Ca
	100 % no ácido – Cb
	50 % ácido y 50 % no ácido - Cab

El tratamiento seleccionado con este diseño experimental se realizará tomando en consideración los parámetros detallados en la tabla 3, el tratamiento será un insumo para la etapa 2 de la preparación de jarabe clarificado.

2.7.2. Diseño de experimentos para el tratamiento con materiales filtrantes

Para evaluar la etapa 2, vinculante a la preparación de jarabe clarificado que corresponde a la clarificación del jarabe obtenido en la etapa 1 con la mezcla de sustancias filtrantes y carbón activado, se plantea un diseño simplex centroide con dos componentes A y B cuyos límites se detallan en la tabla 5, para efectos de obtener la matriz experimental con el software Minitab Statistic, se utilizaron pseudo componentes que se detallan en la misma tabla, obteniéndose 5 tratamientos sin réplicas detallados en la tabla 6.

Tabla 5. Límites de los componentes para la mezcla de materiales filtrantes

Componentes	Cantidad		Pseudo componentes	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
A: *Sustancia filtrante	0.70	1.5	0	1
B: Carbón activado	0.20	1.0	0	1

*Sustancia filtrante: Tierras de diatomeas.

Fuente: Autor

Tabla 6. Tabla de tratamientos experimentales para los materiales filtrantes

Tratamientos	Codificación	Pseudo componentes		Componentes reales	
		A	B	A	B
1	1	1	0	1.5	0.2
2	1	0	1	0.7	1
3	0	0.5	0.5	1.1	0.6
4	-1	0.75	0.25	1.3	0.4
5	-1	0.25	0.75	0.9	0.8

Fuente: Autor

El tratamiento experimental seleccionado con este diseño experimental se realizará tomando en consideración parámetro sensorial color, dicho tratamiento será el insumo escogido como ingrediente para una formulación de caramelos.

2.7.3. Diseño de experimentos para el desarrollo de la formulación de caramelos duros

Para evaluar la etapa final experimental que consiste en la aplicación de jarabe clarificado en la preparación de caramelos duros, se planteó un diseño de experimentos de vértices extremos utilizando el software Minitab Statistic, cuyos factores de estudio y límites de estos, se definieron inicialmente considerando los criterios de sólidos totales (base seca) para los ingredientes de la fórmula que se detallan en la tabla 7. La matriz experimental con los tratamientos relacionados a la formulación del producto final se detalla en la tabla 8.

Tabla 7. Criterios bases para la formulación de caramelos duros

Ingrediente	Cantidad (g)	*% S Materia prima	**S (g)	% ST
Azúcar	a	100	$a \times 1.00 = Sa$	xSTa
Glucosa	b	82	$b \times 0.82 = Sb$	xSTb
Agua	c	0	0	0
Total	100%	-	***Sa + ***Sb = ST_{Totales}	100%

*% S: % de sólidos de cada materia prima.

**S: Cantidad en gramos de cada materia prima.

***Sa y ***Sb: Cantidad en gramo del componente de azúcar y glucosa respectivamente.

xSTa y xSTb : % de sólidos totales del componente de azúcar y glucosa respectivamente.

Fuente: Autor

Tabla 8. Tratamientos experimentales de caramelos con jarabe clarificado

No.	Azúcar	Glucosa	Jarabe Clarificado
1	a	b	d
2	a1	b1	d1
3	a2	b2	d2
4	a3	b3	d3
5	a4	b4	d4
6	a5	b5	d5
7	a6	b6	d6
8	a7	b7	d7
9	a8	b8	d8
10	a9	b9	d9
11	a10	b10	d10

El número de tratamientos experimentales fueron un total de 11 corridas sin réplicas; para seleccionar la formulación del jarabe clarificado en caramelo duro se aplicó criterios como azúcares reductores, contenido de agua y pH que se detallan en la tabla 8 correspondiente al proceso de caramelo duro con jarabe clarificado. Finalmente, las fórmulas seleccionadas serán evaluadas a través de un panel sensorial.

2.8. Proceso de elaboración de caramelos duros con jarabe clarificado

En la elaboración de caramelos duros con jarabe clarificado (tratamientos experimentales), se siguieron la secuencia de pasos que se detallan en la figura 2.2. Inicialmente se mezclan los ingredientes azúcar, jarabe de glucosa, agua, jarabe clarificado, seguidamente se somete a un proceso de cocción a una temperatura entre 147°C a 150°C, la mezcla posteriormente se debe enfriar hasta obtener una temperatura de 120°C donde se podrá adicionar los micro ingredientes: esencia y color los cuales son mezclados hasta conseguir una masa homogénea. La masa obtenida debe bajar a una temperatura entre 80°C a 90°C con el objetivo de que la misma sea maleable. Esta masa finalmente se coloca en un troquel para dar la forma adecuada al caramelo y obtenerlo como producto terminado.



Figura 1.2 Diagrama de bloque para la obtención de caramelo duros con jarabe clarificado

Los parámetros de aceptación físicos químicos del producto terminado se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos del caramelo duro

Parámetros	Límite inferior	Límite superior
% Contenido de agua	1.5	3.5
% Azúcares reductores	15	20
pH	2	3

a) Contenido de agua

El contenido de agua se mide a través del equipo Karl Fischer que da una lectura del contenido de agua a través de una valoración cuantitativa. La muestra se disuelve y se suspende en un disolvente adecuado (metanol) y se añade un reactivo que contiene yodo con una bureta automática. El agua de la muestra reacciona junto con el yodo libre. La valoración se obtiene volta métricamente con un electrodo de platino. (C. De las Cuevas, 1996).

b) Azúcares reductores

El parámetro de azúcares reductores se estimó del análisis de azúcares reductor por método Fehling y calculado a través de la ecuación 1, donde los valores de 100, 250 y F son constantes de la ecuación, este último es un factor del Fehling A. Los azúcares reductores son determinados a través de titulación volumétrica con cambio de color, donde un grupo aldehído del azúcar reductor es un intermediario en la transformación entre isómeros permitiendo la reducción de ion cúprico a un ion cuproso y la formación de ácido glucónico. Esto es lo que genera el cambio de color de la solución de azul a rojo (Padilla, 2017).

$$\%AR = \frac{\left(\frac{F \times 100}{ml \text{ consumidos}}\right) \times 250}{\frac{PM}{1000}}$$

[1]

2.9. Evaluación sensorial del producto terminado

La evaluación sensorial de los tratamientos seleccionados en el apartado 2.7.3 se basará en la realización de una prueba descriptiva con 30 panelistas no entrenados. Esta prueba evaluará 4 atributos: acidez, sabor a uva, dulce y color, en una escala de 0 a 10 para refleja la menor a mayor intensidad. Se tomará como referencia la muestra patrón, es decir, el caramelo que no contiene jarabe clarificado en su formulación, para luego analizar la semejanza de los demás perfiles de las pruebas en comparación con esta, a través de un diagrama radial.

2.10. Reducción de mermas en la línea de caramelo duro con la utilización de jarabe clarificado**a) Costo de inversión**

La inversión de equipos para la preparación de jarabe clarificado a nivel de planta está basada en tres equipos principales: tanque de mezclado, filtro rotatorio y tanque de almacenamiento, estos deberán ser instalados como un proceso independiente, debido a que no es parte de la producción de caramelos duros. Las características de los sistemas a implementar se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Características de equipos y su funcionamiento

Equipos	Funcionamiento
Tanque de mezclado	El tanque de mezcla de acero inoxidable, su estructura debe ser tal que permita el flujo continuo de la mezcla resultante del caramelo más agua. El tanque debe contar con un sistema de mezclado en su fondo a fin de mantener una agitación para facilitar la disolución del caramelo o sopladores para el mismo fin.
Filtro rotatorio de vacío	Se utilizará una máquina con un filtro rotatorio al vacío, en el cual se filtrará la mezcla de caramelos derretidos con carbón activado proveniente del tanque de mezclado. El filtro estará revestido de celulosa por completo, el cual servirá para atrapar al carbón activado y pase el jarabe clarificado.
Tanque de almacenamiento	Finalmente, después del proceso de filtración pasará el producto a un tanque de almacenamiento que estará a una temperatura ambiente por un tiempo máximo de dos días, debido a que si sobrepasa este tiempo el jarabe puede fermentarse por la cantidad de azúcar que contiene y aumentando la acidez en su pH.

b) Costo - Beneficio

El análisis de costo para la elaboración de jarabe clarificado se basará en una estimación de los costos de producción de jarabe clarificado más costo producción de caramelo duro, frente al costo actual de la destrucción de productos no conformes más el costo de pérdidas de estos y establecer de esta forma la viabilidad del proceso a proponer.

Los costos de las toneladas producidas de caramelos duros durante el periodo 2022 se detalla en la tabla 11. Así mismo, se detalla el costo del desperdicio del producto no conforme y el costo de la destrucción de este. Los valores expresados en la tabla fueron obtenidos con base a las toneladas producidas y desperdiciadas de la tabla 2 por el costo producción por kilo de caramelo producido que es \$1.69.

Tabla 11. Costo del desperdicio con base al valor del costo de producción del año 2022

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total (\$K)
Costo T producida	105	211	199	357	242	348	379	316	448	275	130	20	3028,5
Costo desperdicio	6,86	8,11	13,01	7,00	4,73	10,14	14,53	12,17	8,79	5,41	2,54	0,41	93,7
Costo Destrucción gestor ambiental	0,20	0,24	0,38	0,20	0,14	0,3	0,43	0,36	0,26	0,16	0,07	0,01	2,772

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de resultados

3.1.1. Tratamientos de caramelos duros para la obtención de jarabe clarificado

Con el diseño experimental detallado en la tabla 6, se hicieron las pruebas con los factores Ca, Cb, y Cab (caramelos ácidos, no ácidos y la mezcla de estos respectivamente). Se analizaron las variables de respuestas grados brix y pH, los resultados de estos análisis fisicoquímicos se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados promedios de análisis fisicoquímicos de jarabe clarificado

Nivel	Definición	°Brix	pH
Ca	100% Caramelo duro ácido	45.9±0.3 ^b	2.45±0.05 ^c
Cb	100% Caramelo duro no ácido	47.25±0.4 ^a	4.40±0.2 ^a
Cab	50% Caramelo duro ácido + 50% Caramelo duro no ácido	45.5±0.1 ^b	3.05±0.05 ^b

De los resultados obtenidos para ambos parámetros de control, se comparan con la tabla 3, para verificar si están dentro de los límites de especificación. Los resultados de grados brix están dentro de especificación. Sin embargo, los resultados de pH se encuentran fuera del límite, pero se debe considerar que en esta etapa no se neutraliza el jarabe clarificado con bicarbonato de sodio.

La tabla Anova obtenida del análisis estadístico de los resultados con el software Minitab Statistic indicó que no hubo diferencia significativa para el parámetro grados brix ya que el valor de probabilidad fue mayor a 0.05 ($p > 0.05$), mientras que para el parámetro pH se obtuvo un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p < 0.05$), lo que significa que, si existe una diferencia significativa entre los resultados. La tabla 13, detalla el análisis comparativo de medias de los tratamientos con el método de Tukey con un intervalo de confianza del 95 %, los resultados de la tabla indican las letras de significancia de cada tratamiento, donde se visualiza que los 3 tratamientos experimentales son diferentes.

Tabla 13. Comparación de parejas por método Tukey de los tratamientos con pH

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Cb 1.5%	3	4.4200	A
Cab 1.5%	3	3.0867	B
Ca 1.5%	3	2.44667	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Autor

La figura 3.1 muestra gráficamente la interacción entre las medias de los resultados de pH y nos confirma que las medias son significativamente diferentes.

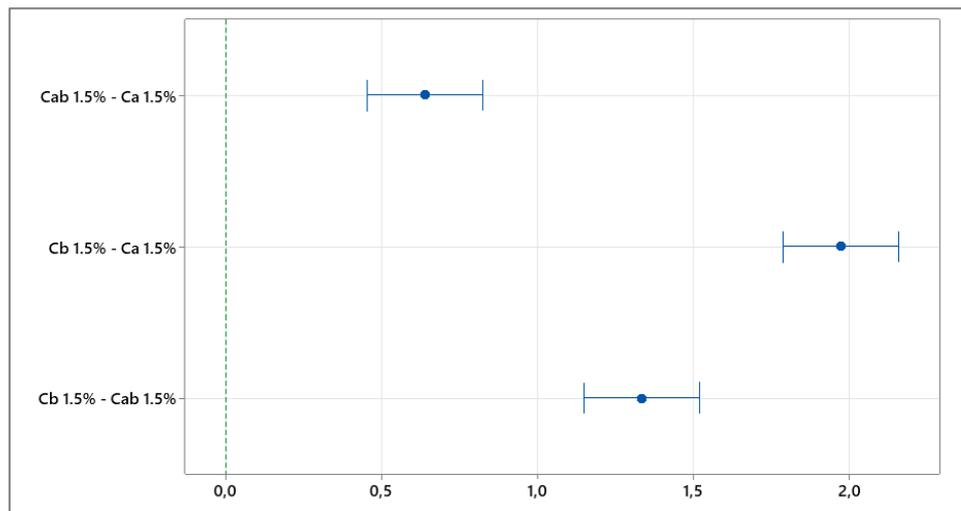


Figura 2.1 Diferencia de media para pH con método Tukey

Fuente: Autor

En base a los resultados obtenidos tomando como criterio de selección al parámetro pH, se puede escoger el tratamiento Cb (caramelos duros no ácidos), debido a que su valor es el más alto en dicho parámetro, lo que convendría a nivel de proceso puesto que se utilizaría una menor cantidad de bicarbonato de sodio para neutralizarlo. Sin embargo, se debe considerar que la empresa donde se está llevando el proyecto tiene mermas de caramelos ácidos y no ácidos, por lo tanto, el tratamiento que más se ajusta a la realidad operativa es el tratamiento Cab (50% de caramelos duros y 50% de caramelos ácidos) y es el escogido para la etapa 2.

3.1.2. Tratamientos de materiales filtrantes

Los resultados de los tratamientos con materiales filtrantes más la formulación de caramelos ácido y no ácido se detallan en la tabla 14.

Tabla 14. Resultados fisicoquímicos y sensoriales de jarabe clarificado variando la cantidad de materiales filtrantes

Tratamientos	pH		°Brix		Color
	1	2	1	2	
1	2.5	2.55	45.7	45.9	Ligero Amarillo pálido
2	2.99	3.01	45.4	45.4	Transparente
3	3.15	3.15	45.6	45.5	Transparente
4	3.19	3.16	44.7	44.9	Ligero Amarillo pálido
5	2.97	2.99	44.7	44.6	Amarillo-gris

En la tabla se puede observar que los tratamientos 1, 4 y 5 no cumplieron con el color deseado tal como se muestra en el anexo A (h), por lo que no son considerados para la siguiente etapa. Los tratamientos 2 y 3 obtuvieron resultados sensoriales acorde al perfil del jarabe clarificado esperado, es decir, transparente como se muestra en el anexo A (i - j). Como ambos resultados están dentro de especificación, se tomó como criterio de selección el tratamiento más económico, para esto se

calculó el valor por kilo de los materiales filtrantes por el porcentaje en cada tratamiento. El costo de estos se detalla en la tabla 15.

Tabla 15. Costo de materiales filtrantes

Tratamiento	Materia prima	\$ Materia prima/kg	% de materia prima/ receta	\$ Costo Materia prima	\$ Total
2	Sustancia filtrante	6.12	1.30	0.08	0.109
	Carbón activado	7.32	0.40	0.03	
3	Sustancia filtrante	6.12	1.1	0.07	0.111
	Carbón activado	7.32	0.60	0.04	

A partir del costo obtenido, se puede determinar que el tratamiento 2 es el más económico para el proceso, por lo tanto, es el escogido para la etapa 3 del desarrollo del caramelo duro.

3.1.3. Tratamiento del desarrollo de caramelos duros con jarabe clarificado

a) Análisis de azúcares reductores teóricos

La tabla 16, detalla el cálculo teórico de azúcares reductores teóricos, criterio que fue utilizado como variable respuesta para minimizar la selección del número de tratamientos en el desarrollo del caramelo duro. De los resultados obtenidos a partir del diseño de mezclas planteado en el apartado 2.7.3, todos los tratamientos estuvieron dentro de especificación en base a los parámetros detallados en la tabla 9, por lo que se escogió aquellos tratamientos cuyos porcentajes de ingredientes aprovechara la mayor cantidad de jarabe clarificado. Por lo tanto, los tratamientos del 1 al 4 fueron los seleccionados para el desarrollo del caramelo duro a nivel laboratorio.

Tabla 16. Tratamientos para la formulación de caramelo duro con jarabe clarificado

Tratamiento	Azúcar	Glucosa	Jarabe Clarificado	%AR _{Teórico}
1	a	b	0	18.52%
2	50	39	11	17.99%
3	51.6	41.6	6.8	18.32%
4	50.8	40.3	8.9	18.16%
5	55	39	6	17.11%
6	49	45	6	19.58%
7	49	40	11	18.40%
8	53.3	40.3	6.4	17.72%
9	50.3	43.3	6.4	18.95%
10	53.3	43.3	3.4	18.42%
11	50.8	40.3	8.9	18.16%

En el caso del tratamiento 1 es la formulación original de la receta y la nomenclatura “a”, “b” se escogió para reemplazar los porcentajes reales de azúcar, glucosa respectivamente, por motivos de información relevante de la empresa donde se desarrolló el presente trabajo. Este tratamiento se consideró así mismo, como patrón

para el análisis sensorial. Los tratamientos 2 al 4, son las formulaciones donde se varía la cantidad de azúcar, glucosa y jarabe clarificado, este último ingrediente desde un 6% a un 11%. La figura 3.2 presenta los caramelos duros obtenidos de los tratamientos escogidos.



Figura 3.2 Caramelos elaborados con diferentes porcentajes de jarabe clarificado

b) Análisis físico químico de caramelos

En la tabla 17 se detalla los resultados obtenidos de las variables de respuesta azúcar reductor, pH, y % de contenido de agua, todos los caramelos duros estuvieron dentro de especificación en base a los parámetros detallados en la tabla 9.

Tabla 17. Resultados fisicoquímicos de caramelos

Tratamiento	Formulación % JC	%AR Experimental	pH	%Contenido agua
1	0	18.40±0.1	2.52±0.03	2.99±0.2
2	11	18.80±0.3	2.58±0.08	3.06±0.1
3	6.8	19.80±0.1	2.64±0.1	3.59±0.3
4	8.9	19.20±0.05	2.62±0.05	3.48±0.1

Debido a que todos los resultados están dentro de especificación, cualquier tratamiento puede ser el escogido para el análisis de costo - beneficio del proyecto. Por lo que se considerará el tratamiento con mayor porcentaje de jarabe clarificado, es decir, el tratamiento 2 con 11% en la formulación.

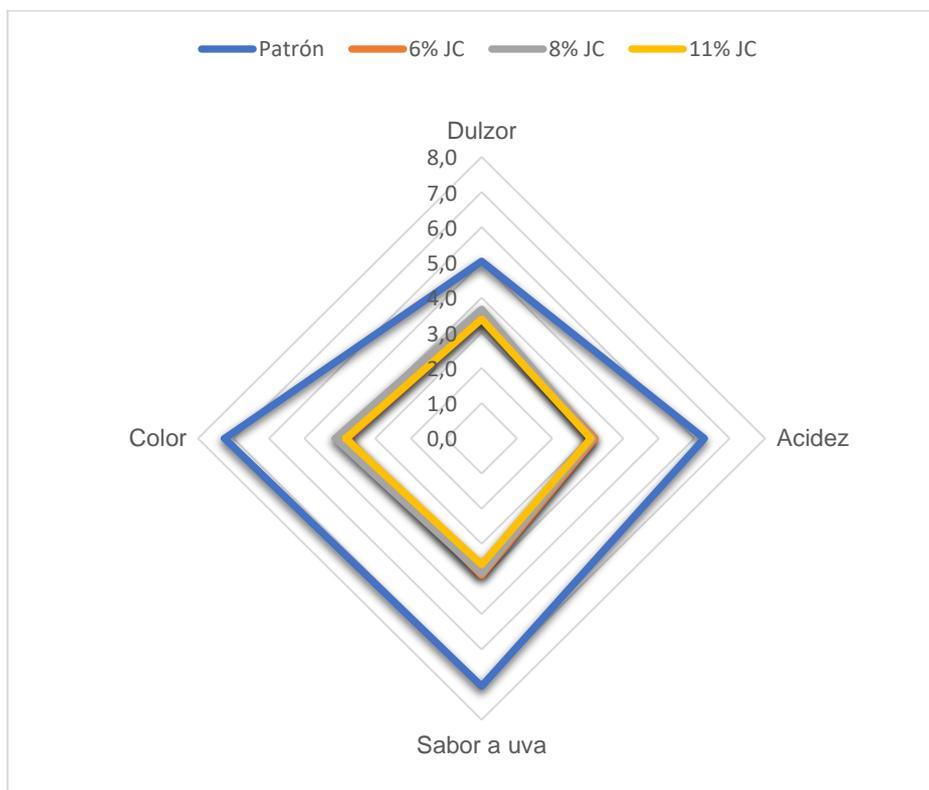
a) Análisis sensorial de caramelo

Se tuvo la participación de 30 panelistas no entrenados para realizar una prueba descriptiva, considerando cuatro atributos: acidez, sabor a uva, dulce y color, en una escala de 0 a 10, siendo 0 menor intensidad y 10 es valor más alto. El formato utilizado se muestra en el Anexo E literal e.

Con los resultados obtenidos se realizó una gráfica radial o de araña para verificar como sensorialmente varían cada caramelo duro versus el patrón. La codificación utilizada para cada caramelo se detalla en la tabla 18.

Tabla 18. Codificación de las muestras para el análisis sensorial

No.	Descripción de muestra
943	Caramelo duro con esencia artificial sabor a uva sin jarabe clarificado.
761	Formulación A: Caramelo duro formulación con 6.8% de jarabe clarificado con esencia artificial sabor a uva
624	Formulación B: Caramelo duro formulación con 8.9% de jarabe clarificado con esencia artificial sabor a uva.
315	Formulación C: Caramelo duro formulación con 11% de jarabe clarificado con esencia artificial sabor a uva.

**Figura 3.3** Gráfico radial (araña) de prueba descriptiva de los caramelos duros

Fuente: Autor

Los resultados de la prueba descriptiva que se observan en la figura 3.3 indican que el caramelo patrón mostrado en color azul tuvo mayor valor de intensidad de los atributos en comparación a los demás caramelos con formulación con jarabe clarificado.

Se realizó un análisis ANOVA para cada atributo con el fin de validar si las muestras tienen una diferencia significativa entre ellas, mismas que se detallan en las figuras 3.4 al 3.7

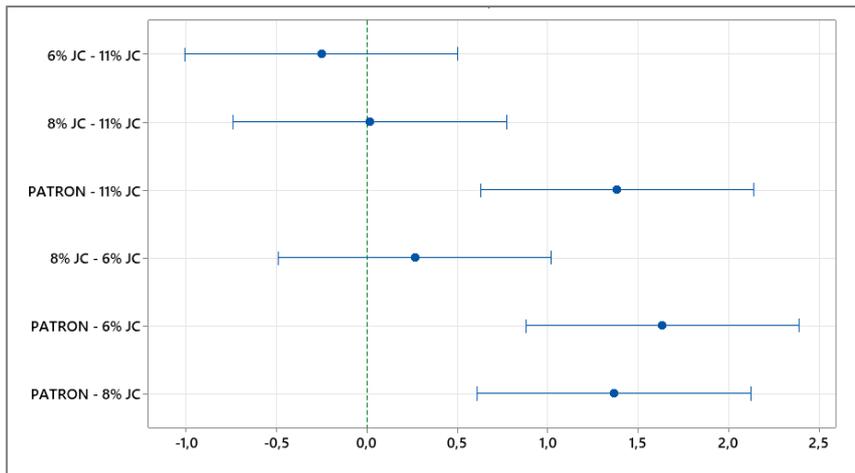


Figura 3.4 Diferencia de media para el atributo dulzor

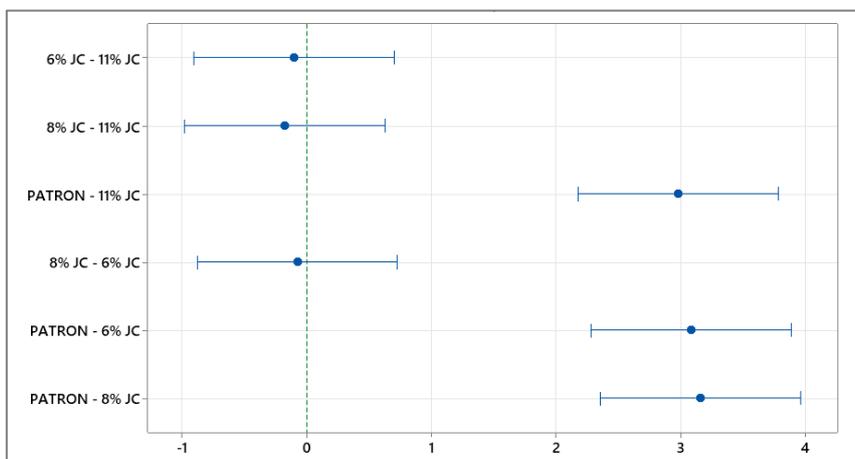


Figura 3.5 Diferencia de media para el atributo acidez

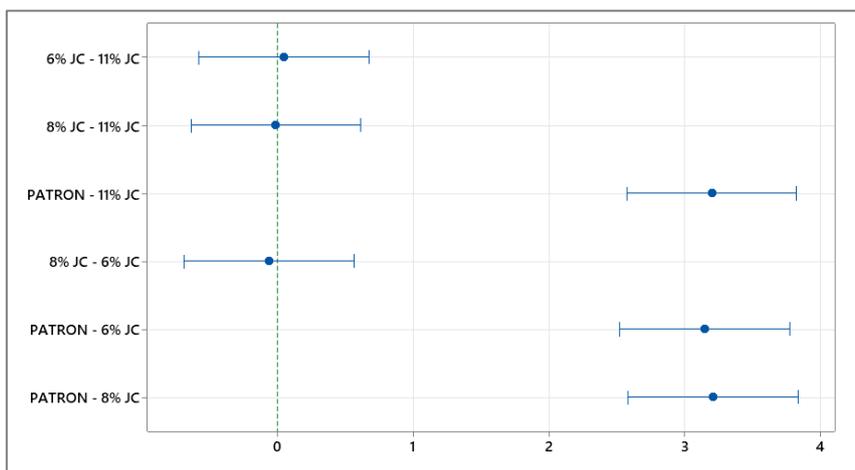


Figura 3.6 Diferencia de media para el atributo sabor a uva

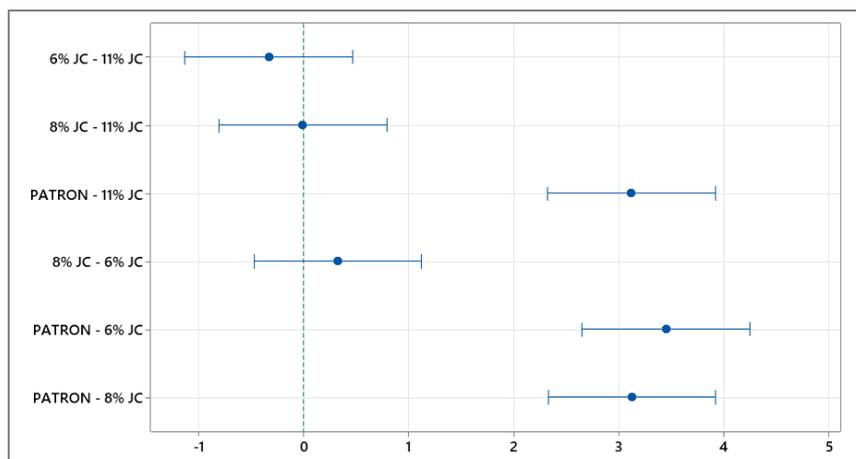


Figura 3.7 Diferencia de media para el atributo color

Como se puede observar en las figuras desde la 3.4 a la 3.7 (Anexo G), las muestras que en su formulación contienen jarabe clarificado no presenta una diferencia significativa entre ellas. Sin embargo, todas son diferentes al patrón y hubo una aceptación general por parte de los panelistas en todas muestras de caramelos, acorde a los comentarios emitidos.

3.2. Análisis de costo

3.2.1. Inversión de equipos para montaje en planta

En la tabla 10 fueron descritos los principales equipos para la implementación de la planta de jarabe clarificado, los mismos que se hacen mención en la tabla 19 e incluyendo instalaciones, servicios industriales (energía eléctrica y agua) y obra civil con su valor monetario.

Tabla 19. Costo de inversión de equipos de planta recicladora

Planta de jarabe clarificado	\$ Valor
Tanque de mezclado	50,000
Filtro rotatorio de vacío	110,000
Tanque de almacenamiento	35,000
Sistema distribución jarabe	
Tanque Pulmón 2 toneladas	17,500
Tuberías 2" y Conexiones	18,500
Otros ítems	
Servicios Industriales	24,000
Obra Civil	6,000
	\$ 261,000

De acuerdo de la tabla 19, el costo de inversión de equipos para implementar la planta de jarabe clarificado tiene un valor de \$261,000.

3.2.2. Costo de producción unitario de jarabe clarificado

Para el cálculo de costo de jarabe clarificado se realizaron consideraciones operacionales como la capacidad del tanque de mezclado que son 1500kg, 5 horas de proceso, dos turnos, cada uno de 12 horas, por 20 días laborables al mes, servicios básicos para el funcionamiento de equipos y mano de obra. La tabla 20 detalla la tasa

de producción estimada de jarabe clarificado, considerando los aspectos antes mencionados, obteniéndose un valor estimado de 63 kg/h

Tabla 20. Generación de la producción de jarabe clarificado

Descripción	Valor	Unidad
Capacidad de Planta de jarabe clarificado	1,500	kg
Cantidad de Caramelo	660	kg
Cantidad de Agua	810	kg
Tiempo trabajo	24	h
Tasa Producción	63	kg/h

Adicional, se realiza un análisis de costo de producción detallado en la tabla 21 para transformar los caramelos duros en jarabe clarificado, el mismo que considera: la tasa de producción obtenida en la tabla 20, la capacidad teórica del equipo donde se utiliza el valor de merma más alto obtenido en el periodo 2022 que es de 8.6 toneladas, las horas totales de producción correspondientes a las horas en reprocesar la capacidad del equipo. Además, se consideró los costos de energía de los equipos, más el gasto de mano de obra directa (MOD) e indirecta (MOI). En este último, se considera solo el 10% del costo total debido a que se distribuye la supervisión del proceso.

Tabla 21. Costo de transformación de jarabe clarificado

Consideraciones	Cantidad	Unidad
Tasa producción	63	kg/h
Capacidad	8600	kg
Horas total producción	137.6	h
Días total producción	11.5	días
Análisis mensual		
Energía	0.09	\$/kWh
Potencia	5.50	kW
	756.8	kW/h
Costo energía	68.1	\$
MOD	960	\$/mes
	32	\$/día
	2.7	\$/h
	366.9	\$
MOI	1800	\$/mes
	60	\$/día
	5	\$/h
	68.8	\$
Costo (energía + MOD + MOI)	520.6	\$
Total (Costo/capacidad)	0.06	\$/kg

En la tabla 22 se detalla el costo estimado de materias primas de acuerdo con la formulación propuesta en el apartado 3.1.2.

Tabla 22. Costo de materia prima de jarabe clarificado

Materia prima	%	\$ Materia prima	\$/kg
Agua	54	0.004	0.002
Caramelo ácido	22	0.000	0.000
Caramelo no ácido	22	0.000	0.000
Sustancia filtrante	1.3	6.120	0.034
Carbón activado	0.4	7.320	0.026
Total			\$ 0.062

El costo de producción de transformación para realizar jarabe clarificado es de un valor de \$0.062/kg. Para el cálculo de servicios de energía eléctrica y agua potable, se considera costos del año 2023, en la ciudad de Guayaquil. Finalmente, el costo de las materias primas es de \$0.06/kg, dando un total costo de producción de \$0.12/kg. El detalle de la estimación del costo se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Costo producción jarabe clarificado

Consideraciones	\$/kg
Materia Prima	0.06
Costo de transformación	0.06
Total (\$)	0.12

3.2.3. Costo de producción de caramelo duro con jarabe clarificado

Para obtener el costo producción de caramelo duro con jarabe clarificado, se calcula el costo de materias prima por kilo producido y el costo de transformación, de acuerdo con las tablas 24 y 25 respectivamente. Se utilizó la formulación de 11% de jarabe clarificado según diseño experimental mostrado en el literal 3.1.3 como base para el cálculo. Se debe considerar que el 11% estuvo en relación con los sólidos totales, la formulación que muestra la tabla 24 es respetando los sólidos totales del diseño experimental, pero incluyendo las demás materias primas: agua, esencia y color. Ver anexo G.

Tabla 24. Costo de materias primas de caramelo duro

Materia prima	% Formulación	\$/kg
Azúcar	34.34	0.27
Glucosa	32.60	0.31
Agua	15.06	0.00
Esencia	0.07	0.05
Color	0.04	0.001
Jarabe Clarificado	17.90	0.02
Total	100%	\$ 0.66

Nota: Se excluyó el costo de materia prima.

Tabla 25. Costo producción de caramelo duro desnudo

Rubros	Valor (\$)
\$ Labor directa	0.16
\$ Gasto fijo	0.14
\$ Gasto variable	0.19
\$ Semielaborado	0.66
Total	\$ 1.15

En el costo de producción del caramelo duro envuelto de la tabla 26, contempla valores de: mano de obra, gasto fijo (mantenimiento), gasto variable (servicios industriales), material de empaque y el caramelo desnudo (semielaborado). La suma total da como resultado el valor \$1.75.

Tabla 26. Costo de caramelo duro envuelto

Rubros	Valor (\$)
\$ Mano de obra	0.05
\$ Gasto fijo	0.29
\$ Gasto variable	0.01
\$ Material empaque	0.23
\$ Semielaborado	1.15
Total	\$ 1.75

Finalmente, la tabla 27 detalla un análisis comparativo con el escenario actual en costo de: producción del caramelo, producto no conforme y de destrucción. Como resultado se obtiene que el valor de la propuesta es mayor al actual, debido a que se trabaja con un proceso adicional, que está sumado al valor del costo de producción del caramelo. A pesar de que el valor de la propuesta es mayor se debe considerar que el beneficio del proyecto está basado a la cantidad de merma a recuperar.

El valor del costo de producto no conforme se obtuvo de una ponderación del histórico del año 2022 (ver tabla 2), a partir de los kilos totales desperdiciados (55,440 kg) correspondiente al 46% de caramelo desnudo y 54% envuelto, cuyo de merma respectivamente fueron \$1.20 y \$1.69.

Tabla 27. Comparación de costo de producción actual vs. Propuesta

Rubros	Actual	Propuesta
\$ Costo producción caramelo	1.69	1.75
\$ Costo de producto no conforme	1.47	1.47
\$ Costo de destrucción	0.05	0.05
Total	\$ 3.21	\$ 3.27

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Existe la posibilidad de elaborar un caramelo duro a partir de caramelos duros defectuosos (producto no conforme) del proceso de elaboración de confites actual, para lo cual se propone el uso de caramelos duros ácidos y no ácidos en partes iguales; inicialmente en el proceso de obtención de jarabe clarificado, luego para su posterior uso en la formulación de caramelo duro en una proporción de 39% glucosa, 50% azúcar, 11% de jarabe clarificado.
2. La adecuación de un sistema de preparación de jarabe clarificado implicaría el uso de equipos principales como un tanque de mezclado, un filtro rotario al vacío y un tanque de almacenamiento. La inclusión del jarabe clarificado dentro de la formulación de caramelos duros no implicaría la modificación de equipos a nivel planta o condiciones de trabajo que la empresa maneja para la elaboración de sus caramelos duros.
3. Tras el análisis de costo producción de la propuesta de un sistema de elaboración de jarabe clarificado se estimó un valor de producción de \$1.75 por cada kilo. El valor del escenario actual de eliminación de mermas es de \$3.21 mientras que el valor de la propuesta es de \$3.27, debido al proceso de transformación adicional que se propone.

4.2. Recomendaciones

1. Realizar una corrida en planta para evaluar el proceso en condiciones de trabajo, estabilidad, mano de obra requerida y cualquier otra condición necesaria para la operación.
2. Realizar un análisis de estabilidad del caramelo duro con la nueva formulación, es decir que incluya jarabe clarificado para determinar si existe una variación en el tiempo de vida útil comparado con el producto que no posee jarabe clarificado.
3. Realizar un análisis de estabilidad y almacenamiento de jarabe clarificado en condiciones de planta, debido a que es susceptible a procesos de fermentación por los azúcares que contienen.

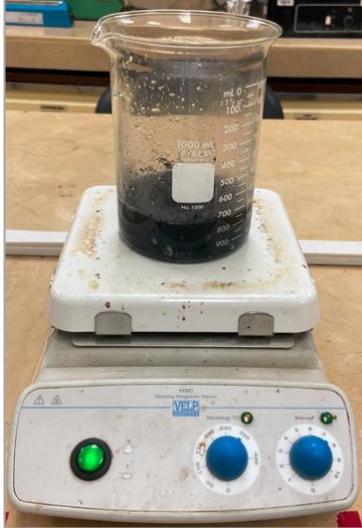
BIBLIOGRAFÍA

- Calapaqui, J. & Pacheco, E. (2017). *Incidencia de las mermas en los costos de producción de la fábrica de productos lácteos Abellito s.a. barrio La Avelina, parroquia Tanicuchi, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi*. [PDF] Ecuador: Universidad Técnica del Cotopaxi. <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/3755/1/T-UTC-0202.pdf> (June 23, 2023).
- Carriazo, J. (2010). *Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de langmuir empleando materiales de bajo costo*. [PDF]. México: *Universidad Nacional Autónoma de México*.
<https://sg.docs.wps.com/l/sIL7smO7VAYPKuKQG?v=v2> (June 16, 2023).
- Castellanos, O., Cruz, G., González, G. & Rentería, A. (2024). *Alternativas para la clarificación del jarabe de glucosa obtenido por hidrólisis enzimática*. [PDF]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. p.p. 8-21
- De las Cuevas, C. (1996). *Comparación metodológica de la determinación del contenido en agua en rocas salinas mediante titulación de Karl Fischer y termogravimetría*. Barcelona: Acta Geologica Hispana, p.p.83-90
- Duygu Ozsoy, H. & Hans van Leeuwen, J. (2010). *Removal of color from fruit candy waste by activated carbon adsorption* [Eliminación del color de los residuos de frutas mediante carbon activado]. *The Journal of food Engeneering*. [PDF]. Extraído desde <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410003080> (June 16, 2023).
- Fernández, C, & Atarama, M. (2018). *Mermas y desmedros su incidencia tributaria con el impuesto a la renta de las empresas industriales*. UNP. Extraído el 25 de julio desde <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1761/CON-FER-FLO-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (June 23, 2023).
- Hartel, R., von Elbe, J. and Hofberger, R. (2018). *Confectionary science and technology* [Ciencia y tecnología de confitería]. *Gewerbestrass*. [PDF] p.p.11, 6330 Cham, Suiza: Springer Nature.
- INCAP. (3 de marzo de 2020). *Análisis sensorial para control de calidad de los alimentos*. Extraído el 21 de agosto de 2023 desde <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Jackson, E. (1995). *Use of Glucose Syrups in the Food Industry. Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives* [Uso de Jarabes de Glucosa en la Industria Alimentaria. Manual de productos de hidrólisis de almidón y sus derivados.], ed. S. Z. Dziedzic M. W. Kearsley. Springer Science Business SS Media, 245–68.
- Kearsley, M. & Dziedzic, S. (1995). *Physical and chemical properties of glucose syrups* [Propiedades físicas y químicas de los jarabes de glucosa]. *Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives*. p.p. 129–54.

- Matlab. (s/f). *¿Qué es un diseño de vértices extremos?*. Extraído el 3 de septiembre de 2023 desde <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/mixture-designs/what-is-an-extreme-vertices-design/#:~:text=Los%20dise%C3%B1os%20de%20v%C3%A9rtices%20extremos,un%20dise%C3%B1o%20reticular%20L%2Dsimplex>.
- Mera, J. (2019). *Incidencia En Las Importaciones de Dulces y Confiterías y Su Impacto En La Producción Nacional*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Nadaletti, M., Di Luccio, M. & Cichoski, A. (2011). *Sucrose inversion of hard candies formulated with rework syrup with addition of sodium lactate* [Inversión de sacarosa de caramelos duros formulados con jarabe de reelaboración con adición de lactato de sodio]. [PFD] Food Process Engineering. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4530.2009.00358.x> (June 30, 2023).
- Ochoa, A. (2017). *Estudio comparativo del rendimiento y contenido de grado alcohólico por fermentación controlada con levaduras en agua miel de penco*. [PDF]. Ecuador: Universidad del Azuay.
- Portillo, M. (2019). *Utilización de método Deming para mejorar el proceso de preparación de jarabe estándar, mediante la recuperación de azúcar contenida en agua de lavado de cocinas continuas, en una fábrica de confitería en el municipio de escuintla*. [PDF]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rosero, N. (2020). *Alternativa de Clarificación Del Jarabe de Glucosa*. [PDF]. UDLA:Ecuador.

ANEXO A

Preparación del jarabe clarificado

		
<p>a)</p>	<p>b)</p>	<p>c)</p>
		
<p>d)</p>	<p>e)</p>	
		
<p>f)</p>	<p>g)</p>	

	
h)	i)
	
j)	k)

- a) Caramelos duros.
- b) Proceso de agitación de caramelos duros con agua.
- c) Proceso de agitación de caramelos duros con agua y carbón activado.
- d) Sistema de filtración al vacío.
- e) Colocación de mezcla de caramelos duros en filtro.
- f) Sistema de filtrado
- g) Filtro después de la absorción de mezcla de solución de caramelos duros.
- h) Tratamiento 1, 4 y 5
- i) Tratamiento 2
- j) Tratamiento 3

ANEXO B

Medición de análisis físico químico de jarabe clarificado



a)



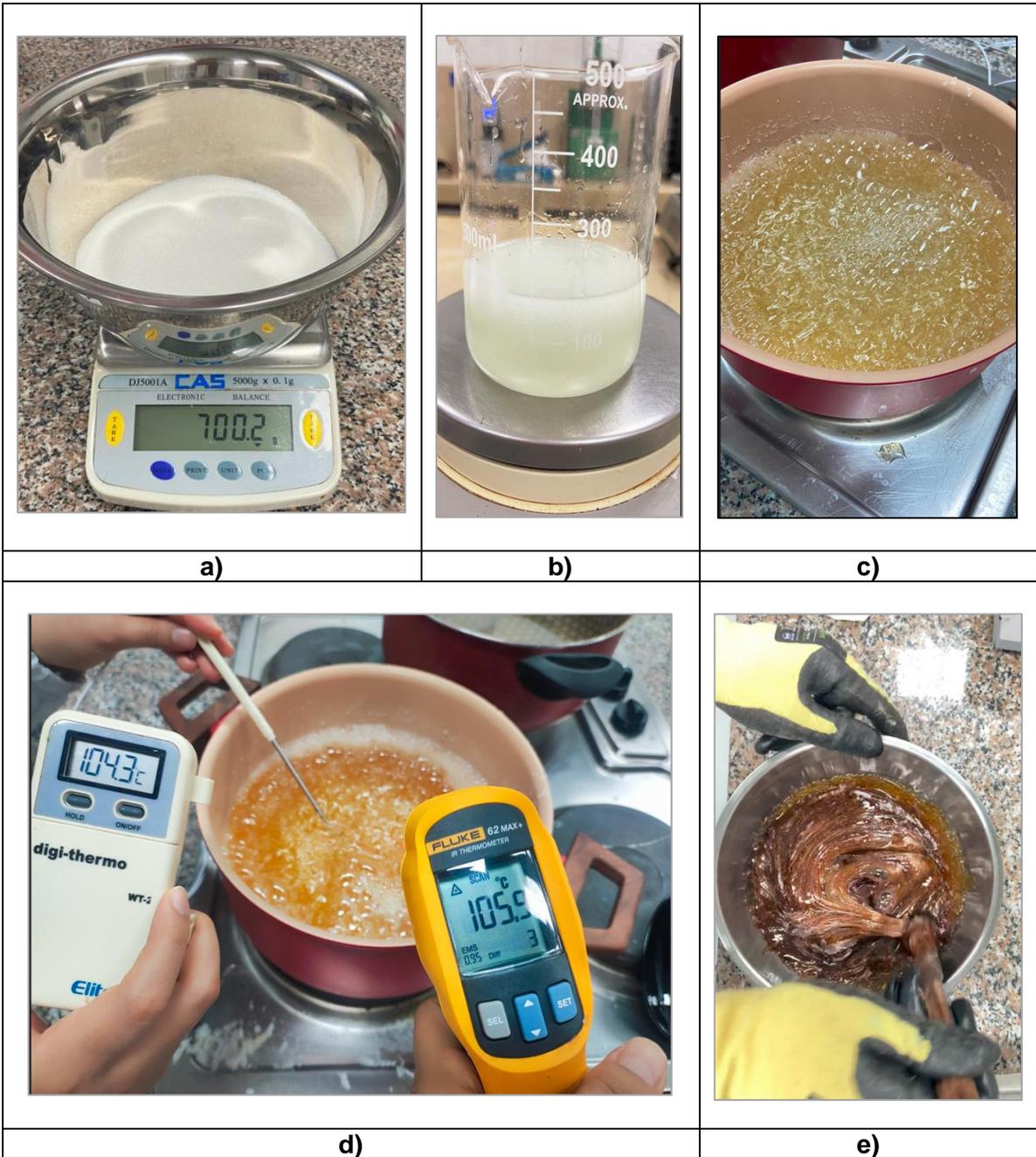
b)

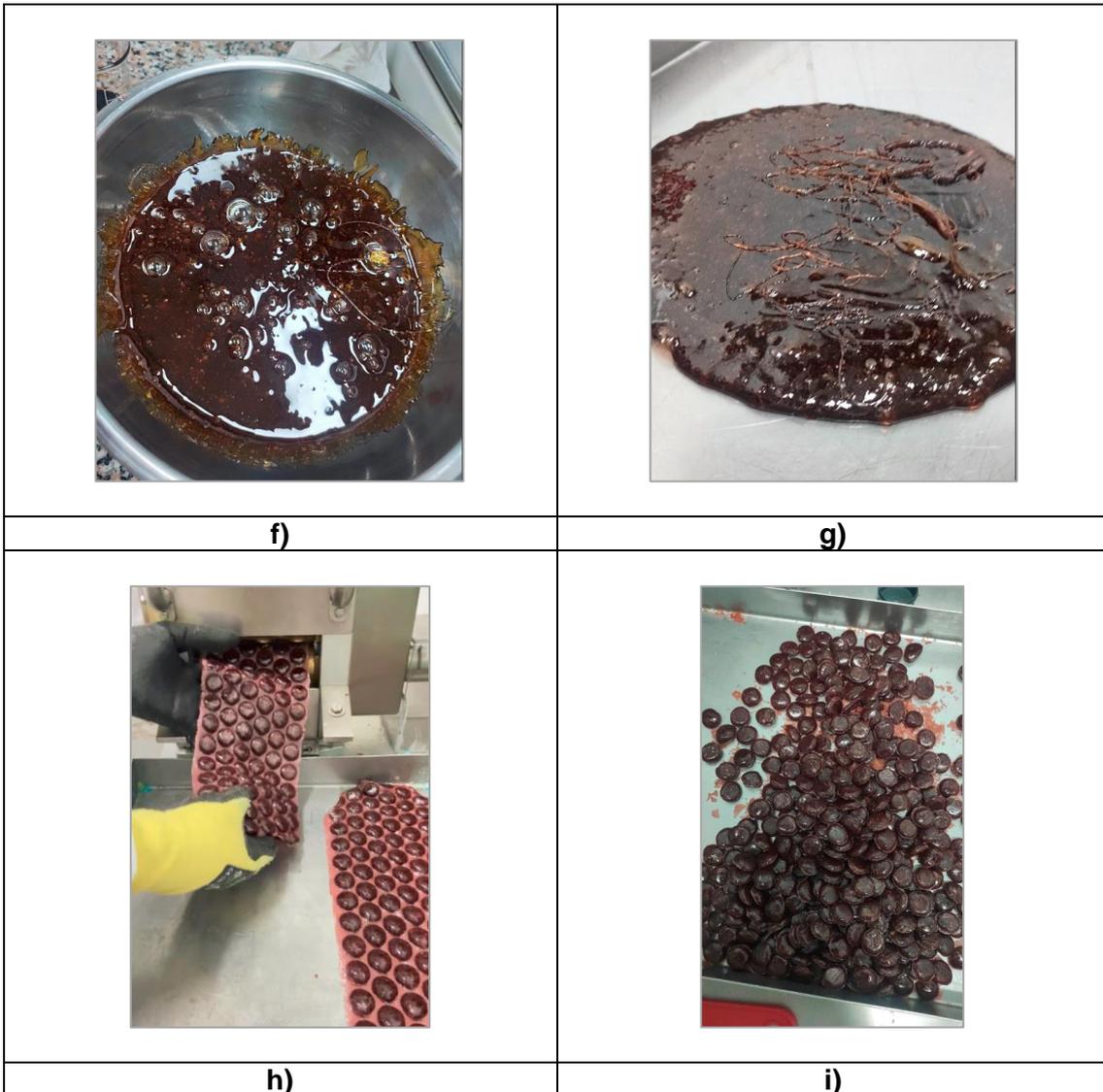
a) Medidor de pH (Fuente: Autor)

b) Refractómetro (Fuente: Autor)

ANEXO C

Procedimiento de elaboración de caramelos duros





- a)** Pesaje de azúcar (Fuente: Autor)
- b)** Pesaje de jarabe clarificado (Fuente: Autor)
- c)** Ebullición de azúcar con agua (Fuente: Autor)
- d)** Medición de temperatura de punto de ebullición (Fuente: Autor)
- e)** Adición de sabor y color de caramelos (Fuente: Autor)
- f)** Masa de caramelo (Fuente: Autor)
- g)** Enfriamiento de caramelo (Fuente: Autor)
- h)** Troquelado de caramelos duros (Fuente: Autor)
- i)** Caramelos duros (Fuente: Autor)

ANEXO D

Desperdicio de caramelos duros de la línea de confites



a)

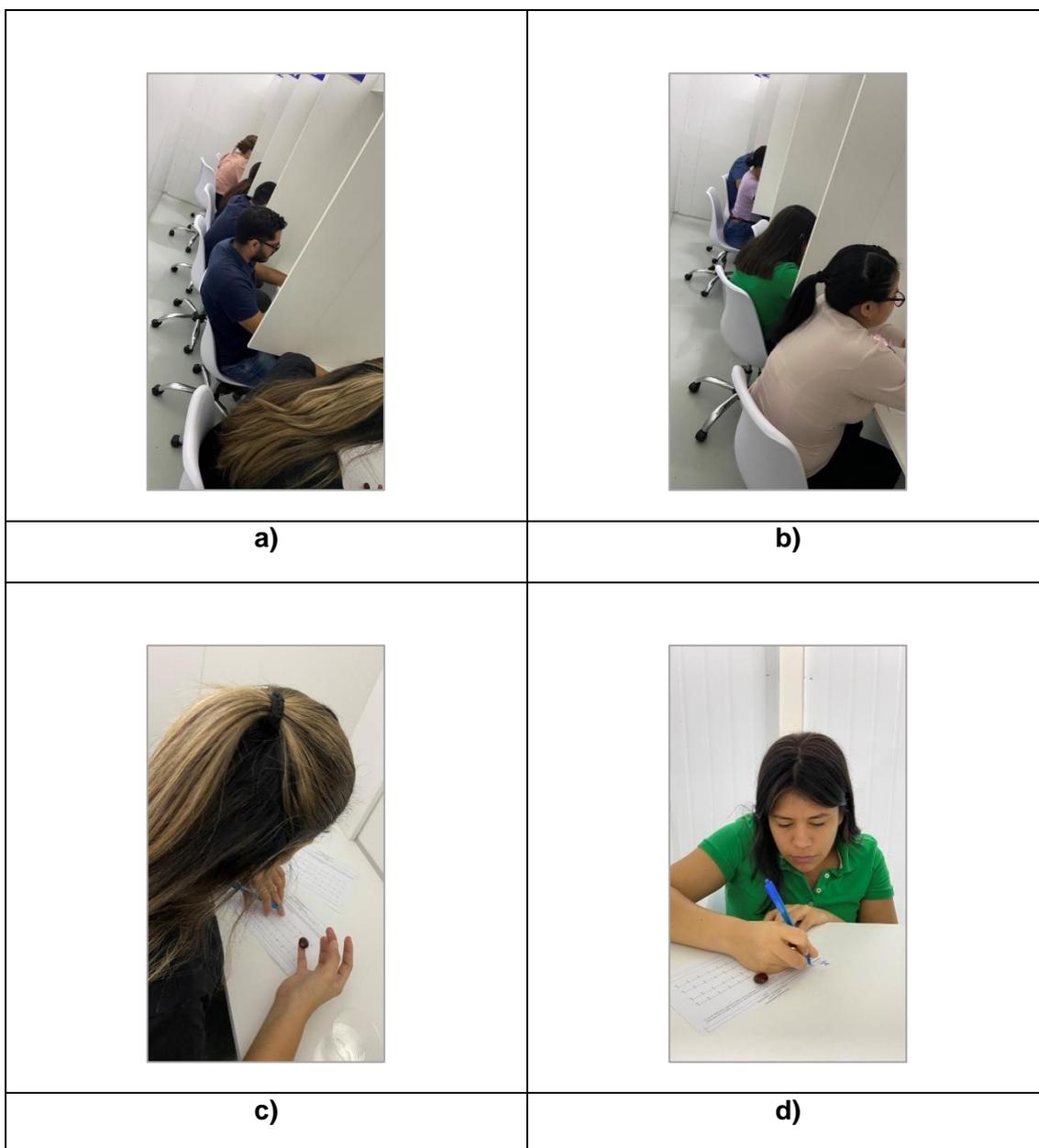


b)

a) b) Mermas de caramelos duros en una industria confitere (Fuente: Autor)

ANEXO E

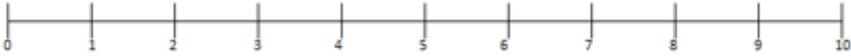
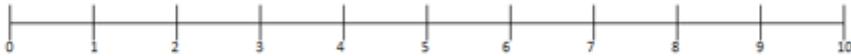
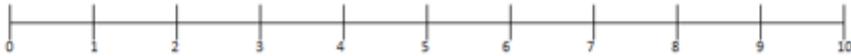
Evidencia fotográfica de panel sensorial de prueba descriptiva de caramelos duros



a) b) Panel sensorial de caramelos duros (Fuente: Autor)

c) d) Panelistas realizando evaluación sensorial de caramelos duros (Fuente: Autor)

e) Formato de evaluación sensorial

Análisis Sensorial	
PRUEBA DESCRIPTIVA - CUANTITATIVA	
Nombre:	Fecha:
Instrucciones:	
Deguste la muestra que tiene frente a usted e indique en la escala la intensidad de los atributos, marcando con un punto según el nivel que usted considere el indicado, siendo 1 el valor de menor intensidad y 10 el de mayor intensidad. Recuerde siempre limpiar su paladar entre cada una de las muestras que va degustando.	
Código de muestra	<input type="text"/>
Dulzor	
Acidez	
Sabor a uva	
Color	
Comentarios: _____	

ANEXO F

a) Agrupación información del atributo DULZOR

<u>MUESTRA</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
PATRON	30	5.033	A
8% JC	30	3.667	B
11% JC	30	3.6500	B
6% JC	30	3.400	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

b) Agrupación información del atributo ACIDEZ

<u>MUESTRA</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
PATRON	30	6.283	A
11% JC	30	3.300	B
6% JC	30	3.2000	B
8% JC	30	3.125	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

c) Agrupación información del atributo SABOR A UVA

<u>MUESTRA</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
PATRON	30	7.050	A
6% JC	30	3.9000	B
11% JC	30	3.850	B
8% JC	30	3.842	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

d) Agrupación información del atributo COLOR

<u>MUESTRA</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
PATRON	30	7.250	A
11% JC	30	4.1333	B
8% JC	30	4.125	B
6% JC	30	3.800	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO G

Formulación del caramelo duro con jarabe clarificado

Ingrediente	Cantidad (g)	% Formulación	% Solidos totales (°Brix) Materia prima	Cantidad Sólidos totales (g)	% Solidos totales
Azúcar	715	34.34	100	715	50
Glucosa	680	33.60	82	558	39
Agua	314	15.06	0	0	0
Esencia	1,4	0,07	0	0	0
Color	0,8	0,04	0	0	0
Jarabe clarificado	375	17.90	42	158	11
Total	2086	100%	-	1430	100%