

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**ESTUDIO PILOTO PARA LA DETERMINACION DE LA INFLUENCIA DEL
BITARTRATO DE POTASIO EN LA PRECIPITACION DE AZUCAR EN
JARABES SIMPLES**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

MELANIA DE LA CRUZ GIRON ORTIZ

MARIELOS DE LOS ANGELES MENDOZA ORTIZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

ABRIL 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

MAESTRO CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIO

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

TRIBUNAL CALIFICADOR

**ASESOR DE AREA EN: CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS
FARMACEUTICOS Y COSMETICOS**

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

**ASESORA DE AREA EN: INDUSTRIA FARMACEUTICA, COSMETICA Y
VETERINARIOS**

Licda. Mercedes Rossana Brito Mendoza

DOCENTES ASESORES.

Licda. Dalila Guadalupe Anaya.

Ing. Sergio Amando Maravilla.

Ing. Rigoberto Vargas Saavedra.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, ya que sin su infinita misericordia no hubiese sido posible la culminación de esta etapa de nuestras vidas.

A nuestra familia, quienes fueron nuestros soportes durante todos estos años, gracias por el amor, comprensión, paciencia y dedicación cuando más los necesitamos.

A nuestros asesores Licda. Dalila Guadalupe Anaya, Ing. Sergio Armando Maravilla e Ing. Rigoberto Vargas Saavedra, quien con sus múltiples conocimientos nos guiaron hasta la culminación de esta investigación, en especial a usted Lic. Dalila, quien, con mucha paciencia, entrega y dedicación nos apoyó desde el principio.

Al comité de trabajo de graduación, MSc. *Cecilia* Haydeé Gallardo de Velásquez, Directora General y Asesores de área: MSc Eliseo Ernesto Ayala y Licda. Mercedes Rossana Brito (QEPD).

A todas las personas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador que con su ayuda hicieron posible la realización de esta investigación: Lic. Francisco Rivera, Ing. Joaquín Barrientos y Lic. Jorge Alberto Carranza.

A nuestros docentes, quienes nos impartieron sus conocimientos desde el primer día que iniciamos esta carrera que nos apasiona y elegimos para desempeñar a lo largo de nuestras vidas, a todos ustedes, gracias infinitas pues se llevan un pequeño lugar en cada uno de nuestros corazones.

Marielos y Melania

DEDICATORIA

Dedico la presente a mi Padre Celestial, quien desde el primer día de mi vida ha mostrado su amor, misericordia y cuidado hacia mí.

A mi madre, Mercedes Ortiz de Girón, por su apoyo, amor incondicional y todas las enseñanzas que estuvieron y siguen presente en mi vida, te amo.

A mi hermano, Oscar José Girón por su ayuda, apoyo, consejos y animo cuando más lo necesite, siempre estaré agradecida por tu vida y la fortuna de tenerte presente.

A mi padre, familiares y amigos que siempre estuvieron ahí para mí apoyándome hasta en el más mínimo detalle.

Melania Girón

DEDICATORIA

Al culminar de forma exitosa esta etapa de mi vida quiero dedicar el presente trabajo a:

Dios misericordioso y amoroso por darme la fortaleza, paciencia y perseverancia a lo largo de mi vida, por permitirme terminar con éxito este trabajo y por sus infinitas bendiciones.

A mi madre Cristina Ortiz por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento de mi vida y por todo el sacrificio que hizo por mí.

A mis hermanas Sandra Figueroa y Roxana Figueroa por apoyarme siempre compartiendo sus sabios consejos.

A mis familiares y amigos en especial a Francisco Rivera y Marcela Carías por su apoyo y ayuda durante toda mi carrera.

A todos los docentes de nuestra facultad por compartirme sus conocimientos y contribuir a mi formación como profesional.

Marielos Mendoza

INDICE GENERAL

RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCIÓN	xvi
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEORICO	21
3.1 JARABES	21
3.1.1 Generalidades	21
3.1.2 Composición y propiedades de los jarabes simples	22
3.1.3 Materias primas	23
3.1.3.1 Sacarosa	23
3.1.3.2 Conservantes antimicrobianos	28
3.1.3.3 Agua destilada	30
3.1.4 Métodos de preparación de jarabes	31
3.1.4.1 Método en caliente	31
3.1.4.2 Método en frío	32
3.2 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA JARABES	32
3.2.1 Características organolépticas	32
3.2.2 Pruebas fisicoquímicas	32
3.2.2.1 pH	32
3.2.2.2 Densidad	33
3.2.2.3 Conductividad	33
3.2.2.4 Determinación de viscosidad	33
3.2.3 Grados Brix	34
3.2.4 Refractometría	35
3.2.4.1 APLICACIONES DE LA REFRACTOMETRÍA	36

3.2.5	Proceso de cristalización de la sacarosa	37
3.3	BITARTRATO DE POTASIO	38
3.3.1	Propiedades del bitartrato de potasio	38
CAPITULO IV		
4.0	DISEÑO METODOLOGICO	42
4.1	Tipo de estudio	42
4.2	Investigación bibliográfica	42
4.3	Investigación de Campo	42
4.4	Parte Experimental	44
4.4.1	Elaboración de jarabe simple	44
4.4.1.1	Procedimiento para fabricación de jarabe simple 80%	45
4.4.1.2	Procedimiento para fabricación de jarabe simple más bitartrato de potasio	45
4.4.2	Determinación de características organolépticas	46
4.4.2.1	Sabor	46
4.4.2.2	Transparencia	47
4.4.3	Determinación de características fisicoquímicas	47
4.4.3.1	pH	47
4.4.3.2	Densidad	48
4.4.3.3	Viscosidad	49
4.4.3.4	Conductividad	50
4.4.4	Grados Brix	51
4.4.5	Modelo Matemático	51
CAPITULO V		
5.0	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
5.1	Elaboración y distribución de las muestras de jarabe simple al 80% p/v	55
5.2	Características organolépticas	55
5.2.1	Sabor	55
5.2.2	Transparencia	58
5.3	Pruebas Fisicoquímicas	59
5.3.1	pH	59

5.3.2 Densidad	61
5.3.3 Viscosidad	63
5.3.4 Conductividad	65
5.4 Grados Brix	67
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	73
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Estructura química de la sacarosa	24
2	Estructura química de azúcar invertida	24
3	Imagen de <i>Saccharum officinarum linneo</i>	26
4	Refractómetro portátil	35
5	Esquema del fenómeno de refracción	36
6	Estructura molecular del bitartrato de potasio.	40
7	Gráfico comparativo de los resultados en la prueba de sabor para cada concentración y tiempo a la temperatura de 8 ± 2 °C.	57
8	Gráfico comparativo de los resultados en la prueba de sabor para cada concentración y tiempo a la temperatura de 25 ± 2 °C.	58
9	Gráfico pH vrs tiempo para cada concentración a la temperatura de 8 ± 2 °C.	60
10	Gráfico pH vrs tiempo para cada concentración a la temperatura de 25 ± 2 °C.	61
11	Gráfico densidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 8 ± 2 °C.	62
12	Gráfico densidad vrs tiempo para cada concentración a temperatura 25 ± 2 °C.	63
13	Gráfico viscosidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 8 ± 2 °C.	64
14	Gráfico viscosidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 25 ± 2 °C.	65

15	Gráfico conductividad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 8 ± 2 °C.	67
16	Gráfico conductividad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 25 ± 2 °C.	67
17	Gráfico de Interacciones entre el factor tiempo - concentración y sus efectos sobre los grados Brix.	69
18	Gráfico grados Brix vrs tiempo para la temperatura de 8 ± 2 °C.	70
19	Gráfico grados Brix vrs tiempo para la temperatura de 25 ± 2 °C.	71

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Distribución de las muestras elaboradas	43
2	Composición cuali-cuantitativa de las muestras a ensayar	44
3	Resultado de características organolépticas respecto al sabor en los tiempos y temperaturas establecidas.	56
4	Resultados respecto a la transparencia en los tiempos establecidos y las respectivas temperaturas.	59
5	Valores de pH de las muestras, en los tiempos establecidos y a las temperaturas estudiadas.	60
6	Resultados de determinación de densidad, para las temperaturas establecidas.	62
7	Resultados de viscosidad para cada tiempo y concentración, a las temperaturas estudiadas	64
8	Resultados de conductividad para cada tiempo y concentración a las temperaturas establecidas.	66
9	Resultados de lecturas de grados Brix.	68
10	Resultados del análisis de varianza para Grados Brix	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Listado de materias primas, cristalería y equipos utilizados en la fabricación de grupo control y muestras ensayo.
- 2 Esquemas del procedimiento de fabricación de las muestras de jarabe simples y muestras ensayo.
- 3 Esquemas de procedimiento para la determinación de características organolépticas.
- 4 Esquemas de procedimiento para las pruebas fisicoquímicas.
- 5 Formato de encuesta realizada a catadores en la determinación de sabor.
- 6 Equipos utilizados para realizar pruebas de control de calidad y grados brix a muestras de jarabe simple y muestras ensayo.
- 7 Lecturas de grados brix sin corrección obtenidos en el brixometro.
- 8 Cálculos para cuantificación de grados brix en la muestra de jarabe simple.
- 9 Correcciones por temperatura para las mediciones de sacarosa disuelta a 590 nm temperatura de referencia 20°C

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la influencia del bitartrato de potasio en la cristalización de sacarosa en jarabes simples al 80% p/v, así como su efecto en la apariencia, sabor y propiedades fisicoquímicas de los mismos.

En total se elaboraron 96 muestras divididas en 4 grupos, el primer grupo contenía 24 muestras de jarabe simple al 80% p/v (grupo control), 12 de ellas fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C. El segundo, tercero y cuarto grupo estaban conformados cada uno por 24 muestras de jarabe simple al 80% p/v con concentraciones de 0.2 %, 0.3% y 0.4% de bitartrato de potasio respectivamente. Cada grupo se almaceno de la siguiente manera: 12 muestras a temperatura de 8 ± 2 °C para las concentraciones de 0.2 %, 0.3% y 0.4% y 12 muestras para las concentraciones de 0.2 %, 0.3% y 0.4% para una temperatura de 25 ± 2 °C

Las pruebas de control de calidad se realizaron por triplicado en 4 periodos diferentes 0, 30, 60 y 90 días por cada temperatura de almacenamiento.

Se evaluaron características organolépticas sabor y transparencia, y determinaciones fisicoquímicas: pH, densidad, conductividad, viscosidad y grados Brix (datos con los cuales se cuantificó la cantidad de sacarosa disuelta). El análisis estadístico de ANOVA para los factores tiempo, concentración y temperatura, determinó la diferencia significativa que ejerce el tiempo y concentración sobre los grados Brix, pues presentaron un valor de P menor a 0.05. Además, se evidencia que la mejor concentración de bitartrato de potasio y tiempo óptimo para disminuir la cristalización de la sacarosa es 0.2 % de bitartrato de potasio, sin embargo, las características propias de los jarabes como lo son sabor y transparencia se ven afectadas significativamente por la presencia de esta sustancia, ya que se pudo observar turbidez de los jarabes y sabor ácido no agradable al paladar. Esta investigación fue realizada en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en los Laboratorio de Química-Física en un periodo comprendido entre noviembre de 2016 a febrero 2017.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCIÓN

Los jarabes se usan desde tiempos muy remotos, y actualmente son formas farmacéuticas ampliamente utilizadas debido a su capacidad de enmascarar sabores desagradables (amargas o saladas) de muchas sustancias, además del hecho que se puede administrar por vía oral a niños y adultos que son incapaces de deglutir comprimidos o cápsulas. Los jarabes son soluciones concentradas de azúcares (como la sacarosa) en agua o en otro líquido acuoso. Si se utiliza agua purificada solamente para preparar la solución de sacarosa, la preparación se conoce como jarabe simple.

La estabilidad de dichos preparados es de suma importancia tanto en apariencia como en eficacia de los principios activos y demás componentes de la fórmula. La cristalización de la sacarosa es uno de los factores comúnmente observados en las tapas de los frascos de jarabes medicamentosos y en muchas ocasiones en el jarabe mismo.

La cristalización es el proceso donde se forman partículas sólidas a partir de una fase homogénea, esto causa un aspecto no deseado al consumidor y una disminución en el tiempo de vida útil de los jarabes.

Para evitar este aspecto en las formulaciones de los jarabes simples, se presenta la siguiente investigación en la cual se estudió la influencia que posee el bitartrato de potasio en los jarabes simples, para ello, se diseñó un modelo experimental en el cual se elaboraron por el método de preparación de jarabes en caliente 96 muestras de 60 mL cada una distribuidas de la siguiente manera:

24 muestras de jarabe simple al 80% p/v (grupo control), 12 de ellas fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C.

24 muestras de jarabe simple al 80% p/v con una concentración de 0.2 % de bitartrato de potasio, 12 de ellas fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C.

24 muestras de jarabe simple al 80% p/v con una concentración de 0.3 % de bitartrato de potasio, 12 de ellas fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C.

24 muestras de jarabe simple al 80% p/v con una concentración de 0.4 % de bitartrato de potasio, 12 de ellas fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C.

Las pruebas de control de calidad se realizaron por triplicado en 4 períodos diferentes 0, 30, 60 y 90 días por cada temperatura de almacenamiento.

Mediante el programa estadístico Statgraphics centurion versión 17.2.04 se determinó que si existe diferencia significativa entre las variables tiempo y concentración para la muestra de 0.2% p/v de bitartrato de potasio ya que a esta concentración se observó gráficamente que posee una concentración más alta de sacarosa disuelta.

Esta investigación fue realizada en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en los Laboratorio de Química-Física en un periodo comprendido entre noviembre de 2016 a febrero 2017.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio piloto de la influencia del bitartrato de potasio en la precipitación de la azúcar en jarabes simples.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.1.1** Elaborar jarabes simples al 80% p/v de sacarosa (muestra control), y muestras de jarabe simple con las siguientes concentraciones de bitartrato de potasio: 0.2%, 0.3% y 0.4% p/v (muestras ensayo).
- 2.1.2** Determinar el sabor mediante análisis sensorial a las muestras de jarabe simple al 80% p/v del grupo control y muestras ensayo empleando una encuesta a un panel de catadores no experimentados.
- 2.1.3** Evaluar la característica de transparencia y pruebas fisicoquímicas como: pH, densidad, viscosidad, conductividad y grados brix, a muestras de jarabe simple almacenadas a 8 ± 2 °C y temperatura ambiente 25 ± 2 °C en los periodos de 0, 30, 60 y 90 días.
- 2.1.4** Aplicar el método estadístico de ANOVA de 3 factores para determinar la influencia de la concentración de bitartrato de potasio, temperatura y tiempo sobre la cantidad de sacarosa disuelta (grados Brix).

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 JARABES

3.1.1 Generalidades.

Las soluciones son preparaciones líquidas que contienen una o más sustancias químicas disueltas, es decir, dispersas molecularmente en un disolvente o mezcla apropiada de disolventes miscibles entre sí. Dado que las moléculas se dispersan uniformemente en las soluciones, el empleo de éstas como forma farmacéutica, por lo general, garantiza la administración de una dosificación uniforme y la exactitud de las diluciones o mezclas con otras soluciones.

Las soluciones orales que contienen concentraciones altas de sacarosa u otros azúcares han sido tradicionalmente denominadas Jarabes. Una solución de sacarosa en agua purificada cercana al punto de saturación, se denomina Jarabe o “Jarabe simple”.⁽²⁾

Además de la sacarosa y otros azúcares, se pueden incluir ciertos polialcoholes como sorbitol o glicerina en soluciones orales para inhibir la cristalización y modificar la solubilidad, el sabor, la palatabilidad y otras propiedades del vehículo. Por lo general, contienen agentes antimicrobianos para impedir la proliferación de bacterias, levaduras y hongos filamentosos.

Es muy importante que la concentración de la sacarosa no se aproxime mucho a su punto de saturación ya que esta condición puede dar lugar a cristalización por cambios de temperatura. Las soluciones diluidas de sacarosa constituyen un excelente medio de cultivo para muchos microorganismos en cambio las soluciones concentradas retardan su crecimiento.

Cuando se prepara el jarabe en caliente se produce una ligera inversión de la sacarosa, la velocidad de esta inversión es grandemente acelerada por la presencia de ácidos, ya que el ión H^+ actúa como un catalizador en esta reacción hidrolítica.

El azúcar suele ser sacarosa en concentración cercana a saturación (65–85% p/v).⁽¹²⁾ La densidad, entre 15 y 20° C para el jarabe simple es de 1.32 g/mL, cuando solo tiene agua como vehículo. De igual manera se puede incorporar algo de etanol que sirve para ayudar a la disolución de algunos principios activos y excipientes.

La función del azúcar en el jarabe es como edulcorante, conservante (a altas concentraciones hace que no sea un buen medio para los microorganismos por efectos osmóticos, ya que atrae el agua del interior de las células). Aunque sí disminuye la temperatura puede precipitar parte del azúcar y quedar agua libre donde si puede aparecer contaminación por microbios. El azúcar se incorpora a concentración cercana a saturación junto con un conservante. También es viscosante y mejora el sabor, ayudando a que el preparado sea más agradable por lo cual el dulzor es más prolongado.

3.1.2 Composición y propiedades de los jarabes simples.⁽⁴⁾

Los jarabes simples están compuestos de la siguiente manera:

- Vehículo (agua purificada).
- Azúcares (edulcorantes que aportan el sabor dulce y la viscosidad al preparado) en la industria farmacéutica se utiliza principalmente la sacarosa.
- Coadyuvantes (conservantes antimicrobianos, que se incorporan en función de si el propio preparado tiene o no propiedades antimicrobianas y si el azúcar no está a saturación, se emplea sobre todo el ácido benzoico, benzoato sódico y los parabenos como el metilparaben y propilparaben).

Algunas características y propiedades que poseen los jarabes son:

- Contienen alta concentración de azúcar entre el 65 y 85 %.
- Viscosidad de 100 cP.
- Se presentan como líquidos homogéneos, transparentes, brillantes, incoloros o coloreados, de sabor y olor agradable. (2)

3.1.3 Materias primas

3.1.3.1 Sacarosa. (9)

La sacarosa es el azúcar más utilizado por la industria farmacéutica para la elaboración de jarabes ya que contienen alta proporción de esta, no sólo para lograr dulzura y viscosidad, sino estabilidad frecuente a microorganismos por la falta de disponibilidades de agua.

La sacarosa se obtiene principalmente de *Saccharum officinarum linneo*, (caña de azúcar), las raíces de remolacha y sorgo; es un producto importante en la fotosíntesis de las plantas. Así mismo, constituye la forma en la que los carbohidratos, producidos en las hojas por la fotosíntesis, son transportados hacia los órganos de almacenamiento como semillas, tubérculos o raíces. La sacarosa es también conocida como: α -D-lucopiranosido, lucopiranosido, β -D-fructopiranosil, azúcar, azúcar de caña, azúcar de remolacha. Presenta una fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$ y un peso molecular de 342.30 g/mol, su estructura química se muestra en la Figura N°1.

1 g de sacarosa se disuelve en 0.5 mL de agua a temperatura ambiente y en 0.2 mL de agua en ebullición, es poco soluble en alcohol ya que 1g se disuelve en 170 mL de este solvente. Se presenta como cristales incoloros o blancos, en masa o bloques cristalinos o polvo cristalino blanco inodoro de sabor dulce y estable al aire, funde con descomposición entre 160° C - 185° C. Su rotación específica a 20° es no menor de +65.9, no reduce el reactivo de Fehling ni

siquiera en solución caliente. La sacarosa es hidrolizada por ácidos minerales diluidos lentamente en frío, y con rapidez al calentarlo en una molécula de dextrosa y otra de levulosa y el producto se denomina azúcar invertida ⁽⁵⁾ tal como se muestra en la Figura N°2.

La sacarosa se utiliza ampliamente como agente edulcorante y demulcente; aumenta la viscosidad y consistencia de los líquidos formando parte de la composición de los jarabes. Se usa como excipiente de comprimidos y grageas. Está contraindicada en individuos con síndrome de malabsorción de glucosa-galactosa, intolerancia a la fructuosa o insuficiencia del enzima sacarosa-isomaltasa. Debe usarse con precaución en personas con diabetes mellitus.

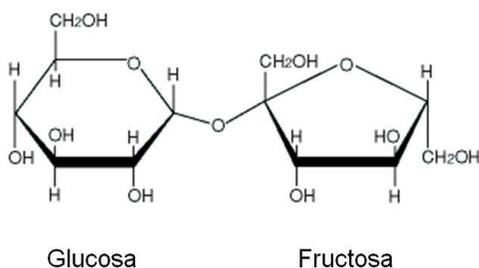


Figura N°1 Estructura química de la sacarosa

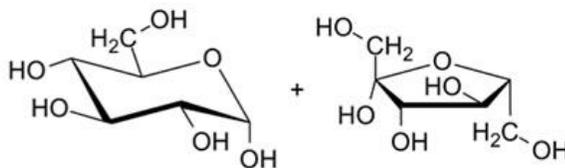


Figura N°2 Estructura química de azúcar invertida

Clasificación taxonómica de la caña de azúcar. ⁽⁵⁾

- Orden: *Poales*
- Familia: *Poaceae*

- Género: *Saccharum*
- Especie: *officinarum*
- Nombre científico: *Saccharum officinarum linneo*

La caña de azúcar es una gramínea tropical que pertenece a la misma tribu (Andropogoneae) que el pasto y el maíz se caracteriza por su alto contenido de sacarosa, cuenta con características morfológicas que pueden variar de acuerdo a las condiciones ambientales donde se desarrolla, algunos investigadores piensan que *Saccharum officinarum linneo* provienen de Nueva Guinea.

Raíz

El sistema radicular de la caña, funciona como ancla para la planta y para la absorción del agua y los nutrientes minerales del suelo. Son de forma cilíndrica y están formadas por la cofia, el punto de desarrollo, la región de elongación y la región de pelos radiculares. La cofia es la encargada de darle protección al punto de desarrollo, de los daños mecánicos, puesto que las raíces continuamente llegan al contacto con partículas densas del suelo y con rocas.

Tallo

posee un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 3 o 5 cm de diámetro, los tallos de la caña de azúcar están formados por anillos de crecimiento denominados nudos y entrenudos. El tallo de la caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, siendo el órgano más importante ya que en él se almacenan y distribuyen los azúcares.

Hojas

Las hojas son láminas largas, delgadas y planas que miden generalmente entre 0.90 a 1.5 m de largo y varían de 1 a 10 cm de ancho, según la variedad. La vaina o parte inferior de la hoja que está pegada al tallo en el nudo es el soporte de la lámina de la hoja. Es de forma tubular más ancha en la base y gradualmente se

estrecha hacia la banda ligular. Las hojas están a menudo cubiertas con pelos y tienen numerosas aberturas que se conocen con el nombre de estomas.

Inflorescencia: Es una panícula formada por pequeñas flores perfectas y sedosas, llamadas espigas. La floración es un proceso natural que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para iniciar el período reproductivo.

Características del cultivo de la caña de azúcar. ⁽⁹⁾

Cultivo plurianual, se corta cada 12 meses y la plantación dura aproximadamente 5 años. La caña de azúcar tiene una riqueza de sacarosa de 14 % aproximadamente, aunque tiende a variar a lo largo de toda la recolección, ésta se extrae para obtener azúcar blanca o morena, tiene también aproximadamente 40 kg de melaza y 150 kg de bagazo por tonelada métrica de caña. Hay otros subproductos de menor importancia como los compost agrícolas, vinazas, etc.

Sacarosa: es el azúcar de uso doméstico e industrial y es la más común en el reino vegetal, esta se encuentra en todas las partes de la caña de azúcar, pero abunda más en el tallo donde se encuentra en las vacuolas del almacenamiento de las células (parénquima). La sacarosa es menos abundante en las regiones que se encuentran en crecimiento activo, especialmente las proporciones blandas del extremo del tallo.



Figura N° 3 *Saccharum officinarum* Linneo (caña de azúcar)

Obtención de la sacarosa. ⁽⁹⁾

La sacarosa se obtiene principalmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum linneo*) y se utiliza ampliamente como materia prima industrial en la fabricación de una amplia gama de productos. Entre ellos, unos de los más importantes, el azúcar tradicional y la orgánica.

Existen diferentes presentaciones de sacarosa, a continuación, se presentan los principales:

- **Mascabado.** Es un azúcar granulado sin refinar y con restos de melaza de caña que le dan el aroma y sabor característico. Principalmente se utiliza para bebidas, confitería, productos de cereales, salsas y aderezos, caramelos y en pastelería.
- **Estándar o morena.** Azúcar crudo, sin refinar, de granos finos con una ligera película dorada de miel. Esta presentación es la más consumida por la población, se utiliza para bebidas, confitería, mezclas secas, productos de belleza y panadería.
- **Refinada.** Azúcar granulada de color blanca con menor grado de impurezas lograda mediante la purificación, decoloración y recristalización del azúcar crudo. Se ocupa para la panadería, confitería, mezclas secas, bebidas y en la rama de la farmacéutica. Tiene un alto contenido de sacarosa, bajo contenido de humedad y cenizas, además los cristales son más finos que el azúcar común.
- **Glass.** Azúcar estándar finamente pulverizada y de textura suave mezclada con un máximo de 5% de fécula de maíz. Es adecuada para elaborar glaseados, espolvoreados, crema para galletas y mezcla de polvos.

Se utiliza en la industria de la confitería y farmacéutica. Su poder edulcorante reduce el consumo de calorías por la mitad, tiene un alto contenido de sacarosa y bajo contenido de humedad y cenizas.

3.1.3.2 Conservantes antimicrobianos.

El propilparaben y metilparaben son los agentes antimicrobianos más utilizados en la Industria Farmacéutica en diversas formas farmacéuticas ya que son eficaces contra una amplia gama de microorganismos.

Propilparaben. ⁽⁷⁾

Sus sinónimos son: Sodium propilis parahydroxybenzoas, parahidroxibenzoato de propilo sódico, nipasol sódico, oxibenzoato de propilo sódico, propagín sódico, propil hidroxibenzoato sódico, propil hidroxibenzoato soluble. Se presenta como un polvo cristalino blanco, higroscópico, inodoro o casi inodoro e insípido.

Es soluble en una parte de agua; 50 partes de alcohol de 95°; 2 partes de alcohol de 50°; prácticamente insoluble en aceites fijos. Una solución acuosa al 0.1 %, tiene un pH de 9.5-10.5. Su fórmula y peso molecular son $C_{10}H_{11}NaO$ y 202.2 g/mol respectivamente.

Disminuye su actividad antimicrobiana en presencia de tensoactivos no iónicos, incompatibles con atropina, hierro, sorbitol, álcalis débiles y ácidos fuertes. Se debe almacenar en recipientes herméticamente cerrados y en un lugar fresco y seco.

Al igual que otros parabenos se utiliza como conservante con propiedades antimicrobianas y anti fúngicas presentando una acción directa sobre la membrana y entrando en competencia con las coenzimas. Es activo en un rango de pH de 4-8, aunque generalmente es más efectivo a pH ácidos, debido a que en medios básicos se encuentra como anión fenolado.

Se emplea en preparaciones farmacéuticas tanto tópicas como orales a una concentración del 0.05-0.25 %. Su actividad puede incrementarse al asociarse con otros parabenos, generalmente hidroxibenzoatos de cadena alquílica corta,

como el metilparaben. Además, es utilizado ampliamente en la industria cosmética y en alimentación. Se han dado reacciones de hipersensibilidad a los parabenos, especialmente del tipo lento, que aparecen como dermatitis de contacto cuando se usan tópicamente, aunque también se han observado después de su utilización oral.

No debe utilizarse en preparaciones con pH inferior a 4 o superior a 8, ya que disminuye su acción.

Metilparaben. ⁽⁷⁾

Sus principales sinónimos son: Methylis parahidroxi benzoas, éster metílico del ácido 4-hidroxibenzoico, éster metílico del ácido paraoxibenzoico, metil hidróxibenzoato, metagín, metilparabeno, nipagín, nipagina, oxibenzoato de metilo, p-oxibenzoato de metilo, parametil.

Se presenta como un polvo fino cristalino blanco o cristales incoloros, inodoros o casi inodoros e insípidos, aunque produce sensación de quemazón en boca y lengua, seguida de adormecimiento. Es soluble en 400-500 partes de agua, 20 partes de agua a 100 °C; 3-3.5 partes de acetona; 40 partes de cloroformo; 10 partes de éter; 2 partes de metanol; 3 partes de propilenglicol; 40 partes de aceites vegetales calientes y 60 partes de glicerina caliente, dando en ambos casos soluciones transparentes al enfriar.

Su fórmula y peso molecular son $C_9H_8O_3$ y 152.1 g/mol respectivamente; presenta un punto de fusión de 125-128 °C, es incompatible con aceites esenciales, alginato sódico, atropina, bentonita, goma de tragacanto, sorbitol, talco y trisilicato magnésico. Su actividad se disminuye en presencia de surfactantes no iónicos, como el Tween 80 pudiendo corregir esto mediante la adición de propilenglicol al 10 %.

Se debe almacenar en recipientes herméticamente cerrados y en un lugar fresco y seco, las soluciones acuosas con pH de 3-6 son estables a temperatura ambiente durante 4 años. Al igual que otros parabenos se utiliza como

conservante antimicrobiano en preparaciones farmacéuticas de uso tópico y oral. Así como en cosméticos e industria alimentaria en una concentración de hasta el 0.25%, presentando actividad en un rango de pH entre 4 y 8. Tiene un amplio espectro de acción antimicrobiana, sobre todo frente a bacterias gram positivas, siendo también efectivo frente a levaduras y mohos. Se potencia su actividad antimicrobiana asociando dos parabenos. Se han dado reacciones de hipersensibilidad a estos, especialmente del tipo lento, que aparecen como dermatitis de contacto cuando se usan tópicamente, aunque también se han observado después de su utilización oral. No debe utilizarse en preparaciones con pH inferior a 4 o superior a 8, ya que disminuye su acción.

3.1.3.3 Agua destilada. ⁽⁷⁾

El agua es el elemento más empleado en la Industria Farmacéutica. No sólo es una materia prima del proceso productivo, sino que además es usada para procesos de limpieza y enjuague, estando en contacto continuo con una gran variedad de productos y equipos farmacéuticos.

El proceso de producción y distribución de agua purificada, agua de alta pureza, y Agua para Inyectables, así como el mantenimiento de los sistemas de producción, es un aspecto crítico para la Industria Farmacéutica.

El agua es el solvente por excelencia y posee propiedades fisicoquímicas que la hacen única; entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- Alto Punto de ebullición.
- Alta tensión superficial.
- Alta capacidad calórica.
- Alta presión de vapor.
- Alta polaridad.

- Solubiliza gran cantidad de sustancias.

El agua purificada es el agua destinada para la preparación de medicamentos, que no deben ser necesariamente estériles o exentos de pirógenos, salvo excepción justificada y autorizada. Se prepara por destilación, intercambio iónico o cualquier otro procedimiento adecuado, a partir de agua destinada al consumo humano con las características que establezca la autoridad competente. Se presenta como un líquido transparente e incoloro, inodoro o insípido.

En farmacia se utiliza como vehículo y solvente. Se usa además para la elaboración de las formas posológicas para administración oral, así como para preparaciones farmacéuticas estériles de uso externo como colirios y preparados dermatológicos, pero estos deben esterilizarse antes de ser usados.

3.1.4 Métodos de preparación de jarabes

Los jarabes se preparan de diversas maneras y la selección del método apropiado depende de las características físicas y químicas de las sustancias que forman parte de la preparación.

Existen dos métodos para elaborar jarabes, método en caliente y método en frío.

3.1.4.1 Método en caliente. ⁽¹¹⁾

Este método es habitual cuando los componentes principales del jarabe no son volátiles ni termolábiles y cuando se desea una preparación rápida. La sacarosa por lo común se agrega al agua purificada o a la solución acuosa y se calienta hasta obtener la solución; luego se filtra la solución y se agrega una cantidad suficiente de agua purificada hasta completar el peso o el volumen deseados. El calentamiento excesivo de jarabes a temperatura de ebullición es indeseable

debido a que invariablemente se produce un cierto grado de inversión de la sacarosa, con una mayor tendencia a la fermentación.

3.1.4.2 Método en frío. ⁽¹¹⁾

Es más lento que el método de preparación de jarabes en caliente y se utiliza en casos en los cuales el calor se asocia con pérdida de componentes volátiles importantes, el producto final es más estable. Todos los jarabes se pueden alterar por factores intrínsecos y extrínsecos. Puede haber cristalización del azúcar, inversión de la sacarosa y contaminación microbiana. Para evitar la cristalización se debe mantener una temperatura adecuada y evitar pérdidas de agua. También podemos añadir disolventes o sustituir parte del azúcar por glicerina, sorbitol u otros edulcorantes.

3.2 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA JARABES.

3.2.1 Características organolépticas

Transparencia: Deben ser límpidos, brillantes y transparentes, sin partículas extrañas.

Sabor: Dulce y agradable al paladar.

3.2.2 Pruebas fisicoquímicas

3.2.2.1 pH.

Los métodos electrométricos para la determinación del pH se basan en la diferencia de potencial eléctrico entre dos electrodos apropiados sumergidos en una solución que contiene iones hidronio depende de la concentración o actividad de éste.

3.2.2.2 Densidad.

La densidad se define como la masa de una unidad de volumen de la sustancia a 25°C, expresada en kilogramos por metro cúbico o en gramos por centímetro cúbico $\left(1000 \frac{Kg}{m^3} = 1 \frac{g}{cm^3}\right)$.

La densidad relativa expresa la relación entre la densidad absoluta de una sustancia y una densidad absoluta de referencia, resultando una magnitud adimensional y, por tanto, sin unidades. La densidad esperada para un jarabe a 25° C es 1.32 g/cm³.

3.2.2.3 Conductividad.

La conductividad (k), es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transmitir una corriente eléctrica y es igual al recíproco de la resistividad de la solución. Dicha capacidad depende de la presencia de iones; de su concentración, movilidad y valencia, y de la temperatura ambiental.

Las soluciones de la mayoría de los compuestos inorgánicos (ej. aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato) son relativamente buenos conductores. Por el contrario, moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas (ej. aceites, fenoles, alcoholes y azúcares) son pobres conductores de una corriente. La conductividad se reporta en miliSiemens por metro (mS/m).

La Conductimetría se basa en el hecho de que las soluciones electrolíticas se comportan como conductores eléctricos donde los iones en solución son los responsables del transporte de cargas.

3.2.2.4 Determinación de viscosidad.

La viscosidad es una propiedad de los líquidos que está estrechamente relacionada con la resistencia al flujo. Se define en términos de la fuerza necesaria para mover de manera continua una superficie plana sobre otra, en

condiciones constantes especificadas, cuando el espacio entre ellas está ocupado por el líquido en cuestión. Se define como la tensión de cizallamiento dividida por la velocidad de cizallamiento. La unidad básica es el poise; sin embargo, las viscosidades que se encuentran comúnmente representan fracciones de un poise, de manera que el centipoise es la unidad que resulta más conveniente y tiene una equivalencia de 1 poise =100 centipoise. La especificación de la temperatura es importante, ya que la viscosidad cambia con la misma; por lo general, la viscosidad disminuye a medida que se eleva la temperatura.

3.2.3 Grados Brix.

Los grados Brix proporcionan una medida objetiva de la concentración de azúcares disueltos en un producto y de la idea del nivel de dulzura del mismo. El refractómetro es un equipo que proporciona una lectura del índice de refracción de una muestra líquida a la vez da el valor de los grados Brix que la muestra presenta. ⁽⁵⁾

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles (generalmente sacarosa) presentes en jugos, pulpas, refrescos u otros, expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta, o en las bebidas gaseosas.

Se determina empleando un refractómetro calibrado a 20°C. Si las muestras se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura, ver anexo N°7 y N°8.

Para los jarabes de sacarosa comercial la concentración es muy importante, pues esto determina el poder edulcorante que tendrá el producto. La concentración promedio de dichos productos oscila entre los 55 y 70 °Brix. ⁽¹³⁾



Figura N°4 Refractómetro portátil

3.2.4 Refractometría.

La Refractometría se basa en la medición del índice de refracción de sustancias líquidas o sólidas; se utiliza en determinaciones cualitativas para la identificación de compuestos, o bien cuantitativas para conocer la concentración. El fenómeno de la refracción consiste en la desviación de trayectoria que sufre un haz de radiación monocromática al pasar desde el vacío a otro medio material de distinta densidad (figura N°5).

A nivel molecular este fenómeno se debe a la interacción entre el campo eléctrico de la radiación y los electrones de las moléculas, originándose temporalmente momentos dipolares inducidos.

Actualmente se tiene una aplicación importante de la refractometría en pruebas de control de calidad de jarabes, jugos, aceites, vidrio, hidrocarburos aromáticos entre otros, así como en las áreas de investigación y desarrollo de nuevos productos, de la industria alimenticia, química, petroquímica, farmacéutica, etc.

Cuando un haz de luz que se propaga por un medio ingresa a otro distinto, una parte del haz se refleja mientras que la otra sufre una refracción, que consiste en el cambio de dirección del haz.

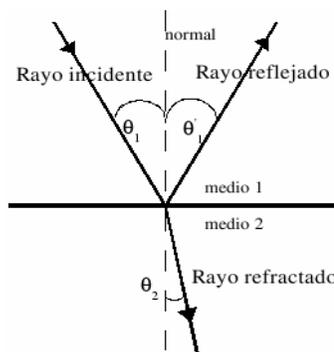


Figura N°5 Esquema del fenómeno de refracción.

Se puede relacionar el índice de refracción de dos medios con el ángulo de incidencia del mismo mediante la ley de Snell o ley de la refracción:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

θ_1 : ángulo entre el haz incidente y la normal (perpendicular) a la superficie.

θ_2 : ángulo entre el haz refractado y la normal a la superficie, el ángulo de incidencia θ_1 es igual al ángulo de reflexión θ'_1 .

La refracción involucra la determinación de:

- El Índice de refracción de una sustancia (n).
- El porcentaje de Sólidos Solubles (°BRIX).

3.2.4.1 APLICACIONES DE LA REFRACTOMETRÍA.

Cualitativamente:

- Para describir (Identificar y Caracterizar) una especie química por ejemplo aceites y grasas.
- En la identificación de sustancias desconocidas por comparación con valores tabulados en la literatura.
- En la identificación de compuestos puros, correlacionado con los puntos de ebullición y fusión.

Cuantitativamente:

- Para medir la pureza de un compuesto.
- Evaluación de calidad en grasas y aceites.
- Control de procesos de hidrogenación.
- Determinación de sólidos solubles en frutas y productos de frutas tales como jaleas, mermeladas, néctares, pulpas, etc.
- Determinar la concentración de soluciones acuosas de azúcar (de concentración total de carbohidratos).

3.2.5 Proceso de cristalización de la sacarosa.

La cristalización es un proceso donde se forman partículas sólidas a partir de una fase homogénea. En la cristalización la solución se concentra y se enfría hasta que la concentración del soluto es superior a su solubilidad a esta temperatura, el soluto de la solución forma cristales y el equilibrio se alcanza cuando la solución está saturada.

La solubilidad depende principalmente de la temperatura, mientras que la presión tiene un efecto despreciable sobre ella. La mayor parte de los materiales presentan curvas similares de solubilidad en función de la temperatura, pero puede aumentar o disminuir con la temperatura. La formación de un cristal requiere el nacimiento de una nueva partícula, o sea la nucleación y su crecimiento hasta tamaño macroscópico.

El potencial impulsor para ambas velocidades es la sobresaturación y en una disolución no saturada o saturada pueden formarse cristales muy pequeños que actúan como núcleos para un posterior crecimiento. La sobresaturación puede generarse de una disolución saturada por simple enfriamiento y reducción de la temperatura. Si la solubilidad es relativamente independiente de la temperatura, la causa más probable es la evaporación de una parte del disolvente. La sacarosa puede provocar cristalizaciones por fermentación fúngica, la sacarosa

pasa a glucosa y levulosa, que al proseguir la fermentación se desprenderá anhídrido carbónico y quedará etanol en el jarabe. En principio el etanol es un buen conservante, evitando la proliferación de hongos, pero la alteración progresa como fermentación acética, que produce un olor desagradable en la solución.

Otros factores que pueden afectar la cristalización es la evaporación del solvente, lixiviación y difusión.

3.3 BITARTRATO DE POTASIO. ⁽¹⁰⁾

EL ácido tartárico (C₄H₆O₄) forma sales ácidas estables, las principales son: el tartrato ácido de potasio (C₄H₅KO₆), tartrato sódico potásico (sal de la Rochela), tartrato antimónico potásico, tartrato de calcio. El crémor tártaro o bitartrato de potasio se produce por combinación de soluciones de ácido tartárico obtenidas en la fabricación de este ácido con una solución de sal de Rochela (KNaC₄H₄O₆) se añade también sulfato de potasio (K₂SO₄). La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



3.3.1 Propiedades del bitartrato de potasio. ⁽¹⁰⁾

Algunos sinónimos del bitartrato de potasio son: crémor tártaro, tartrato ácido de potasio, tartrato monopotásico, tartrato potásico hidrogenado y como aditivo E 336. Su fórmula molecular es C₄H₅KO₆; una solución de 0.5% p/v posee un pH 3.5; se presenta como polvo cristalino blanco o cristales incoloros, inodoro y con sabor ligeramente ácido. Inalterable al aire. Presenta una solubilidad de 1 g en 162 mL en agua fría y en 16 mL de agua en ebullición, a 20°C presenta una solubilidad de 5.2 g/L. Es incompatible con ácidos, sales de calcio y plomo y óxido de antimonio. La dosis máxima permitida es 4 g/L. ⁽¹⁵⁾

El bitartrato de potasio es una materia prima que se utiliza ampliamente en la industria alimentaria.

Entre los beneficios que otorga a diferentes preparados tenemos los siguientes:

- Estabilizador de claras de huevos, aumentando su tolerancia al calor y aumentando su volumen (facilitando llegar al punto de nieve).
- En pastelería y en confitería se usa para impedir la cristalización del azúcar.
- En la industria panificadora se utiliza para retardar la reacción con el bicarbonato de sodio hasta que se alcanza la temperatura de cocción, liberando CO₂ en tiempo óptimo.
- En la fabricación de caramelos duros.
- Como aditivo en polvo de hornear.
- Clarificación del vino.
- El sabor ligeramente ácido y agradable del bitartrato de potasio y su propiedad de invertir parcialmente la sacarosa lo hacen útil como adición a los caramelos, jarabes y productos similares en los que una inversión parcial evita la cristalización indeseable.

Además, se utiliza en la industria farmacéutica como un agente catártico, agente laxante y diurético.

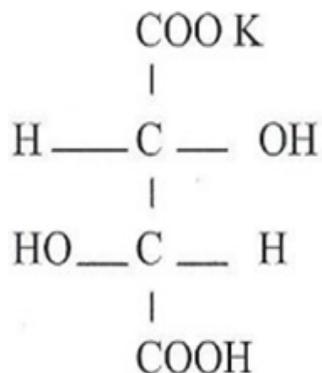


Figura N°6 Estructura molecular del Bitartrato de Potasio.

MODELO MATEMATICO

El análisis estadístico de ANOVA de tres factores se realiza haciendo uso del programa estadístico Startgraphic que es un software diseñado para

facilitar análisis estadístico de datos. Mediante su utilización es posible realizar un análisis descriptivo de una o varias variables, utilizando gráficos que expliquen su distribución o calculando sus medidas características.

Entre sus muchas prestaciones también figuran el cálculo de intervalo de confianza, contrastes de hipótesis, análisis de regresión, análisis multivariantes, así como diversas técnicas aplicadas en control de calidad.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio.

Prospectivo: Se pretende que esta investigación sea utilizada en estudios posteriores.

Experimental: Se realizó siguiendo un diseño experimental en el laboratorio de Química-Física de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

4.2 Investigación bibliográfica.

La revisión se realizó en libros oficiales (USP), no oficiales (Farmacia Remington, tesis, enciclopedias etc.) y artículos científicos cuyos temas se relacionan con el trabajo de investigación. Para ello se consultaron las siguientes bibliotecas:

- Dr. Benjamín Orozco. Universidad de El Salvador; Facultad de Química y Farmacia.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Internet.
- USAM

4.3 Investigación de Campo.

Universo: Jarabes simples con concentración de sacarosa de 80 % p/v.

Muestra: muestras de jarabes con un contenido de sacarosa del 80% p/v y concentraciones de bitartrato de potasio de 0.2, 0.3 y 0.4%.

Se elaboraron 96 muestras de 60 mL distribuidas de la siguiente manera:

1. 24 muestras de jarabe simple al 80% p/v (grupo control), 12 fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C.

Se realizaron las pruebas de control de calidad:

Características organolépticas.

- Sabor, el cual se determinó mediante la realización de una encuesta a un panel no entrenado de catadores. (ver anexo N°1)
- Transparencia.

Características fisicoquímicas.

- pH
- Densidad.
- Conductividad.
- Viscosidad.
- Grados Brix (datos con los cuales se cuantificará la cantidad de sacarosa disuelta).

4.4 Parte Experimental.

Ver materiales, reactivos y equipos en anexo N° 1.

4.4.1 Elaboración de jarabe simple.

La tabla N°2 muestra la composición cuali-cuantitativa de las materias primas utilizadas en la elaboración de muestras de jarabes simples (grupo control) y muestras ensayos.

Tabla N°2 Composición cuali-cuantitativa de las muestras a ensayar

MATERIA PRIMA	CANTIDAD PARA 100 mL	CANTIDAD PARA 1000 mL
Sacarosa comercial (azúcar refinada del Cañal)	80 g	800 g
Propilparaben (Quirsa S.A de C.V)	0.0096 g	0.0965 g
Metilparaben (Quirsa S.A de C.V)	0.0868g	0.8683 g
Bitartrato de potasio (Lab. Hermel S.A de C.V)	Xg *	Xg*
Agua destilada (Universidad de El Salvador)	csp 100 mL	csp 1000 mL

*Cantidad empleada de bitartrato de potasio según concentración elaborada: C₁= 0.2%: 2.00 g/1000 mL; 0.2 g/100 mL; C₂ = 0.3%: 3.00 g/1000 mL; 0.3 g/100 mL; C₃ = 0.4%: 4.00 g/1000 mL; 0.4 g/100 mL.

4.4.1.1 Procedimiento para fabricación de jarabe simple 80%.

1. Limpiar y sanitizar el área de trabajo.
2. Lavar cristalería.
3. Pesar cada una de las materias primas.
4. Calibrar un beaker con capacidad suficiente a 1000 mL (utilizar una probeta de 1000 mL).
5. Colocar 200 mL de agua destilada en un beaker previamente calibrado y calentar hasta una temperatura aproximada de 80°C.
6. Adicionar 0.0965 g propilparaben y agitar mecánicamente con un agitador de vidrio hasta su completa disolución.
7. Agregar 0.8683 g metilparaben y agitar mecánicamente con un agitador de vidrio hasta su completa disolución, controlar temperatura (90 °C) y tiempo de agitación (aproximadamente 5 minutos).
8. Dejar enfriar hasta una temperatura aproximada de 60 °C.
9. Agregar poco a poco y con agitación constante la sacarosa hasta su completa disolución.
10. Aforar con agua destilada.
11. Filtrar en caliente y recibir en un beaker de 1000 mL. (ver anexo N°2)

4.4.1.2 Procedimiento para fabricación de jarabe simple más bitartrato de potasio.

1. Limpiar y sanitizar el área de trabajo.
2. Lavar cristalería.
3. Pesar cada una de las materias primas.
4. Calibrar un beaker con capacidad suficiente a 1000 mL (utilizar una probeta de 1000 mL).
5. Colocar 200 mL de agua destilada en el beaker previamente calibrado y calentar hasta una temperatura aproximada de 80°C.

6. Adicionar 0.0965 g de propilparaben y agitar mecánicamente con un agitador de vidrio hasta su completa disolución.
7. Agregar 0.8683 g de metilparaben y agitar mecánicamente con un agitador de vidrio hasta su completa disolución, controlar temperatura (90°C) y tiempo de agitación (aproximadamente 5 minutos).
8. Dejar enfriar hasta una temperatura aproximada de 60 °C.
9. Agregar 2.0 g de bitartrato de potasio, correspondiente para la concentración de 0.2%, y agitar mecánicamente con agitador de vidrio, hasta su completa disolución.
10. Agregar poco a poco y con agitación constante la sacarosa hasta su completa disolución.
11. Aforar con agua destilada.
12. Filtrar en caliente y recibir en un beaker de 1000 mL. Repetir el procedimiento para las concentraciones de 0.3% y 0.4% agregando 3.0 y 4.0 g de bitartrato de potasio respectivamente. (ver anexo N°2)

4.4.2 Determinación de características organolépticas.

4.4.2.1 Sabor

Se realizó el análisis sensorial del atributo sabor a través de un panel no entrenado de 5 personas cuyas edades figuraban entre los 20-65 años. La forma de degustación se realizó mediante el uso de copitas dosificadoras que contenían 5 mL de las muestras de jarabe preparados, tanto de jarabe simple, como las muestras que contenían diferentes concentraciones de bitartrato de potasio; el procedimiento se describe a continuación:

1. Tomar 5 mL de cada muestra de jarabe y colocarlos en una copa dosificadora.
2. Determinar las características del sabor evaluando si la solución se percibe como dulce, dulce y ligeramente salado o dulce y ligeramente ácido.

3. Limpiar el paladar tomando un sorbo de agua y repetir el procedimiento por duplicado.
4. Documentar el resultado de los sabores percibidos en una encuesta. (ver anexo N°3)

4.4.2.2 Transparencia.

1. Colocar 50 mL de cada muestra de jarabe en un vaso de precipitado de 100 mL.
2. Observar a la luz natural (el líquido debe ser límpido, transparente y sin turbidez). (ver anexo N°3)

4.4.3 Determinación de características fisicoquímicas.

4.4.3.1 pH

La determinación del pH se realizó utilizando un potenciómetro Accumet 13636AP85. (ver anexo N°4)

Calibración del equipo.

1. Para calibrar el medidor de pH, seleccionar dos soluciones amortiguadoras de calibración cuya diferencia de pH no exceda de 4 unidades y de tal manera que el pH esperado del material en análisis se encuentre entre éstos.
2. Llenar un beaker de 10 mL con una de las soluciones amortiguadoras de calibración a la temperatura a la que se medirá el material de prueba.
3. Ajustar el control de calibración para que el valor de pH observado sea idéntico al valor tabulado.
4. Enjuagar los electrodos y la celda con varias porciones de la segunda solución amortiguadora de calibración. Llenar el beaker con esa solución a 25 ± 2 °C (el pH de la segunda solución amortiguadora está dentro de ± 0.07 unidades de pH del valor tabulado).

Lecturas de pH.

La medición de pH se realizó a una temperatura de 8 ± 2 °C y 25 ± 2 °C, esto con el fin de no afectar las condiciones de la muestra.

Se realizó el siguiente procedimiento:

1. Colocar el equipo en la opción medición.
2. Tomar 50 mL de jarabe, colocar en beaker de 100 mL.
3. Sumergir el electrodo en la muestra y hacer la lectura de pH. (para esta prueba no existe especificación).

Nota: Antes y después de cada medición de pH, tanto para la calibración del equipo como para las lecturas de las muestras, se debe lavar el electrodo con suficiente cantidad de agua destilada libre de dióxido de carbono, luego se retira el exceso de agua de la punta del electrodo con papel toalla.

4.4.3.2 Densidad.

La densidad de cada muestra de jarabe simple se realizó mediante el uso de un Densímetro portátil, Anton Paar modelo DMA 35. (ver anexo N°6)

Procedimiento.

1. Inyectar 3 mL de agua destilada en la celda del equipo para eliminar cualquier residuo de muestras utilizadas anteriormente, realizar procedimiento por triplicado.
2. Ambientar el densímetro con la muestra a analizar. Realizar el proceso por triplicado.
3. Inyectar 3 mL de la muestra en el densímetro.
4. Encender el equipo y esperar hasta que se estabilice.
5. Tomar la lectura del dato de densidad y temperatura de la muestra analizada. (ver anexo N°4)

4.4.3.3 Viscosidad.

Para la medición se utilizó un viscosímetro digital modelo BROOKFIELD DV-I PRIME. (ver anexo N°6)

Antes de comenzar las lecturas realizar la limpieza de las partes que estarán en contacto con el jarabe.

Procedimiento de operación previo a tomar medidas.

Antes de tomar una lectura de viscosidad, el viscosímetro debe ser puesto en "auto cero" esto debe realizarse cada vez que el equipo es encendido. El auto cero se realiza con respecto a la viscosidad del aire.

1. Encender el equipo presionando el switch en posición de encendido ON.
2. Esperar unos segundos.
3. No pulsar ninguna tecla en este momento aparecerá una pantalla "Remove spindle press any key" Después de un corto tiempo, la pantalla se borrará y se mostrará "Autozeroing Viscometer".

Selección del spindle.

1. Presionar el botón Select Spindle lo cual causa que los caracteres en la línea superior de la pantalla empiecen a parpadear durante 3 segundos.
2. Si se pulsa y mantiene presionada la tecla de flecha, la pantalla se desplaza a través de los códigos de Spindle durante el tiempo que la flecha se oprime.
3. Cuando se llega al último valor de la lista el código del Spindle se muestra visualizado "roll-over" para el primero o el último código del Spindle y la acción del desplazamiento continúa.

Procedimiento de operación para tomar mediciones.

1. Conectar el spindle al eje rotatorio del aparato, sosteniendo el eje con una mano al conectar el Spindle para evitar problemas en su alineación.

2. Sumergir el Spindle en el seno del fluido, teniendo el cuidado de que el nivel del fluido coincida con la marca de sumersión del Spindle. Tener el debido cuidado de no incorporar burbujas en el seno del líquido en el momento de la sumersión del Spindle.
3. Sumergir en el fluido el sensor de temperatura.
4. Programar en el viscosímetro el número del tipo de Spindle a utilizar.
5. Programar en el viscosímetro la velocidad de giro del Spindle (RPM).
6. Apretar la tecla “motor ON/OFF para que el Spindle comience a girar.
7. Dejar estabilizar la lectura de viscosidad teniendo cuidado de que “el porcentaje de torque” se encuentre dentro del rango 10% - 90% (si no lo está cambiar la velocidad o cambiar el numero o tipo de Spindle.
8. Registrar el valor de viscosidad en conjunto con otros parámetros como: temperatura, velocidad, porcentaje de torque, Spindle (tipo y numero).
9. Apretar la tecla motora ON/OFF” para que el Spindle deje de girar.
10. Remover el Spindle del viscosímetro, limpiarlo y guardarlo. (ver anexo N°4)

4.4.3.4 Conductividad.

La medición se realizó mediante el uso de un pH/conductímetro portátil modelo Accument 13636AP85. (ver anexo N°6).

1. Encender el equipo.
2. Colocar el equipo en función “CAL”.
3. Calibrar el equipo.
4. Realizar lavados al electrodo con agua destilada.
5. Colocar 50 mL de jarabe en un beaker de capacidad adecuada.
6. Introducir el electrodo del conductímetro hasta la marca especificada en el electrodo.
7. Dejar que se estabilice.
8. Anotar el dato de conductividad y temperatura. (ver anexo N°4).

4.4.4 Grados Brix. ⁽¹¹⁾

Se cuantificó la sacarosa en las muestras de jarabes simple y muestra ensayo mediante el uso de un refractómetro portátil modelo BX-50 VEE GEE. (Ver anexo N°6)

1. Filtrar por gravedad 20 mL la muestra de jarabe simple previa a analizar.
2. Tomar una alícuota de 5.0 mL con pipeta volumétrica.
3. Transferir a un balón volumétrico de 10.0 mL.
4. Aforar con agua destilada y homogenizar.
5. Limpiar el lente del prisma con una torunda de algodón humedecida con agua destilada.
6. Colocar una o dos gotas de la solución muestra y extender sobre la superficie del lente. Cerrar la tapa de seguridad, cuidando que no queden burbujas.
7. Colocar a contraluz y observar la escala en grados Brix si es necesario ajustar hasta observar los campos bien definidos.
8. Registrar el valor obtenido de cada muestra analizada.
9. Corregir la lectura para temperatura y para la dilución. (ver anexo N°8 y N°9) y determinar la concentración óptima de bitartrato de potasio para disminuir la cristalización de la sacarosa en jarabes simples mediante la determinación de los grados Brix.

4.4.5 Modelo Matemático.

Se determinó la concentración óptima de bitartrato de potasio para disminuir la cristalización de la sacarosa en jarabes simples mediante la determinación de los grados Brix (refractómetro portátil).

El análisis estadístico se realizó utilizando una ANOVA de 3 factores, haciendo uso del programa estadístico Statgraphics centurion versión 17.2.04 que es un software diseñado para facilitar el análisis estadístico de datos. Mediante su aplicación es posible realizar un análisis descriptivo de una o varias variables,

utilizando gráficos que expliquen su distribución o calculando sus medidas características. Entre sus muchas prestaciones, también figuran el cálculo de intervalos de confianza, contrastes de hipótesis, análisis de regresión, análisis multivariantes como diversas técnicas aplicadas en Control de Calidad. Con este programa se estableció la diferencia significativa que existe en aquellas muestras que contienen bitartrato de potasio y cuál de ellas es la óptima.

Para establecer si existe diferencia significativa entre las concentraciones, el tiempo y la temperatura se establecen las siguientes hipótesis.

Para el factor concentración.

H₀: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es la misma.

H₁: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es diferente en al menos en una de las concentraciones analizadas.

Para el factor tiempo.

H₀: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es el mismo a lo largo del tiempo.

H₁: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es diferente en al menos uno de los tiempos analizados.

Para el factor temperatura.

H₀: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es el mismo a las temperaturas de $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $25^{\circ}\text{C} \pm 2$.

H₁: El valor de los grados Brix en la muestra control y en las muestras con diferentes concentraciones de bitartrato de potasio es diferente en al menos una de las temperaturas de $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Elaboración y distribución de las muestras de jarabe simple al 80% p/v.

Se elaboraron un total de 96 muestras de jarabe simple al 80% p/v conteniendo 60 mL cada una y se distribuyeron en la forma siguiente:

- 24 muestras de jarabe simple al 80% p/v, 12 fueron almacenadas a 8 ± 2 °C y 12 muestras a 25 ± 2 °C, este grupo de muestras fue utilizado como patrón de comparación con las muestras que contenían bitartrato de potasio.
- 72 muestras de jarabe simple al 80% p/v divididas en 3 grupos de 24 muestras cada una, con concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4% de bitartrato de potasio. Para la concentración de 0.2% de bitartrato de potasio, 12 de las muestras se almacenaron a 8 ± 2 °C y 12 se almacenaron a 25 ± 2 °C, para realizar las pruebas de control de calidad descritas en este trabajo en los tiempos de 0, 30, 60 y 90 días, las concentraciones de 0.3% y 0.4% de bitartrato de potasio se trataron de igual manera que en la concentración de 0.2% de bitartrato de potasio.

El proceso de preparación de las muestras elaboradas se especifica en anexo N°2.

5.2 Características organolépticas.

5.2.1 Sabor

Para la determinación del sabor en las muestras control y muestras ensayo (bitartrato de potasio al 0.2, 0.3 y 0.4 %) se realizó una encuesta a un panel no experimentado de catadores por medio de la degustación a las muestras antes mencionadas.

En la figura N°7 se muestran los datos del sabor obtenidos a la temperatura de 8 ± 2 °C para los tiempos de 0, 30, 60 y 90 días para las muestras control y concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4 % de bitartrato de potasio.

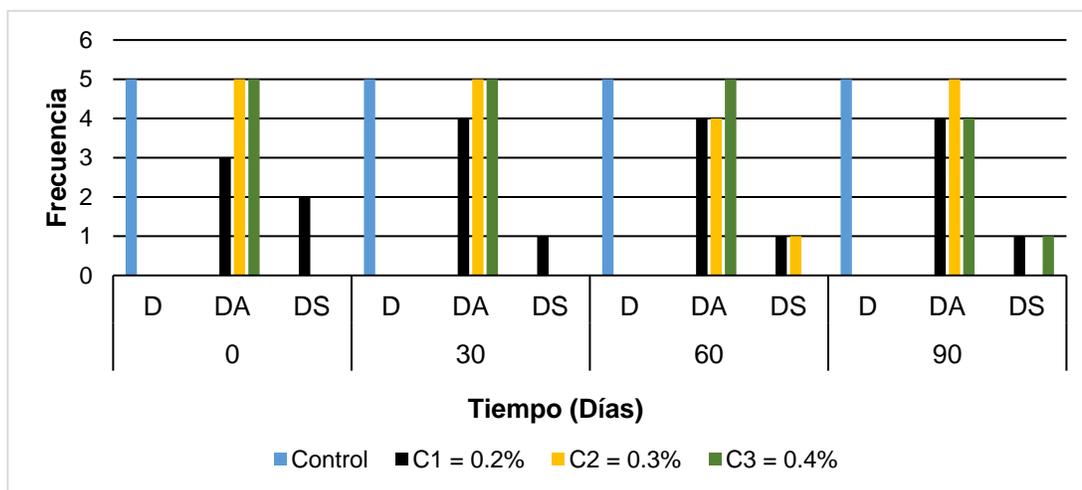


Figura N°7: Gráfico comparativo de los resultados en la prueba de sabor para cada concentración y tiempo a la temperatura de 8 ± 2 °C.

En la figura N° 7 se evidencia que para el grupo control los resultados se mantienen constantes para cada uno de los tiempos evaluados según la encuesta realizada, el total de los catadores concuerdan sobre el sabor dulce del jarabe.

Para las muestras que contenían bitartrato de potasio la tendencia del sabor descrito por los catadores es dulce y ligeramente ácido en todas las concentraciones y tiempos evaluados; estos resultados se deben a la naturaleza ácida del bitartrato de potasio.

En la figura N°8 se muestran los datos del sabor obtenidos a la temperatura de 25 ± 2 °C para los tiempos de 0, 30, 60 y 90 días para las muestras control y concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4 % de bitartrato de potasio.

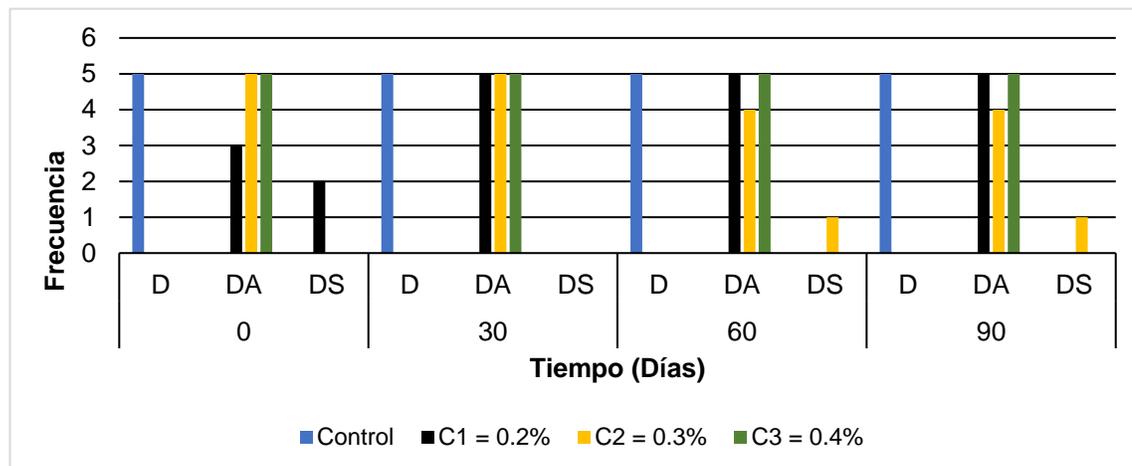


Figura N°8: Gráfico comparativo de los resultados en la prueba de sabor para cada concentración y tiempo a la temperatura de 25 ± 2 °C.

En la figura N° 8 se puede observar que para el grupo control los resultados se mantienen constantes para cada uno de los tiempos evaluados, ya que, según la encuesta realizada, el total de los catadores concuerdan sobre el sabor dulce del jarabe.

Para las muestras que contenían bitartrato de potasio la tendencia del sabor descrito por los catadores al igual que en la temperatura de 8 ± 2 °C es “dulce y ligeramente ácido” en todas las concentraciones y tiempos evaluados, esto debido a que por su naturaleza ácida y al estar disuelto en solución provoca un viraje de pH, haciendo mucho más ácidas las muestras de jarabes.

5.2.2 Transparencia.

En la tabla N°4 se pueden observar los resultados obtenidos en la determinación de transparencia para grupo control y muestras ensayo (concentraciones de bitartrato de potasio de 0.2, 0.3 y 0.4 %), bajo las temperaturas de 8 ± 2 °C y 25 ± 2 °C, en los tiempos de 0, 30, 60 y 90 días.

Tabla N°4: Resultados respecto a la transparencia en los tiempos establecidos y las respectivas temperaturas.

Temperatura	8 ± 2 °C				25 ± 2 °C			
Tiempo	0	30	60	90	0	30	60	90
	Control							
Transparente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Concentraciones de Bitartrato de potasio 0.2, 0.3 y 0.4 %							
Transparente					✓			
Opalescente	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

En la determinación de transparencia, las muestras que contenían bitartrato de potasio mostraron opalescencia a la temperatura de 8 ± 2 °C en los tiempos de 0,30,60 y 90 días, mientras que en las muestras sometidas a 25 ± 2 °C se presentó este mismo efecto a partir de 30 días.

Las muestras control se mantuvieron límpidas y transparentes sin la presencia de turbidez a lo largo del tiempo y manteniendo esta descripción en las temperaturas empleadas en este análisis, características esperadas en un jarabe simple.

La opalescencia observada en las muestras que contenían bitartrato de potasio es ocasionada por la precipitación de los agentes antimicrobianos, ya que al incorporarse una materia prima que es más soluble en agua (bitartrato de potasio), provoca que el agua libre del sistema no sea suficiente para mantenerlos disueltos.

5.3 Pruebas Fisicoquímicas

5.3.1 pH

En la tabla N°5 se muestran los resultados obtenidos en la determinación de pH, los cuales se hicieron por triplicado, para las diferentes muestras en las condiciones de tiempo y temperatura especificadas.

Tabla N°5: Valores de pH de las muestras, en los tiempos establecidos y a las temperaturas $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Unidades de pH							
$8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$				$25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$			
0 días							
Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %	Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %
6.90	3.88	3.77	3.77	6.52	4.33	3.77	3.70
6.70	3.50	3.64	3.75	6.70	3.98	3.80	3.66
6.80	6.68	3.62	3.69	6.80	3.98	3.85	3.59
30 días							
6.08	3.54	3.56	3.50	6.43	3.71	3.58	3.57
5.05	3.54	3.54	3.51	6.53	3.66	3.57	3.58
6.03	3.54	3.57	3.50	6.41	3.62	3.59	3.62
60 días							
6.40	3.23	3.25	3.31	6.40	3.50	3.54	3.48
6.90	3.28	3.29	3.32	6.80	3.56	3.43	3.56
6.80	3.26	3.25	3.31	6.51	3.38	3.52	3.41
90 días							
6.60	3.40	3.31	3.33	6.71	3.54	3.46	3.52
6.70	3.25	3.35	3.32	6.80	3.61	3.55	3.51
6.58	3.24	3.28	3.31	6.78	3.51	3.51	3.51

Los resultados obtenidos en la tabla N° 5 se representan gráficamente en las figuras N° 9 y N°10. En estas se puede observar la disminución drástica de pH tanto en las temperaturas de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ como $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, para las muestras que contenían bitartrato de potasio comparadas con las muestras del grupo control.

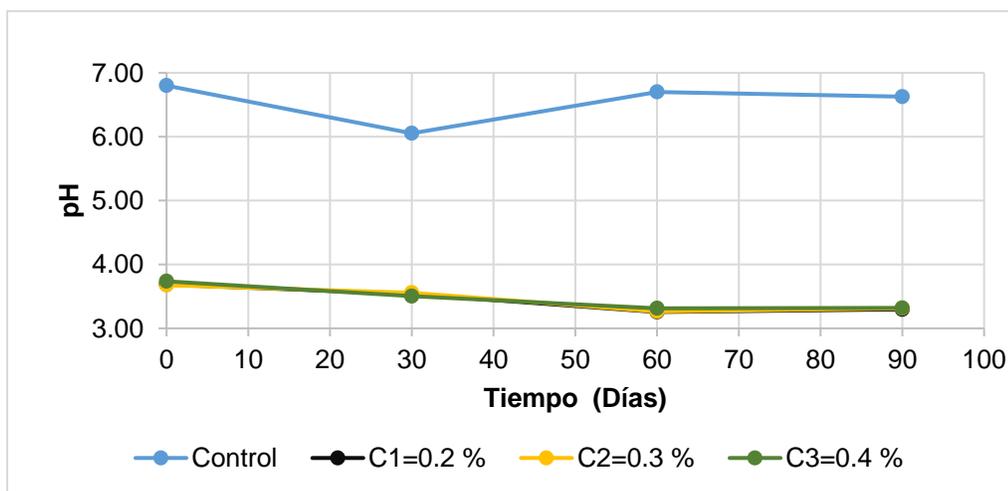


Figura N°9: Gráfico pH vrs tiempo para cada concentración a la temperatura de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

En la figura N° 9 se evidencia el descenso de pH ante la presencia del bitartrato de potasio, debido a que este compuesto tiene una naturaleza ácida, por lo cual al estar disuelto genera iones Hidrogeno que vuelven la solución ácida.

Para las concentraciones estudiadas de bitartrato de potasio 0.2, 0.3 y 0.4% el rango de pH obtenido en todas las muestras es similar, ya que el rango oscila entre 3.23 a 3.88.

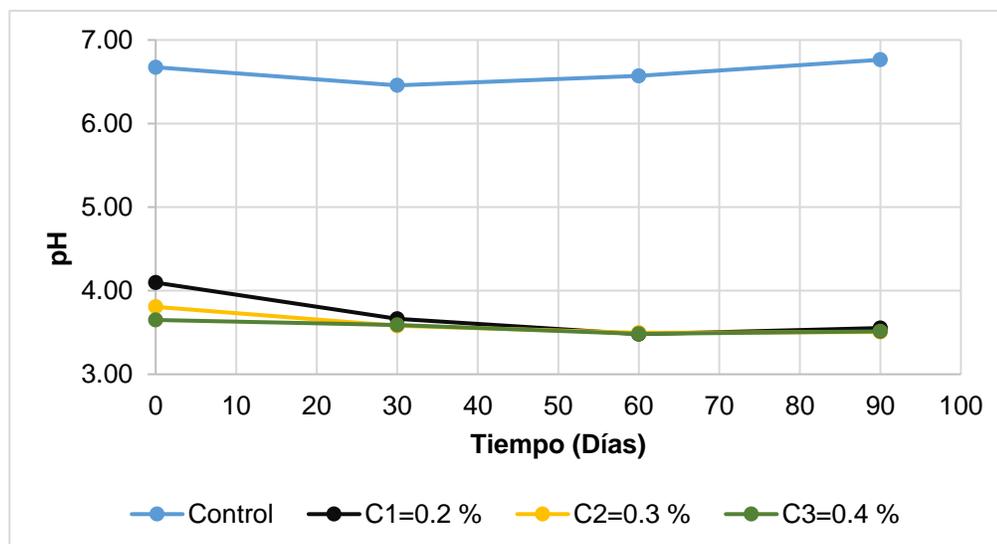


Figura N°10: Gráfico pH vrs tiempo para cada concentración a la temperatura de 25 ± 2 °C.

En la figura N° 10 se observa la disminución del pH por la presencia del bitartrato de potasio, debido a que este compuesto tiene una naturaleza ácida, provocada por los iones Hidrogeno que vuelven ácida la solución.

5.3.2 Densidad.

En la tabla N°6 se presentan los resultados de los valores de densidad, por triplicado, para las muestras control y muestras ensayo.

Tabla N°6: Resultados de determinación de densidad, para las temperaturas de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Densidad (g/cm ³)							
$8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$				$25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$			
0 días							
Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %	Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %
1.3162	1.3165	1.3123	1.3156	1.3085	1.3044	1.3065	1.3028
1.3158	1.3145	1.3231	1.3152	1.3106	1.3025	1.3078	1.304
1.3252	1.3154	1.3235	1.3147	1.309	1.3062	1.3052	1.3062
30 días							
1.3054	1.3127	1.3144	1.3164	1.3055	1.308	1.3076	1.3077
1.3155	1.3136	1.3122	1.3166	1.3055	1.2878	1.2982	1.3007
1.3154	1.3158	1.3265	1.3114	1.3054	1.304	1.3165	1.2992
60 días							
1.3093	1.3104	1.3111	1.3452	1.3065	1.3013	1.3095	1.315
1.3103	1.304	1.3113	1.347	1.308	1.2899	1.302	1.3085
1.3138	1.306	1.3234	1.3168	1.3092	1.3114	1.318	1.2998
90 días							
1.3152	1.3042	1.3202	1.3127	1.3126	1.2868	1.3103	1.3133
1.316	1.2883	1.3063	1.3127	1.313	1.2168	1.3042	1.3133
1.3149	1.3117	1.3074	1.3056	1.3128	1.2101	1.3066	1.3102

Los valores de los resultados para densidad, se observan gráficamente para cada grupo de muestras en las figuras N°11 y N°12.

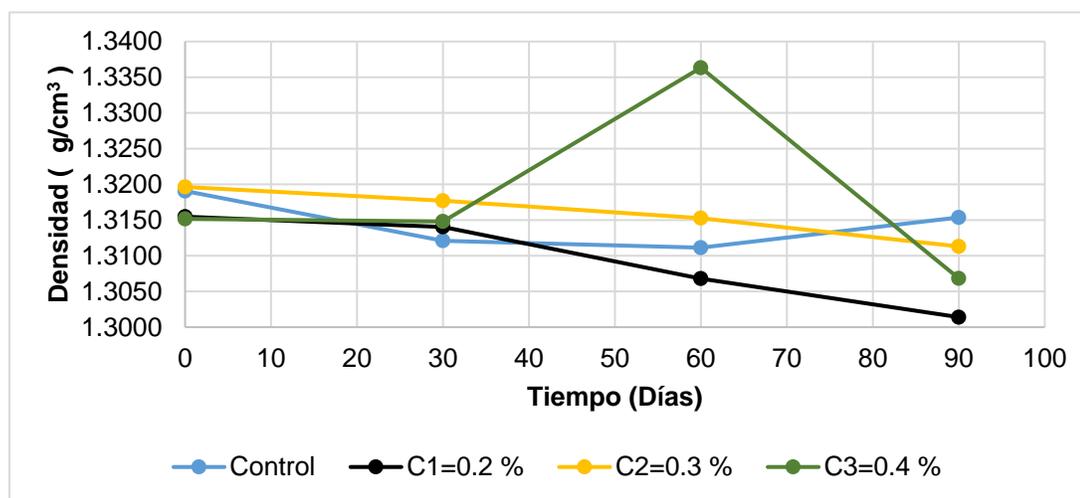


Figura N°11: Gráfico densidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

En la evaluación de la densidad para 8 ± 2 °C se puede evidenciar que en las muestras con concentración de 0.2% y 0.3% de bitartrato de potasio, la densidad tiende a disminuir con respecto al tiempo para 30 y 60 días, sin embargo, a los 90 días se observa que la densidad disminuye para las concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4% con respecto al grupo control.

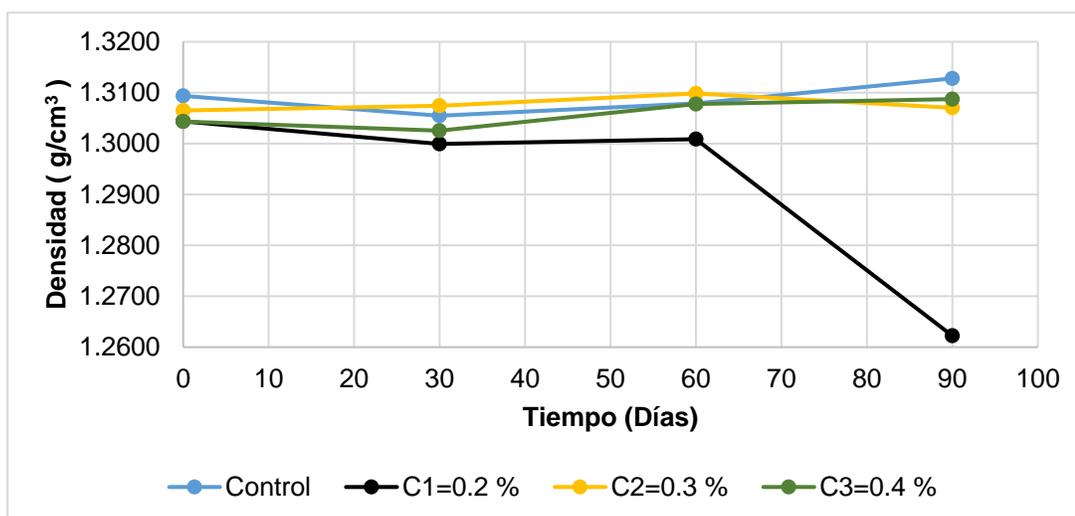


Figura N°12: Gráfico densidad vrs tiempo para cada concentración a temperatura 25 ± 2 °C.

Para la densidad a 25 ± 2 °C se puede observar que las muestras de jarabe simple con concentración de 0.2, 0.3 y 0.4% se encuentran en valores cercanos al grupo control durante los primeros 60 días, transcurrido este tiempo se observa que a los 90 días disminuye esta propiedad para todas las muestras que contienen bitartrato de potasio. La disminución en la densidad puede ser ocasionada por la precipitación de las materias primas, lo que hace que el sistema se vuelva menos saturado. Otro factor que influye en la disminución de la densidad es el aumento de la temperatura.

5.3.3 Viscosidad.

La viscosidad obtenida se presenta en la tabla N°7, para las concentraciones y tiempos evaluados en las muestras de jarabe simple y muestras ensayos.

Tabla N°7: Resultados de viscosidad para cada tiempo y concentración, a las temperaturas establecidas.

Viscosidad (cP)							
8 ± 2 °C				25 ± 2 °C			
0 días							
Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %	Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %
171.6	239.9	231.6	189.0	87.9	83.1	86.1	96.9
30 días							
214.7	259.8	183.0	224.4	87.9	83.1	86.1	96.9
60 días							
244.1	189.0	189.6	200.4	250.0	170.0	175.0	199.0
90 días							
249.5	180.0	185.8	206.4	77.7	83.1	87.0	100.5

En la figura N°13 se grafican los resultados de la viscosidad obtenida a 8 ± 2 °C, para los tiempos de 0, 30, 60 y 90 días y concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4 % de bitartrato de potasio y grupo control.

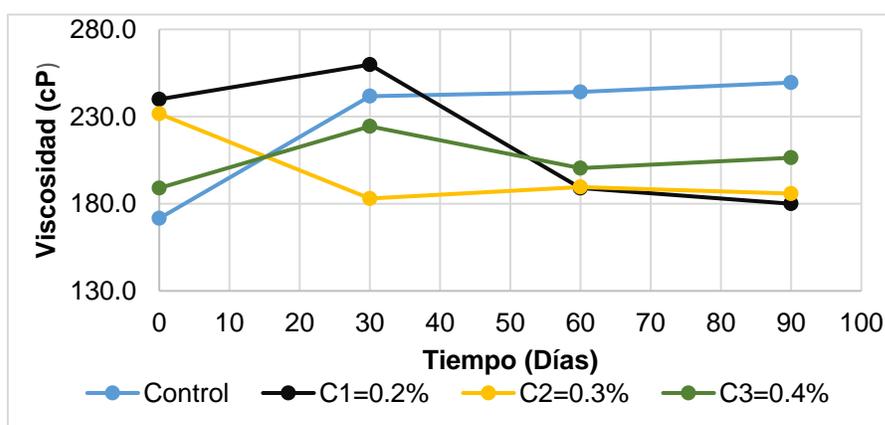


Figura N°13: Gráfico viscosidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 8 ± 2 °C.

La viscosidad presenta un aumento en las muestras ensayo con concentración de 0.2 %, 0.3% y 0.4 % de bitartrato de potasio en comparación con el grupo control al inicio del análisis en la temperatura de 8 ± 2 °C pero conforme pasa el tiempo disminuye el valor de esta propiedad para las muestras antes mencionadas, lo cual es un resultado favorable, debido a que a bajas temperaturas los jarabes saturados se vuelven muy viscosos, lo que impide que

fluyan fácilmente, este fenómeno es observable con las muestras del grupo control ya que mantiene una viscosidad muy alta a esta temperatura.

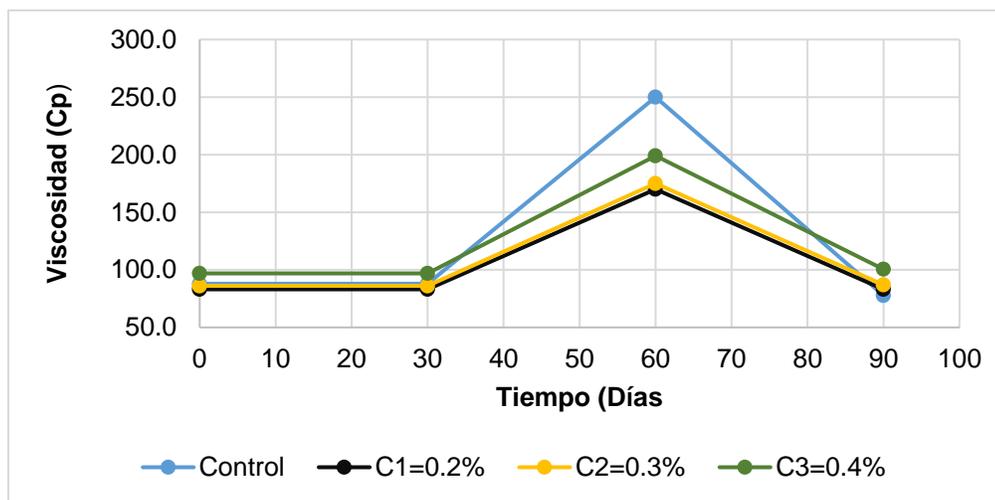


Figura N°14: Gráfico viscosidad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 25 ± 2 °C.

En la prueba de viscosidad a 25 ± 2 °C se puede observar una tendencia similar en las muestras que contienen bitartrato de potasio con respecto al grupo control. A partir de los 60 días se puede evidenciar la disminución de esta propiedad, esto es ocasionado por precipitación de las materias primas lo cual provoca que el sistema se vuelva menos viscoso, teniendo una menor resistencia a fluir, este comportamiento es normal ya que a mayor temperatura la viscosidad se ve disminuida.

5.3.4 Conductividad

En la tabla N°8 se expresan los resultados obtenidos en la prueba de conductividad, por triplicado, para las concentraciones y tiempos estudiados, en las muestras de jarabe simple y muestras ensayos para las temperaturas de 8 ± 2 °C y 25 ± 2 °C respectivamente.

Tabla N°8: Resultados de conductividad para cada tiempo y concentración a temperaturas de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Conductividad (μS)							
$8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$				$25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$			
0 días							
Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %	Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %
1.7	28.1	43.9	64.4	4.2	48.0	68.8	94.2
1.6	26.0	43.7	63.5	4.1	47.9	69.5	95.6
1.0	26.4	43.6	63.9	3.8	46.8	68.9	95.0
30 días							
2.6	40.8	40.0	53.8	4.9	47.4	64.4	72.6
2.8	46.1	55.6	56.9	4.9	56.2	67.5	85.5
2.6	32.0	41.6	67.3	4.8	39.2	57.5	95.1
60 días							
2.8	37.5	41.1	57	4.7	46.1	56.7	66.8
2.9	49.2	58.1	52.5	4.5	51.4	61.7	76.6
3.1	34.3	42.8	69	4.7	35.2	52.0	73.3
90 días							
3.7	31.9	33.4	42.4	5.3	42.4	57.7	67.7
3.9	24.1	35.5	47.2	5.2	51.2	62.0	65.3
4.0	34.3	42.3	45.2	5.6	57.7	52.2	88.7

En las figura N°15 se muestra la representación gráfica de los resultados obtenidos para conductividad en las temperaturas de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, en cada concentración y tiempo evaluados.

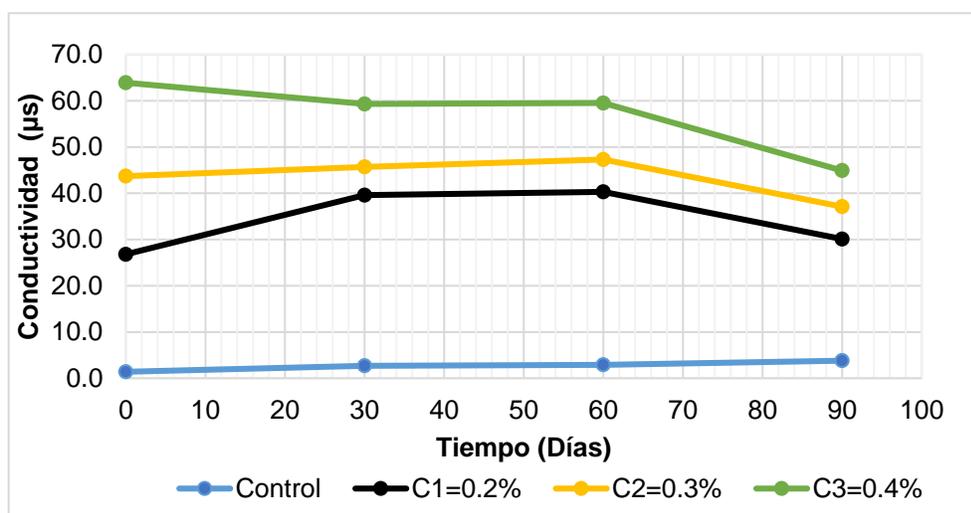


Figura N°15: Gráfico conductividad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

En la figura N° 15 se observa que la conductividad presenta un aumento en las muestras que contienen bitartrato de potasio 0.2, 0.3 y 0.4 %, debido a que esta sustancia es una sal ácida, que al estar en disolución, se disocia liberando iones que provocan un aumento en la conductividad.

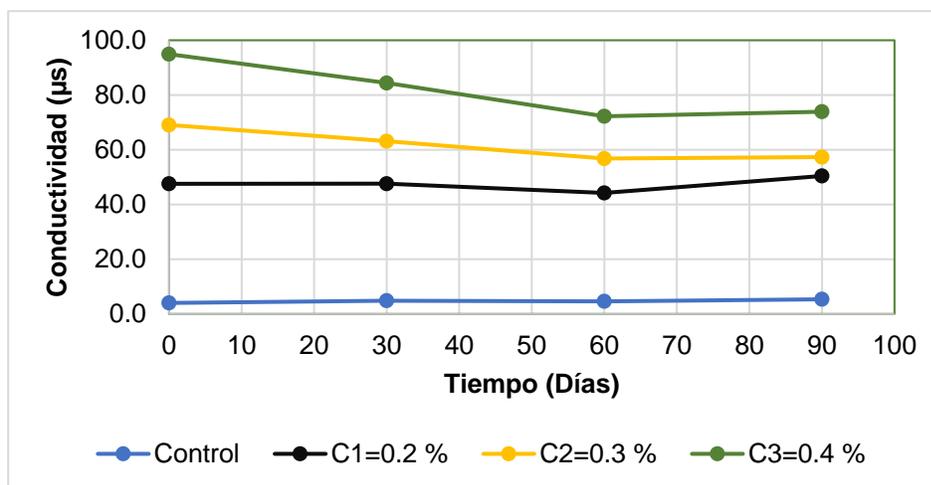


Figura N°16: Gráfico conductividad vrs tiempo para cada concentración a la temperatura 25 ± 2 °C.

La conductividad presenta un aumento en las muestras que contienen bitartrato de potasio a la temperatura de 25 ± 2 °C, los valores a esta temperatura son mayores en comparación con la temperatura de 8 ± 2 °C ya que la conductividad es directamente proporcional a la temperatura.

Estos valores de conductividad demuestran que el bitartrato de potasio se mantiene disuelto en la formulación durante los tiempos evaluados 0, 30, 60 y 90 días.

5.4 Grados Brix

En la tabla N°9 se presentan los resultados obtenidos en la lectura de grados Brix, por triplicado, luego de haberlos multiplicado por el respectivo factor de

corrección, para las temperaturas de $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Los resultados directos se muestran en el anexo N°6.

Tabla N°9: Resultados de lecturas de grados Brix.

Grados Brix							
$8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$				$25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$			
Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %	Control	0.2 %	0.3 %	0.4 %
0 días							
71.78	71.62	69.78	69.78	66.12	63.12	68.12	65.94
70.94	70.78	70.62	70.94	66.12	63.12	68.12	66.78
71.78	70.62	69.78	70.94	66.12	62.94	67.94	66.78
t₂ = 30 días							
67.94	67.78	65.94	63.94	67.78	69.94	67.94	68.94
67.78	60.78	63.94	67.94	67.94	65.94	64.94	69.94
66.78	61.94	62.94	65.94	66.94	67.94	66.94	63.94
60 días							
70.78	68.46	64.46	70.46	69.94	76.46	72.46	71.46
70.78	66.46	64.46	70.46	70.78	76.46	70.46	70.46
69.94	60.46	66.46	68.46	70.78	74.46	71.46	69.46
90 días							
70.46	64.12	70.12	64.46	62.94	62.28	62.28	64.28
71.46	60.28	70.28	67.28	63.94	59.1	64.28	63.28
61.1	63.28	71.46	67.28	63.78	61.28	63.28	62.28

Análisis de varianza.

En la tabla N°10 se muestra el análisis de varianza para los grados Brix, relacionando las variables temperatura, tiempo y concentración en las muestras de jarabe simple y muestras ensayo.

Tabla N°10: Resultados del análisis de varianza para Grados Brix

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Temperatura($^\circ\text{C}$)	0.42135	1	0.42135	0.18	0.6688
B: Tiempo (días)*	457.846	3	152.615	66.91	0.0000
C: Concentración (%)*	23.0441	3	7.68138	3.37	0.0238
INTERACCIONES					
BC	124.461	9	13.829	6.06	0.0000

Los valores que contiene (*) representan factores con diferencia significativas entre las muestras de grados Brix, ya que el valor de P es menor al 0.05%.

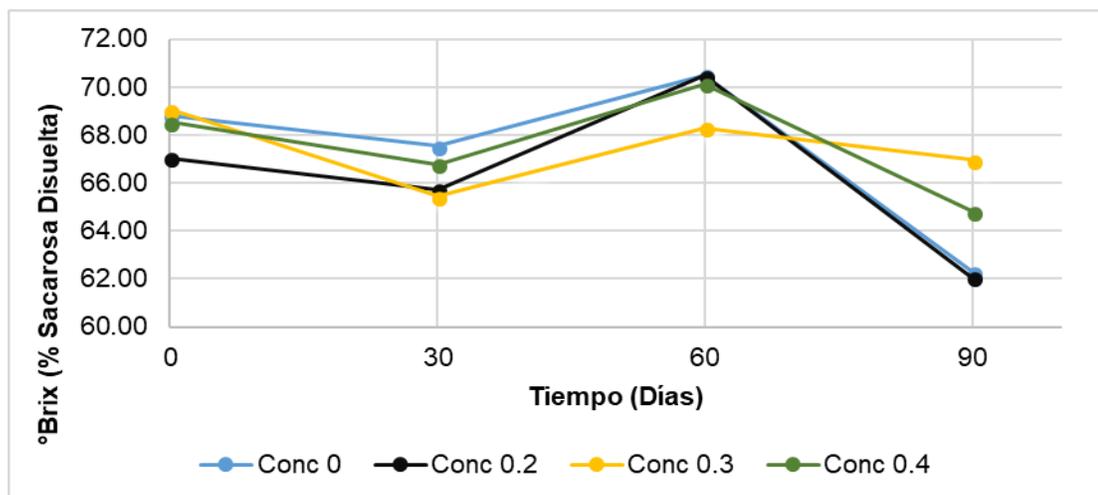


Figura N°17: Grafico de Interacciones entre el factor tiempo - concentración y sus efectos sobre los grados Brix.

Los factores que muestran una influencia significativa en el comportamiento de los grados Brix son el tiempo y la concentración, debido a que presentan un valor de P menor a 0.05, por lo cual se aceptan las hipótesis alternativas tanto para el factor tiempo como para la concentración.

Además, se puede evidenciar que para las muestras de jarabe simple con concentraciones 0.2, 0.3 y 0.4% de bitartrato de potasio y grupo control, presentan diferencia significativa en la determinación de grados Brix para cada una de ellas en los diferentes tiempos evaluados.

En la figura N°17 se evidencia que las muestras con concentración de 0.2% de bitartrato de potasio y grupo control presentan un aumento significativo de sacarosa disuelta a los 60 días, esto determinado a través de los grados brix.

En las figuras N°18 y N°19 se representan gráficamente los promedios de grados Brix para cada concentración, tiempo y temperatura empleados en esta investigación.

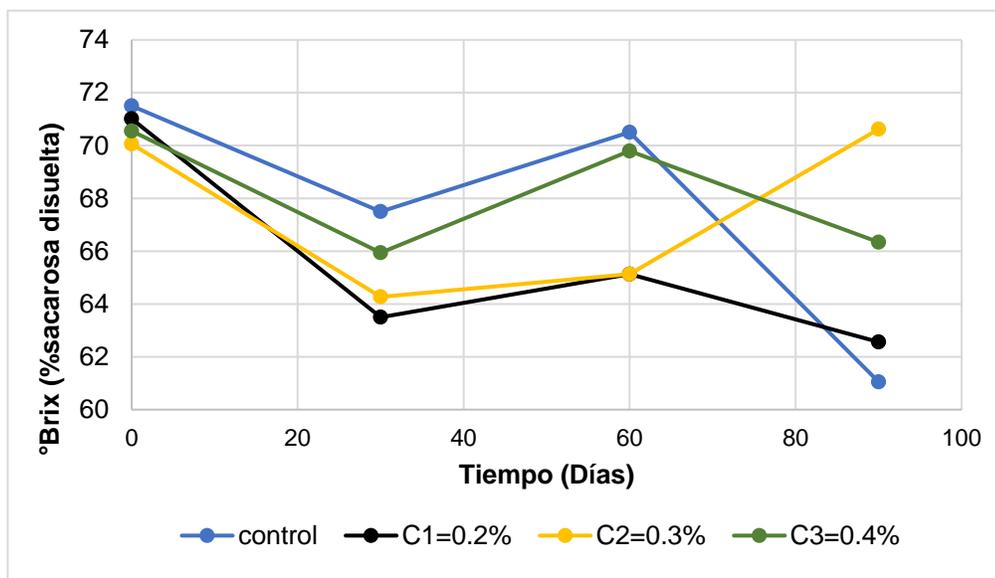


Figura N°18: Gráfico grados Brix vrs tiempo para la temperatura de 8 ± 2 °C.

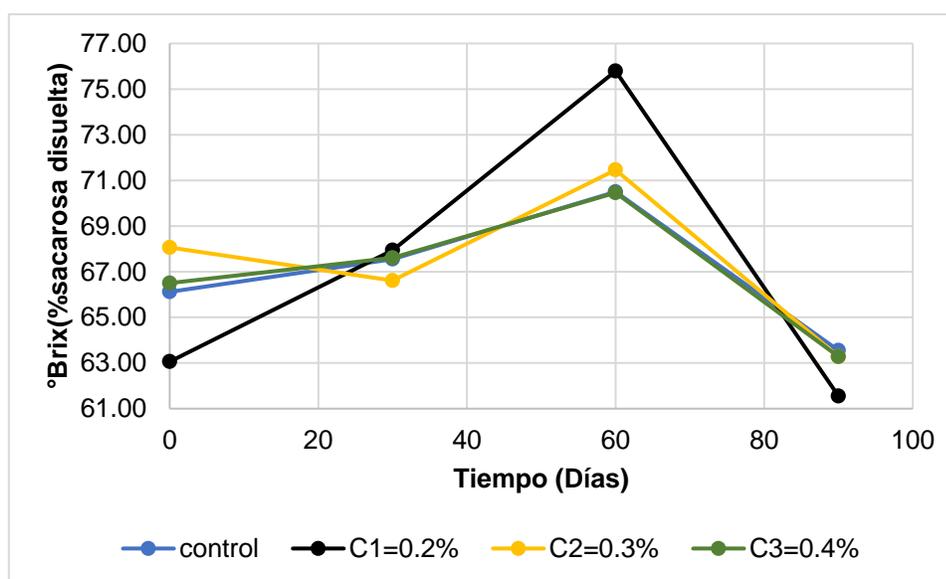


Figura N°19: Gráfico grados Brix vrs tiempo para la temperatura de 25 ± 2 °C.

En las figuras N°18 y N°19 se puede observar que los grados brix disminuyen respecto al tiempo para todas las concentraciones estudiadas, esta disminución estadísticamente no es significativa, ya que los resultados obtenidos en el análisis de varianza muestran un valor de P mayor a 0.05, al ser comparadas entre ellas a las diferentes temperaturas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula ya que estadísticamente no existe diferencia entre ambas temperaturas.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. El bitartrato de potasio confiere un sabor dulce y ligeramente ácido a los jarabes preparados, resultado de la naturaleza ácida del mismo.
2. El bitartrato de potasio ocasiona opalescencia al ser utilizado en la formulación de jarabes simples al 80% p/v, este fenómeno es ocasionado por la precipitación de los agentes antimicrobianos ya que no poseen suficiente agua para mantenerse estables en la formulación.
3. La disminución del pH que presentan las muestras ensayadas se debe a que el bitartrato de potasio es una sal ácida, que al estar en disolución libera iones hidrógenos que son los responsables de la disminución de esta propiedad fisicoquímica.
4. La viscosidad se vio favorecida en las muestras que contenían bitartrato de potasio, ya que en todas las concentraciones evaluadas de bitartrato de potasio (0.2%, 0.3% y 0.4%) los valores se mantuvieron constantes a lo largo del tiempo en las temperaturas de 8 ± 2 °C y 25 ± 2 °C.
5. La alta conductividad presente en las muestras que contienen bitartrato de potasio a las diferentes concentraciones estudiadas, se debe a que esta sustancia es una sal ácida por lo tanto al estar disociada en una solución como los jarabes, provoca un aumento de la conductividad, y dado que se mantuvo constante a lo largo del tiempo se descarta su precipitación en la formulación.
6. La concentración óptima de bitartrato de potasio para evitar la cristalización de la sacarosa es 0.2% a un tiempo de 60 días.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Elaborar el jarabe por el método de preparación en frío, para evitar la inversión de la sacarosa y fermentación y/o turbidez en el producto.
2. No utilizar bitartrato de potasio en formulaciones cuyos principios activos se vean afectados por pH altos o contengan como agentes preservantes metil parabeno y propil parabeno.
3. Realizar estudios para buscar sustancias alternativas al bitartrato de potasio que ayuden a reducir la cristalización de la sacarosa en jarabes simples, sin que afecten las características propias de los jarabes como transparencia y sabor.
4. Realizar investigaciones futuras utilizando concentraciones menores a 0.2% de bitartrato de potasio con el fin de evaluar si a estas concentraciones se ven afectadas o no las propiedades de los jarabes simples.
5. Establecer un sistema de muestreo aleatorio que permita obtener un resultado estadístico más significativo y completo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. A division of spectrum Chemical Mfg. Corp. (2015). [en línea].Spectrum Chemical & Laboratory products, Inc. Disponible en: <https://www.spectrumchemical.com/MSDS/P1801ANSI-P1801AGHS.pdf>.
2. Alfaro Martínez, J. (2014). Obtención de jarabe de sacarosa a partir de guarapo y jugo claro de caña. Veracruz, México: Universidad veracruzana (UV).
3. Castaño, M, Ruiz L. y Vidal, J. (1995). Monografías farmacéuticas. Alicante: Colegio oficial de farmacéuticos de la provincia de Alicante.
4. Delgado Morales, F. (2011). Formas farmacéuticas liquidas de uso oral. [en línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/317183984/Formas-farmaceuticas-liquidadas-de-uso-oral-1-pdf>.
5. Días, L. y Portocarreo, E. (2002). Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). [en línea] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2247/1/CPA-2002-T043.pdf>.
6. Escalante, B., Flores, A. Y Quintana, G. (2004). Elaboración de jarabe simple y pasta dental incorporando stevia® como edulcorante. San Salvador: Universidad de El Salvador.
7. Gennaro, A. R. (2003). Remington Farmacia. 20° edición. Argentina: médica Panamericana.
8. Hernández, S. y Martínez, C. (2012). Obtención de etanol por vía fermentativa a partir de cascarras de Ananas comosus (piña) evaluando dos de sus principales variables (pH y grados BRIX) usando como microorganismo

productor *Saccharomyces cerevisiae*. (Tesis pregrado). San Salvador: Universidad de El Salvador.

9. James, C. (1997). Manual del azúcar de caña. México D.F: Limusa editores.
10. Jiménez, M. (2007). Estandarización y validación de formulaciones base para confitería en caramelos duros y blandos, para la aplicación de agentes saborizantes S.A. [en línea] Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16072/43012008.pdf>.
11. Membreño, D. (2009). Propuesta de tres formulaciones de un jarabe antidiarreico a base de los extractos de hojas secas de *Psidium guajava*, L. (guayaba). San Salvador: Universidad de El Salvador.
12. Muñoz Muñoz, D y Labia, A. (2008). Formación de cristales de azúcar en el proceso de licores encarchados. Revista Facultad de ciencias Agrarias. [en línea]. Disponible en: <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/76/61>.
13. Norma Mexicana NMX-F-526-SCFI-2012. Norma azucarera y alcoholera- Determinación de color por absorbancia en azúcares (2012). [en línea]. Secretaria de economía de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.conadesuca.gob.mx/eficienciaproductiva/Normas/2013/NMX-f-526-SCFI-2012.pdf>.
14. Orellana, O. y Sánchez, E. (2008). Diseño de los procedimientos de operación estándar (POE´S) para las formas farmacéuticas realizadas en el laboratorio de tecnología farmacéutica de la Facultad de Química y Farmacia Universidad de El Salvador. El Salvador.

15. Parlamento Europeo y del Consejo. (1995). Directiva 95/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Relativa a aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes. [en línea]. Disponible en: http://coli.usal.es/web/criterios/criterios_micro/farmacos/pdf/D_95_2.pdf.
16. The United States Pharmacopeial Convention, Inc. (2011) The United States Pharmacopeial and National Formulary, USP 34.
17. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. (2004) Guía de trabajos prácticos Tecnología farmacéutica. Chile. [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/47606770/GUIA-DE-TRABAJOS-PRACTICOS-TECNOLOGIA-FARMACEUTICA>

ANEXOS

ANEXO N°1
LISTADO DE MATERIAS PRIMAS, CRISTALERIA Y EQUIPOS
UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE GRUPO CONTROL Y
MUESTRAS ENS

MATERIALES

Lista de materias primas

- Sacarosa (azúcar refinada), proveedor azúcar del cañal.
- Agua destilada.
- Bitartrato de potasio, proveedor Laboratorios HERMEL S.A de C.V.
- Metilparaben, proveedor Quirsa S.A de C.V.
- Propilparaben, proveedor Quirsa S.A de C.V.

Lista de cristalería

- 6 Beaker con capacidad de 600 mL.
- 60 frascos plásticos con cierre hermético y capacidad de 60 mL.
- 6 Beaker con capacidad de 1000 mL.
- Embudos de vidrio.
- Agitadores de vidrio.
- 6 Beaker de 250 mL.
- 2 probetas de 1000 mL.

Lista de equipos

- 4 Hotplates
- 2 trípode
- 2 triángulos
- Refrigeradora

ANEXO N°2
ESQUEMAS DEL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN
DE LAS MUESTRAS DE JARABE SIMPLES Y
MUESTRAS ENSAYO



Limpiar y sanitizar el área de trabajo.



Lavar cristalería.



Pesar materias primas.



Calibrar beaker a 100 mL



Calentar aprox. a 80°C.



Agregar propil y metil paraben



Enfriar a 60° y agregar sacarosa



Agitar hasta disolución



Aforar con agua destilada



Filtrar en caliente

Figura N°20 Procedimiento para fabricación de jarabe simple 80% p/v.



Limpiar y sanitizar el área de trabajo.



Lavar cristalería.



Pesar materias primas.



Calibrar beaker a mL.



Calentar aprox 80°C.



Agregar propil y metil paraben



Enfriar a 60° + 2 g de bitartrato de potasio



Agregar sacarosa



Agitar hasta disolución



Aforar con agua destilada



Filtrar en caliente

Figura N°21 Procedimiento para fabricación de jarabe simple más bitartrato de potasio

ANEXO N°3
ESQUEMAS DE PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION
DE CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS



Colocar en una copita
5 mL de jarabe



Degustar jarabe



Limpiar paladar con
agua



Repetir por duplicado

Figura N°22 Determinación de sabor



Colocar 50 mL de jarabe en un beaker



Observar a la luz natural

Figura N°23 Determinación de Transparencia

ANEXO N°4
ESQUEMAS DE PROCEDIMIENTO PARA LAS PRUEBAS
FISICOQUIMICAS



Encender y
calibrar el equipo



Colocar 50 mL de
jarabe en un
beaker



Introducir el
electrodo



Tomar datos



Realizar lectura
del pH

Figura N°24 Procedimiento para la determinación de pH



Inyectar 3 mL de agua destilada en



Ambientar el densímetro con



Inyectar 3 mL de la muestra en el



Encender esperar hasta que se estabilice



Tomar la dato de densidad y temperatura

Figura N°25 Procedimiento para la determinación de densidad



Encender el equipo, conectar el spindle y sumergir en el jarabe



Sumergir en el fluido el sensor de temperatura.



Programar número de Spindle y velocidad



Registrar datos



Encender y dejar que se establezca

Figura N°26 Procedimiento para la determinación de Viscosidad



Encender y
calibrar el equipo



Colocar 50 mL de
jarabe en un
beaker



Introducir el
electrodo del
conductímetro



Dejar que se
estabilice



Tomar datos

Figura N°27 Procedimiento para la determinación de Conductividad



Figura N°28 Determinación de grados Brix

ANEXO N°5
FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA A CATADORES EN LA
DETERMINACION DE SABOR.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Encuesta de prueba de sabor percibida por los catadores a las muestras de jarabe simple al 80% p/v (control) y jarabe simple más bitartrato de potasio (muestras ensayo)
Sabor percibido en las muestras de jarabe simple al 80% a $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Tiempo evaluado: 0 días 30 días 60 días 90 días

A temperatura de: $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$

Control: Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C1= 0.2% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C2= 0.3% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C3= 0.4% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

A temperatura de: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$

Control: Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C1= 0.2% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C2= 0.3% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

C3= 0.4% Dulce Dulce y ligeramente salado Dulce y ligeramente ácido

ANEXO N°6

**EQUIPOS UTILIZADOS PARA REALIZAR PRUEBAS DE
CONTROL DE CALIDAD Y GRADOS BRUX A MUESTRAS DE
JARABE SIMPLE Y MUESTRAS ENSAYO**



Figura N°29 pH/ conductimétero portátil Accumet 13636AP85



Figura N°30 Densímetro portátil Anton Paar DMA 35



Figura N°31 Viscosímetro digital BROOKFIELD DV-I PRIME



Figura N°32 Refractómetro portátil MODELO BX-50 VEE GEE

ANEXO N°7
LECTURAS DE GRADOS BRIX SIN CORRECCION
OBTENIDOS EN EL BRIXOMETRO

Tabla N°11: Lectura de Grados Brix sin corrección a la temperatura de $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ para los tiempos de 0 y 30 días.

Temperatura $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$			
Tiempo	Concentración	Temperatura de Lectura	Grados Brix Leídos
0	control	25	35.5
		26	35.0
		25	35.5
	C1	24	35.5
		25	35.0
		24	35.0
	C2	25	34.5
		24	35.0
		25	34.5
	C3	25	34.5
		26	35.0
		26	35.0
30	control	26	33.5
		25	33.5
		25	33.0
	C1	25	33.5
		25	30.0
		26	30.5
	C2	26	32.5
		26	31.5
		26	31.0
	C3	26	31.5
		26	33.5
		26	32.5

Tabla N°12: Lectura de Grados Brix sin corrección a la temperatura de $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ para los tiempos de 60 y 90 días.

Temperatura $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$			
Tiempo	Concentración	Temperatura de Lectura	Grados Brix Leídos
60	control	25	35.0
		25	35.0
		26	34.5
	C1	23	34.0
		23	33.0
		23	30.0
	C2	23	32.0
		23	32.0
		23	33.0
	C3	23	35.0
		23	35.0
		23	34.0
90	control	27	30.0
		26	30.0
		27	30.0
	C1	27	31.5
		28	29.5
		28	31.0
	C2	27	34.5
		28	34.5
		29	35.0
	C3	29	31.5
		28	33.0
		28	33.0

Tabla N°13: Lectura de Grados Brix sin corrección a la temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ para los tiempos de 0 y 30 días.

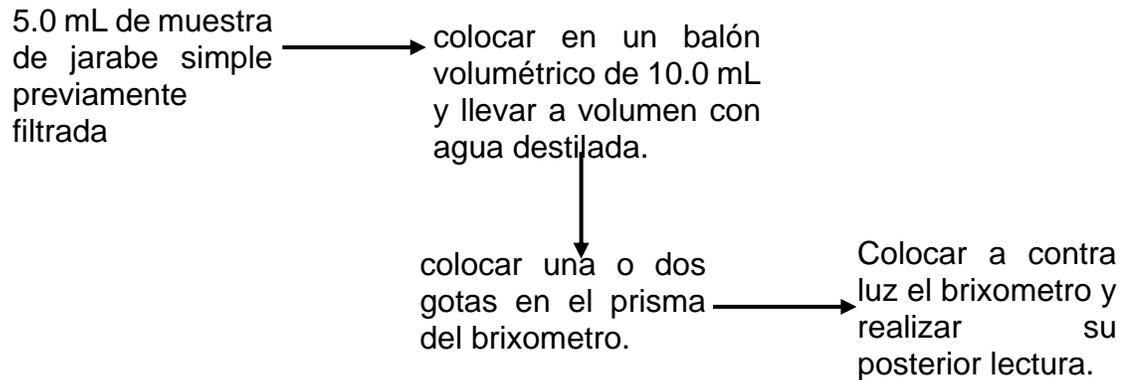
Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$			
Tiempo	Concentración	Temperatura de Lectura	Grados Brix Leídos
0	Control	27	32.5
		27	32.5
		27	32.5
	C1	27	31
		27	31
		26	31
	C2	27	33.5
		27	33.5
		26	33.5
	C3	26	32.5
		25	33
		25	33
30	Control	25	33.5
		26	33.5
		26	33
	C1	26	34.5
		26	32.5
		26	33.5
	C2	26	33.5
		26	32
		26	33
	C3	26	34
		26	34.5
		26	31.5

Tabla N°14: Lectura de Grados Brix sin corrección a la temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ para los tiempos de 60 y 90 días.

Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$			
Tiempo	Concentración	Temperatura de Lectura	Grados Brix Leídos
60	control	26	34.5
		25	35
		25	35
	C1	23	38
		23	38
		23	37
	C2	23	36
		23	35
		23	35.5
	C3	23	35.5
		23	35
		23	34.5
90	control	26	31
		26	31.5
		25	31.5
	C1	28	30.5
		27	29
		28	30
	C2	28	30.5
		28	31.5
		28	31
	C3	28	31.5
		28	31
		28	30.5

ANEXO N°8
CALCULOS PARA CUANTIFICACION DE GRADOS BRUX EN
LA MUESTRA DE JARABE SIMPLE

Esquema de tratamiento de la muestra de jarabe simple al 80% p/v para su posterior lectura en el brixometro.



$$FD = \frac{\text{Volumenes hechos}}{\text{Alicuotas tomadas}}$$

$$FD = \frac{10.0}{5.0} = 2$$

Cuantificación real de sacarosa disuelta en la muestra de jarabe simple y muestras ensayo.

% Sacarosa disuelta = (°Brix + Corrección según la °T de la muestra) (FD)

Ejemplo:

°Brix leídos:32.5

Temperatura de lectura:27°C

Corrección según tabla N°15 en este caso es de 0.56

Factor de dilución:2

% Sacarosa disuelta= (32.5 + 0.56) (2) =66.12%

ANEXO N°9

**CORRECCIONES POR TEMPERATURA PARA LAS
MEDICIONES DE SACAROSA DISUELTA A 590 nm
TEMPERATURA DE REFERENCIA 20°C**

Tabla N°15 Correcciones de grados Brix según temperatura

Temperatura(°C)	% de sacarosa (sustancia seca)																	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
	Restar del valor medido																	
15	0.29	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37
16	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30
17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22
18	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
19	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
	Añadir al valor medido																	
21	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
22	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
23	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22
24	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30
25	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.37
26	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45
27	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.54	0.53	0.52
28	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
29	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68
30	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.81	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.75
31	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86	0.84	0.83
32	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.90
33	1.00	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.00	0.98
34	1.10	1.11	1.12	1.13	1.15	1.15	1.16	1.17	1.17	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.10	1.08	1.06
35	1.19	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	1.26	1.25	1.24	1.23	1.21	1.20	1.18	1.16	1.13
36	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.35	1.35	1.35	1.34	1.33	1.32	1.30	1.28	1.26	1.24	1.21
37	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.43	1.42	1.40	1.38	1.36	1.34	1.32	1.29
38	1.48	1.50	1.51	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54	1.53	1.53	1.52	1.51	1.49	1.47	1.45	1.42	1.39	1.36
39	1.59	1.60	1.61	1.62	1.62	1.63	1.63	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.58	1.56	1.53	1.50	1.47	1.44
40	1.69	1.70	1.71	1.72	1.72	1.73	1.73	1.73	1.72	1.71	1.70	1.69	1.67	1.64	1.62	1.59	1.55	1.52