

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



TRABAJO DE GRADO

ESTUDIO DEL CONTENIDO DE AZUCARES (SACAROSA Y GLUCOSA) PRESENTE
EN BEBIDAS CARBONATADAS Y BEBIDAS NO CARBONATADAS TIPO JUGO
UTILIZANDO TÉCNICAS POLARIMÉTRICAS Y REFRACTOMÉTRICAS

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS QUÍMICAS

PRESENTADO POR
JOSSELYN ABIGAIL ARÉVALO MENDOZA
NORMA ESTEFANI SANTOS HERNÁNDEZ

DOCENTE ASESOR
MAESTRO ERICK EDGARDO MÉNDEZ

JUNIO, 2023
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ADADÉMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO GENERAL

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

M.Ed. RINA CLARIBEL BALAÑOS DE ZOMETA

VICEDECANA

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

M.ED. MIGUEL ÁNGEL CRUZ

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Agradecimientos.

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Primeramente agradecer a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida, por darme las fuerzas y la sabiduría necesaria para dar cada uno de los pasos que me han guiado a este momento y nunca soltar mi mano para culminar con éxito mi etapa académica.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a Msc. Erick Edgardo Méndez por su colaboración intelectual en el desarrollo de esta investigación brindándonos su amplio conocimiento científico y experiencia para culminar con éxito nuestro trabajo de investigación. Agradecer también enormemente su paciencia, dedicación y sobre todo su disciplina para permanecer en la investigación cada día hasta su culminación con éxito.

También quiero agradecer puntualmente a las personas que forman parte importante en mi vida y han sido un apoyo enorme cada uno de mis días.

A mis padres Esperanza Yanira Hernández de Santos y Carlos Humberto Santos Polanco, por su apoyo incondicional por ser los pilares de mi vida y enseñar todo lo que se para llegar a ser una persona de bien, por estar conmigo en cada uno de los pasos que he dado para culminar esta etapa tan importante en mi vida, por sus consejos y palabras de aliento cuando las he necesitado.

A mis hermanos José Carlos Santos Hernández y Jessica María Santos Hernández, por ser mis amigos, mis confidentes y estar siempre dispuestos a apoyarme cuando lo he necesitado, por su ayuda incondicional en cada una de las etapas de mi vida y por qué sin su ayuda este logro no hubiera sido posible alcanzarlo.

A mi hija Ashley Andrea Santos Hernández por ser una de mis principales motivaciones para dar lo mejor de mí en cada paso que me ha llevado con éxito a alcanzar este hermoso logro, por estar presente dándome apoyo incondicional y ayudarme a aprender día con día a ser una mejor persona

A mi compañera de tesis Josselyn Abigail Arévalo Mendoza por ser mi apoyo incondicional a lo largo de estos años en la casa de estudios, por ser guía, confidente y sobre todo mi fiel compañía con la cual concluimos con éxito y felicidad esta bella etapa de nuestras vidas.

Y finalmente pero no menos importante gracias a la Universidad Nacional de El Salvador FMOCC. Por permitirme formarme profesionalmente en sus instalaciones y desarrollarme de la mejor manera para afrontar en orgullo la vida laboral siendo un ejemplo y llevando en alto ser un hijo de la minerva.

A cada uno infinitas gracias.

Agradecimientos

Gracias de todo corazón a Dios por permitir la culminación de este enorme proyecto en mi plan de vida, realmente agradezco por permitirme dar cada paso que fue encaminado a la realización de esta tesis con la cual culmino mis estudios superiores, así como también agradezco cada uno de los pasos que he dado en vano ya que gracias a ellos aprendí a formar el carácter y la persona que soy ahora.

También quiero agradecer de manera sincera y específica a las personas que a continuación se mencionan:

Mi Madre, la Sra. Isabel De Arévalo; gracias madre por siempre con tus manos coser y planchar unas alas para ayudarme a volar, gracias por pintar un paisaje en cada momento difícil y hacérmelo vivir. Gracias por cada palabra de aliento y cada gesto hacia mí en los momentos en los que mi alma te ha necesitado, gracias por seguir ayudándome a cumplir cada uno de mis sueños.

Mi padre, el Sr. José Arévalo; gracias padre por ser un pilar fundamental en mi vida y por siempre estar en los momentos que te he necesitado. Gracias por todo tu apoyo en este proyecto tan importante en mi plan de vida.

Mis hermanos, Blanca Arévalo y Carlos Arévalo; gracias hermanos por siempre ayudarme a visualizar las situaciones con cabeza fría y por hacerme poner los pies sobre la tierra y tomar las decisiones con sensatez y cordura, sin olvidar los momentos de diversión y con sonrisas en nuestros rostros les agradezco porque sin ustedes no sería la persona que soy ahora.

Mis sobrinos; gracias por existir y alegrar mis días con todas sus ocurrencias propias de los niños y así transmitirme esa magia hermosa de ser niño y ver la vida más sencilla y divertida en los momentos difíciles.

Mis más sinceros agradecimientos a amistades que siempre me motivaron con su valiosa amistad, estima y apoyo moral a seguir adelante para poder desarrollarme de manera profesional.

Gracias a las personas que han brindado su apoyo incondicional en esta tesis; A esta investigación no la catalogo como algo fácil, más bien fue un reto que ayudo de manera positiva a mi formación profesional, por este motivo agradezco fervorosamente al Med. Erick Méndez por su apoyo incondicional durante todo el tiempo que duro este trabajo de investigación, permitiéndonos siempre recurrir a su experiencia, capacidad y conocimiento científico para solventar los problemas que surgían en el camino. Agradezco infinitamente su paciencia y disciplina durante el proyecto.

Gracias a la Universidad Nacional FMOCC Por permitirme ser parte de las personas que se forman profesionalmente en sus instalaciones ya que aquí pase momentos muy gratos en mi vida.

A todos; Infinitas gracias.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Justificación.....	12
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE.....	15
2.1. Definición de bebida.....	15
2.1.1. Bebida carbonatada.....	15
2.1.2. Bebida tipo jugo.....	16
2.2. Polarimetría.....	16
2.2.1. Técnica analítica.....	16
2.2.2. Instrumento para análisis polarimétrico.....	18
2.2.3. Equipo utilizado.....	19
2.2.4. Grados angulares y especificaciones.....	20
2.2.5. Aplicaciones analíticas de la técnica polarimétricas.....	20
2.3 Refractometria.....	22
2.3.1 Índice de refracción.....	22
2.3.2. Factores que afectan la medición del índice de refracción.....	24
2.3.3. Aplicación analítica de la técnica refractométrica.....	24
2.3.4. Instrumento para análisis refractométricos.....	26
2.3.5. Escala en las que se puede medir el contenido de sacarosa mediante la técnica refractométrica.....	27
2.3.5.1. Grados Brix.....	27
2.3.6. Definición de Azúcar (Sacarosa).....	28

2.3.7.	Definición Azúcar invertido.	31
2.4	Consecuencias ocasionadas a la salud por el alto consumo de azúcares.	33
2.4.1.	Definición y tipos de diabetes.	34
2.4.2.	Definición y características de las enfermedades cardiovasculares.	36
2.4.3.	Definición y características del sobrepeso y obesidad.	38
2.4.3.1.	Adultos.	39
2.4.3.2.	Niños menores de 5 años.	39
2.4.3.3.	Niños de 5 a 19 años.	41
2.4.4.	Definición y características de la adicción a la azúcar.	45
2.4.5.	Definición y características del índice glucémico.	47
2.5.	Parámetros que brinda la OMS y la OPS sobre el consumo de azúcares.	48
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.		50
3.1.	Hipótesis.	50
3.2.	Diseño metodológico.	50
3.2.1.	Polarimetría.	50
3.2.2.	Materiales y reactivos de la técnica polarimétrica.	51
3.2.3.	Tratamiento matemático para la técnica polarimétrica.	52
3.2.3.1.	Tratamiento para conocer la concentración de sacarosa en las muestras.	52
3.2.3.2.	Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre que posee cada muestra en la técnica polarimétrica.	53
3.3.	Refractometría.	54
3.3.1.	Materiales y reactivos de la técnica refractométrica.	55
3.3.2.	Tratamiento matemático para la técnica refractométrica.	56
3.3.3.	Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre de cada una de las muestras en la técnica refractométrica.	56
3.4.	Inversión de la sacarosa.	57
3.4.1.	Materiales y reactivos de la inversión de la sacarosa.	57
3.4.2.	Tratamiento matemático para la inversión de la sacarosa.	58

3.4.3. Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre de cada una de las muestras en la inversión de la sacarosa.....	59
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
4.1. Curvas de calibración.....	63
4.1.1. Curva de calibración por técnica polarimétrica.....	63
4.1.2. Curva de calibración por técnica refractométrica.....	65
4.2. Resultados de la técnica polarimétrica.....	66
4.3. Resultados de la técnica refractométrica.....	70
4.4. Resultados de la inversión.....	75
CONCLUSIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

INTRODUCCIÓN.

En la presente investigación se indago acerca del contenido de sacarosa y glucosa de manera experimental que se encuentra presente en algunas bebidas carbonatadas y bebidas de tipo jugo que son popularmente comercializadas y consumidas en el territorio salvadoreño, por su fácil acceso y bajo costo; por esta razón es de suma importancia conocer dicha cantidad de sacarosa que se consume en cada una de estas bebidas.

Para ello se cuantifico en gramos y cucharadas la cantidad de sacarosa y glucosa que estas bebidas contienen, utilizando dos técnicas analíticas las cuales son: la técnica polarimétrica y la técnica refractométrica, en las cuales se hará uso del equipo necesario y herramientas matemáticas que se describen más adelante en el texto.

Los resultados de cuantificar la cantidad de sacarosa y glucosa mediante las técnicas antes mencionadas fueron evaluados y puestos en comparación con la información nutricional que ofrece cada una de las bebidas seleccionadas. Con el fin de conocer las ventajas y desventajas que ofrece cada una de las técnicas empleadas.

Estos resultados son de suma importancia y generaran gran impacto ya que algunas de las bebidas que son altamente demandadas por la población no cuenta con una etiqueta de datos nutricionales en las que se proporcione la cantidad de sacarosa que estos poseen, así como tampoco la cantidad de glucosa que estamos consumiendo.

Se espera que con los datos obtenidos se genere un impacto en la población para concientizar sobre la cantidad real de sacarosa que se consume al elegir una de las bebidas de preferencia y saber a las enfermedades que se expone al ingerir grandes cantidades de sacarosa

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Justificación.

Las bebidas azucaradas son una opción altamente consumible desde hace muchos años en todo el mundo, El Salvador no es la excepción y las bebidas carbonatadas y bebidas tipo jugo son una de las preferidas debido a que no su consumo no está restringido, son de bajo costo y existe una gran variedad de opciones en el mercado las cuales pueden ser desde los distintos sabores, contenido de azúcar, presentación, etc.

La población en general y más aún aquella que consume de manera frecuente bebidas azucaradas tiene el derecho a conocer la cantidad de edulcorante, el tipo, si es natural o artificial, coadyuvantes, cantidad y si son naturales o artificiales, tipo y cantidad de colorante, preservantes y otros aditivo que consumen al ingerir una porción de bebida carbonatada o tipo jugo de su preferencia, por esta razón se debe verificar que toda bebida contenga una viñeta que indiquen los valores nutricionales por porción y asegurarse de que tengan registro de salud; que puede ser reflejada en una tabla nutricional en sus viñetas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que el consumo de azúcares libres sea menor al 10 % de la energía total que se consume por día, lo ideal es reducir el consumo al 5 % que es un equivalente de aproximadamente 25 gramos por día (5-6 cucharaditas). La gran problemática que conlleva el consumo de bebidas azucaradas radica en que con una porción se ingiere toda la cantidad de azúcar que es recomendable ingerir durante todo el día, y es muy usual que en el día a día se consuma más de una porción de bebida al día aumentando las probabilidades de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes, presión arterial y obesidad.

Es importante desarrollar métodos para cuantificar dicha cantidad de azúcar que poseen las bebidas tanto carbonatadas como tipo jugo utilizando técnicas innovadoras. En la presente

investigación se utilizarán técnicas polarimétricas y refractométricas para poder cuantificar la sacarosa y glucosa u otro carbohidrato presente en las bebidas y además aquellos que sirven de coadyuvantes en estas.

La propuesta de investigación sobre el análisis de contenidos de azúcar en bebidas proyecta contribuir a la sociedad con la realización de pruebas de laboratorio, para confirmar el porcentaje y los gramos de sacarosa y glucosa, que estos rotulan en sus tablas nutricionales, brindando así la información necesaria, para generar conciencia en la población y la comunidad universitaria, mediante la comparación de los métodos descritos anteriormente.

Es necesario corroborar esa información debido a que algunas bebidas que están en el mercado, incluso no poseen etiqueta de datos nutricional que las respalde, por lo tanto su cantidad de azúcar es desconocida, y se desconoce si esa cantidad de azúcar se encuentra dentro de los parámetros permitidos e impuestos por las normas centroamericanas, por ellos se busca hacer una comparación entre los valores obtenidos y los valores plasmados en la viñetas de los envases y verificar si cumplen con los valores mínimos y máximos establecidos por las normas centroamericanas También es necesario conocer las ventajas y desventajas que ofrece cada método.

También es importante conocer las consecuencias que (genera) el consumo excesivo de azúcar en la salud.

1.2.Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

- Estudiar el contenido de azúcares en algunas de las diferentes bebidas que se consumen en El salvador.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Cuantificar la cantidad de sacarosa y glucosa que poseen las bebidas carbonatadas y bebidas de tipo jugos seleccionados, mediante el uso de técnica polarimétrica y refractométrica.
- Medir la cantidad de azúcares (sacarosa y glucosa) presente en las bebidas seleccionadas por técnica polarimétrica.
- Medir la cantidad de sacarosa presente en las bebidas seleccionadas por técnica refractométrica.
- Cuantificar la cantidad de glucosa que se transforma mediante la hidrólisis ácida de la sacarosa.
- Identificar cuáles de las bebidas seleccionadas son las que poseen una mayor cantidad de sacarosa (glucosa).
- Analizar los resultados y comparar con la norma de la organización mundial de la salud OMS.

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE.

2.1. Definición de bebida.

Es cualquier líquido que se ingiere, el líquido que más se ingiere desde la antigüedad es el agua, la cual cumple el objetivo de quitar la sensación de sed.

Según el CODEX ALIMENTARIUS que contiene las normas internacionales de los alimentos las bebidas no alcohólicas comprende aguas y aguas gaseosas, zumos (jugos) de frutas y hortalizas, néctares de frutas y hortalizas bebidas a base de agua aromatizadas con gas y sin gas y bebidas en infusión a base de agua como el café y el té. ⁽¹⁾

Las bebidas azucaradas son bebidas con azúcares agregados de origen natural y origen sintéticos, una de las más comunes son la sacarosa y la sucralosa que es de tipo sintético. Muchas de las bebidas que son popularmente comercializados en supermercados y tiendas contiene el doble o triple de la cantidad de la azúcar que se debiese consumir durante el día.

En la investigación se enfoca en dos tipos de bebidas las bebidas carbonatadas y las bebidas no carbonatadas tipo jugo, ambos tipos son bebidas que no contienen alcohol en sus ingredientes.

2.1.1. Bebida carbonatada.

Es el producto obtenido por disolución de edulcorantes nutritivos y gas carbónico (anhídrido carbónico) en agua potable tratada, pudiendo estar adicionada de saborizantes naturales y/o artificiales, jugos de frutas, acidulantes, conservadores, emulsionantes, y estabilizantes, antioxidantes, colorantes, amortiguadores, agentes de enturbiamiento, antiespumantes, y espumantes. Todos los aditivos alimentarios deben ser los permitidos por la autoridad sanitaria.

⁽²⁾

2.1.2. Bebida tipo jugo.

Según el CODEX ALIMENTARIUS jugo (zumo) de frutas se entenderá al jugo sin fermentar, pero fermentable, pulposo, turbio o claro, destinado al consumo directo.

Obtenido por procedimientos mecánicos a partir de fruta madura y sana, o de carne, conservado por medios físicos exclusivamente. ⁽¹⁾

Como ya se ha destacado las bebidas son las encargadas de aliviar la sed, existen diferentes tipos de bebidas dependiendo de las cualidades y gustos de cada consumidor, teniendo en cuenta que cada tipo de bebida posee características únicas como la utilización de acidulantes, conservantes, colorantes etc. Y es entre estas características específicas en las que encontramos nuestra variable de interés que es el contenido de endulzantes agregados en las dos diferentes categorías de bebidas de consumo diaria en nuestra cultura.

2.2.Polarimetría.

Los primeros polarímetros fueron diseñados el siglo pasado durante los años cuarenta, gracias al uso de los prismas ideados en 1,828 por William Nicol. Este instrumento era utilizado para la medición de la rotación de la luz polarizada causando por los isómeros ópticos de las diferentes sustancias. ⁽³⁾

2.2.1. Técnica analítica.

La polarimetría es una técnica que se basa en la medición de la rotación óptica producida sobre un haz de luz polarizada al pasar por una sustancia ópticamente activa. El grado de rotación óptica viene determinada por la estructura molecular y la concentración de moléculas quirales presente en la sustancia de interés. La actividad óptica rotatoria de una sustancia tiene su origen en la asimetría estructural de los átomos de carbono, nitrógeno, fósforo o azufre en la molécula, lo cual es conocido como quiralidad. ⁽⁴⁾

La quiralidad hace referencia a los objetos que presentan forma derecha e izquierda como las manos, pies, etcétera, esto se aplica cuando los objetos se colocan frente a un espejo, y cuya imagen llamada “imagen especular” es diferente al objeto original, y que no se superponen

La polarimetría es una técnica sensible y no destructiva, es usado tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos, en general es un método para la determinación de las concentraciones de soluciones, es muy empleado en la industria química, farmacéutica, alimentaria, y en la industria azucarera.

La polarimetría se basa en un modelo matemático que es una extensión de la ley de Lambert Beer que nos permite conocer la concentración, rotación específica de las sustancias, los grados que gira la molécula en estudio y si el compuesto es dextrógiro o levógiro que es de gran importancia en la industria farmacéutica, en la cual los enantiómeros pueden tener o no un efecto terapéutico requerido, esto conlleva a una extensión de esta ley conocida como la ley de Biot que reza de la siguiente manera:

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha_{\lambda}^T}{c * l} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

- $[\alpha]_{\lambda}^T$: *rotación específica de la sacarosa en condiciones estándar de 25 ° C y 589 nm.*
- α_{λ}^T : *rotación angular de muestra tomada en condiciones estándar.*
- c : *concentración de la muestra.*
- l : *longitud de la celda.*

Mostrando que la rotación específica de la sustancia ópticamente activa en estudio bajo condiciones estables de presión, temperatura de 25° C y longitud de onda de el haz de luz de

sodio es igual a la rotación óptica de dicha sustancia dividida entre la longitud de la celda de análisis medida en decímetros por la concentración de la solución en estudio medida en gramos por cien mililitro.

De esta ley se obtienen cuatro ecuaciones siendo de naturaleza diferente y ayudándonos a comprender mejor el fenómeno en estudio.

- $\alpha = [\alpha] * l$ *solidos ópticamente activos.*
- $\alpha = [\alpha] * l * \delta$ *liquidos puros.*
- $\alpha = [\alpha] * l * C$ *soluciones de solutos ópticamente activos.*
- $\alpha_{total} = \sum \alpha_i$ *muestras con mas de un componente ópticamente activo.*⁽⁵⁾

Dónde:

- c : *concentracion de la muestra.*
- l : *longitud de la celda.*
- δ : *densida.*

2.2.2. Instrumento para análisis polarimétrico.

Un polarímetro es el instrumento de medición utilizado para realizar la adición de la suma algebraica de las rotaciones angulares de las sustancias ópticamente activas. A través del polarímetro se mide la actividad óptica de soluciones, en la cual, un haz luz con determinada longitud de onda es polarizada en un plano mediante un polarizador y estudiada por un segundo polarizador con el objetivo de encontrar su nuevo plano de polarización después de su paso por la muestra en solución.

Los componentes básicos del instrumento son:

- Una fuente de luz monocromática: Como la rotación óptica varía con la longitud de onda, se emplea la luz monocromática. Por lo general una lámpara de vapor de sodio lámpara de mercurio con longitud de onda de 589 nm aproximadamente.
- Un prisma polarizador para producir radiación polarizada: Es la pieza central de un polarímetro llamado frecuentemente prisma de Nicol o de Glan-Thompson, que trabajan con el principio de doble refracción y que sirven para seleccionar el rayo polarizado linealmente, el polarizador más alejado de la fuente de luz se denomina analizador.
- Tubo de muestra: Tubos cilíndricos de 10 a 20 cm construidos de vidrio.
- Prisma analizador con escala circular: localiza la posición angular resultante del plano de la luz polarizada, por lo tanto, la cantidad de rotación causada por la muestra. ⁽⁶⁾
- Detector: detecta la señal que envía la muestra.

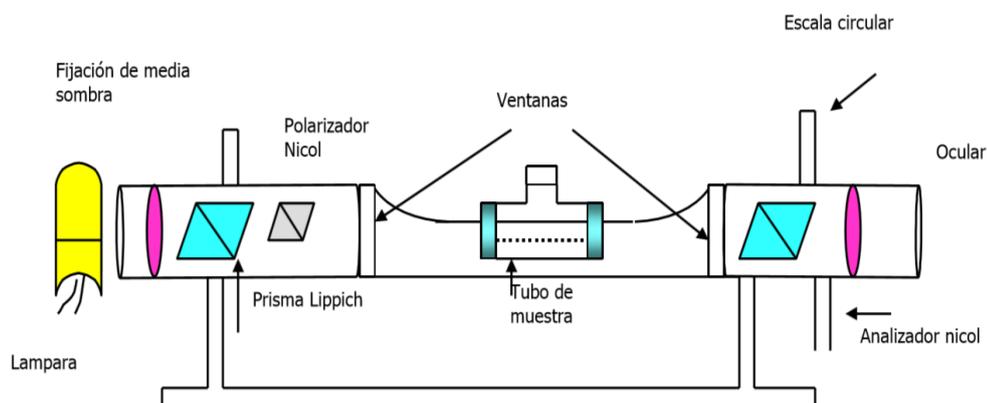


Fig. 1 Esquema general de un polarímetro.

2.2.3. Equipo utilizado.

El equipo de polarimetría es moderno y digital con diseño práctico que permite realizar diferentes mediciones como: rotación específica, porcentaje de concentración, pureza, porcentaje de azúcar invertido y porcentaje de inversión (A-B) este último de amplia aplicación para la industria farmacéutica. El equipo cuenta con un controlador de temperatura Peltier, un

tubo o celda de cristal de bajo volumen, resolución con tres cifras significativas, pantalla a color y con alta resolución, controles de mando de fácil acceso y una interfaz comprensible y detallada para tomar las diferentes unidades que el equipo ofrece.

2.2.4. Grados angulares y especificaciones.

Dentro de las escalas que ofrece el instrumento de polarimetría esta las grados angulares ($^{\circ}$ a) y los grados Z ($^{\circ}$ Z) que son obtenidos con una línea de sodio de 589 nm con una precisión de ± 0.01 grados, teniendo un rango desde los - 355 a + 355 para los angulares y de - 225 a + 225 para los grados $^{\circ}$ Z en un intervalo de temperatura que va desde los 15 $^{\circ}$ C a los 35 $^{\circ}$ C y un rango de densidad óptica (DO) que va desde los 0.0 a 3.0 que en conjunto brinda datos de calidad.

2.2.5. Aplicaciones analíticas de la técnica polarimétricas.

La polarimetría es ampliamente utilizada en las diferentes industrias entre las que cabe destacar la industria de polímeros, farmacéutica, fragancias y aceites esenciales, institutos dedicados a la investigación, universidades, etc.

Entre estas aplicaciones de la polarimetría destacaremos las siguientes en el área industrial:

- Evaluar y caracterizar los compuestos ópticamente activos midiendo su rotación específica y comparando este valor con los valores teóricos encontrados en la literatura.
- Investigar las reacciones cinéticas midiendo la rotación óptica en función del tiempo.
- Vigilancia de los cambios de concentración de un componente ópticamente activo en una mezcla de reacción.
- Distinguiendo entre los isómeros ópticos. ⁽⁷⁾

La polarimetría posee aplicaciones en muchos ámbitos de producción es por ello que es de gran ayuda en procesos como el control de calidad, línea de fabricación de productos, análisis de

aceites esenciales y saborizantes de los cuales podemos mencionar algunos de gran importancia para las diferentes industrias.

- Determinación de la pureza de productos de línea de manufactura.
- Determinación de propiedades, concentración y pureza de las diferentes muestras ópticamente activas.
- Determinación de sustancias como: fármacos o principios activos, suplementos vitamínicos, sales de rehidratación oral y parenteral, suplementos alimenticios, etc.

Dentro de la industria farmacéutica la polarimetría es de gran importancia ya que mediante esta técnica se obtiene la certeza que se ha obtenido de la síntesis el opuesto deseado, y no de un isómero o enantiómero que no tenga el efecto terapéutico deseado o sea perjudicial para el consumo. De igual manera mediante este método se logra determinar la pureza de una sustancia analizada siendo esto una herramienta de mucha importancia.

Otra industria que obtiene muchos beneficios de la polarimetría es la industria de saborizantes y fragancias ya que de esta manera analizan la calidad de la materia prima entrante al proceso de manufactura y los productos terminados como lo son: aceites de naranja, aceites de hierbabuena, aceite de lavanda, ácido cítrico entre otros. De la misma manera este método nos permite analizar la industria de polímeros para identificar polímeros naturales, sintéticos y biopolímeros. Conociendo si su rotación es dextrógira o levógira.

Así también la industria alimenticia utiliza esta técnica analítica, ya que una de las principales materias primas es la sacarosa principalmente debido a su resistencia a la oxidación y la glucosa, junto a otros carbohidratos, de los cuales es determinante conocer el grado de pureza.

2.3 Refractometría.

La refractometría es una técnica de cuantitativa y no destructiva que se basa en principios ópticos evidentes en la naturaleza. Consiste en la medida del índice de refracción de un líquido con objeto de investigar su composición, si se trata de una solución o medir su pureza. ⁽⁸⁾

2.3.1 Índice de refracción.

Se define como el cociente entre el seno del ángulo de incidencia (*sen i*) y el seno del ángulo de refracción (*sen r*) de la luz monocromática, al pasar de un medio menos denso generalmente aire a un medio más denso.

Cuando una sola onda luminosa incide en una interfaz lisa que se para dos materiales transparentes (como el aire y agua) la onda en general es reflejada parcialmente y también refractada parcialmente hacia el segundo material. Describimos las direcciones de los rayos incidente, reflejado y refractado en una interfaz lisa entre dos materiales ópticos en términos de los ángulos que forman con la normal a la superficie en el punto de incidencia.

El índice de refracción de un material óptico, denotado por n , se define como la razón entre la rapidez c de la luz en el vacío y la rapidez v de la luz en el material:

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{Ec. 2}$$

En donde:

- n : índice de refracción.
- c : rapidez de la luz en el vacío.
- v : rapidez de la luz en el material.
- θ_1 : ángulo del rayo incidente.

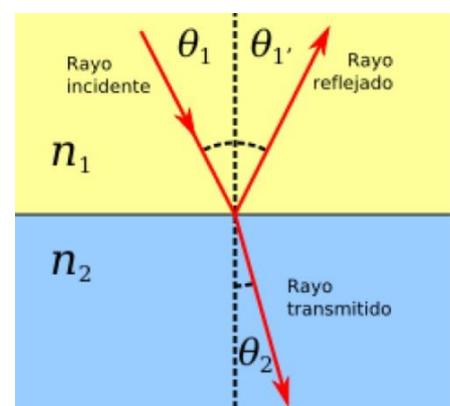


Fig. 2 Esquema de la incidencia de rayos en dos medios diferentes.

- θ_1 : *ángulo del rayo de luz refractado.*

El índice de refracción es una constante física característico de cada sustancia. Los estudios experimentales de las direcciones de los rayos incidentes como reflejados y refractados en una interfaz lisa de dos materiales conducen a algunas situaciones que se exponen a continuación:

- Los rayos incidente, reflejado y refractado yacen en el mismo plano así como la normal a la superficie el plano de los 3 rayos yacen en el mismo plano de la normal.
- El ángulo de reflexión θ_1 . Es igual al ángulo de incidencia θ_1 para todas las longitudes de onda y para cualquier par de materiales que se trate. La ley de reflexión contempla este principio y el anterior.
- Para la luz monocromática y un par específico de materiales “1” y “2” en lados opuestos de la interfaz la razón de los senos de los ángulos θ_1 Y θ_1 donde los ángulos están medidos a partir de la normal a las superficie es igual al inverso de la razón de los dos índices de refracción:

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_1} = \frac{n_1}{n_1} \quad \text{Ec. 3}$$

- $\text{sen } \theta_1 =$ *es el seno del ángulo que posee el rayo de luz incedente.*
- $\text{sen } \theta_1 =$ *es el seno del ángulo que posee el rayo de luz refractado.*
- $n_1 =$ *índice de refraccion del rayo de luz incidente.*
- $n_1 =$ *índice de refraccion del rayo de luz refactado.*

Este comportamiento de la luz al atravesar de un material a otro hace que percibamos un objeto bajo el agua como si estuviese en una posición más próxima y se debe a que los rayos de luz provenientes de cualquier objeto sumergido en agua se desvían alejándose de la normal cuando salen al aire. Este es el principio en el que se basa la técnica polarimetría. ⁽⁹⁾

2.3.2. Factores que afectan la medición del índice de refracción.

Temperatura: es una medida del cambio de densidad. La temperatura debe ser controlada para poder obtener mediciones precisas de índice de refracción. Para el líquido medias las fluctuaciones de temperatura deben ser menores de $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, si se requiere precisión de cuatro decimales. En general un aumento de (T), disminuye la densidad y el índice de refracción, el índice de refracción puede ser corregido en muestras de grasa y aceite por temperatura A 40°C Y 25°C respectivamente.

Presión: en general para los líquidos un aumento en la presión aumenta la densidad y por ende aumenta el índice de refracción. En los gases el efecto es más pronunciado y para sólidos es aún menor que en los líquidos. La variación en la presión atmosférica solo es importante para trabajo con gases.

Longitud de onda: el índice de refracción en un medio transparente disminuye gradualmente al aumentar la longitud de onda (Aumento de longitud de onda, disminuye el índice de refracción).

2.3.3. Aplicación analítica de la técnica refractométrica.

Su objetivo es medir las concentraciones de soluciones acuosas que se emplean en la industria química, alimenticia, agrícola, petroquímica, farmacéutica, así como en las áreas de investigación y desarrollo de nuevos productos. La escala de medición (%) muestra el porcentaje de los sólidos solubles contenidos en la muestra.

Se utiliza en el análisis cualitativo y cuantitativo como en el caso de las farmacopeas que cita como estándar de pureza de un líquido el intervalo dentro del cual debe situarse el índice de refracción. Algunos ejemplos específicos son:

- 1- Identificar y Caracterizar una especie química como los aceites y grasas.

- 2- Identificación de sustancias desconocidas por comparación con valores tabulados en la literatura.

La identificación de compuestos puros, correlacionado con los puntos de ebullición y fusión, requiere un análisis cuantitativo de variadas soluciones, y así lograr la identificación de un compuesto en particular, para poder determinar la pureza en las muestras y relacionarla con la variación de la concentración de disoluciones en estudio. Algunos ejemplos específicos se citan a continuación.

- 1- Para medir la pureza de un compuesto.
- 2- Evaluación de calidad en grasas y aceites.
- 3- Control de procesos de hidrogenación.
- 4- Determinación de sólidos solubles en frutas y productos de frutas tales como jaleas, mermeladas, néctares, pulpas, etc.
- 5- Determinar la concentración de soluciones acuosas de azúcar (da concentración total de carbohidratos).
- 6- Determinación de sólidos totales en productos de tomates, jugos cítricos, proteínas, huevos, leche, y productos lácteos, cerveza, vinagre, alcohol.
- 7- Cálculo de la densidad a partir de valores de “r” tabulados.
- 8- Determinación cuantitativa del contenido de agua en miel.
- 9- Para determinar el extracto de alimentos que esté formado principalmente por azúcar (sacarosa), como los es el caso de las confituras, miel, jarabe de almidón, zumos etc.
- 10- Evaluar la composición de un líquido binario o una mezcla gaseosa.
- 11- Determinación de concentraciones de azufre en caucho no vulcanizado.
- 12- Para evaluar aparatos y métodos para separaciones como destilación, extracción, Cromatografía de adsorción y difusión. ⁽¹⁰⁾

2.3.4. Instrumento para análisis refractométricos.

Los refractómetros son instrumentos de medición que basan su funcionamiento en el fenómeno de refracción de la luz. Las determinaciones refractométricas se fundamentan principalmente en supuesto de que al aumentar la densidad de una solución se origine un incremento en el valor del índice de refracción. De este modo cuando se produce un gradiente de concentración en una solución cabe esperar que el cambio en el índice de refracción sea proporcional.

Partes fundamentales de un refractómetro de manera general.

- Lámpara: la fuente de radiación más común es la luz de un filamento de tungsteno que emite luz blanca.
- Prisma: es un pequeño bloque de material de vidrio con dos superficies planas y pulcras diseñado para controlar ángulos de gran precisión. El prisma más común es el prisma Amici que actúa como monocromador y selecciona la longitud de onda de 589 nm.
- Escalas:
 1. Escala de índice de refracción que proporciona directamente los valores de índice de refracción el intervalo es de $n = 1.3$ a $n = 1.7$.
 2. Escala de fracción en masa de sacarosa significa el % en peso de sacarosa contenida en 100 g de solución de sacaros. Proporciona directamente los valores de concentración de sacarosa en % (el intervalo es de 0 % a 95 %).⁽⁶⁾

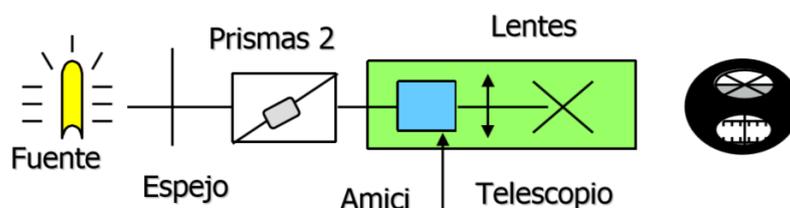


Fig. 3 las partes de un refractómetro ABBE que es uno de los más usados en el mundo que contempla las partes esenciales de un equipo.

2.3.5. Escala en las que se puede medir el contenido de sacarosa mediante la técnica refractométrica.

2.3.5.1. Grados Brix.

Los grados Brix se simbolizan mediante “°Bx” y su función es medir el cociente total de la sacarosa disuelta en un líquido. En sentido estricto, la medición de grados Brix constituye la determinación del contenido de azúcar (sacarosa) pura en agua.

$$1\text{ }^{\circ}\text{Bx} = \frac{1\text{ g de sacarosa}}{100\text{ g de solución}} \quad \text{Ec. 4}$$

Siendo así una solución de 25 °Bx contiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido; otra forma de decirlo es que hay 25 g de azúcar y 75 g de agua en 100 g de solución.

Dicha escala se utiliza sobre todo, en la fabricación de zumos y vinos de fruta y del azúcar a base de caña. Para los zumos de fruta un grado Brix indica cerca de 1-2 % de azúcar por peso. Ya que los grados Brix se relacionan con la concentración de sólidos disueltos (sobre todo sacarosa) en un líquido, que tiene que ver con la gravedad específica del líquido. ⁽¹¹⁾

La temperatura es un factor que afecta la medición de grados Brix un cambio de 1° C puede generar un impacto de 0.1 °Bx o incluso más. Los refractómetros de temperatura compensada evitan la dependencia de la temperatura en mediciones de la densidad.

Formas de medir los grados Brix ° Bx.

- Hidrómetro se usa para controles rápidos del valor de Brix y utiliza un gran volumen de muestra.
- Por medio de un picnómetro es un método que se ayuda de la densidad y los cálculos poseen un error pequeño si se usa de la manera correcta. Pero posee una desventaja que debe de haber una temperatura definida de 20° C en el ambiente.

- Refractómetro óptico es muy útil y práctico ya que trae una escala incorporada pero debe de tenerse en cuenta la temperatura.
- Refractómetros digitales utilizan un sensor óptico de alta resolución mide la reflexión de un rayo de luz que impacta la muestra. ⁽¹²⁾

2.3.6. Definición de Azúcar (Sacarosa).

La sacarosa (β -D-fructofuranosil- α -D-glucopiranososa) comúnmente llamada azúcar de mesa, está integrada por una glucosa cuyo carbono anomérico se une al carbono anomérico de la fructosa y establece un enlace glicosídico β (1,1') que le confiere la propiedad no reductora por carecer de grupos aldehído o cetona libres en su forma de cadena abierta; además no exhibe mutarrotación. La estructura de la sacarosa muestra que la fructosa esté como furanosa tensionada, lo cual provoca que el enlace glicosídico sea muy débil al calor y a los ácidos y puede hidrolizarse con facilidad para producir una mezcla altamente reductora de sus dos monosacáridos. De hecho esta unión es de las más sensibles entre todos los disacáridos. Es muy hidrosoluble tiene una gran capacidad de hidratación y es menos higroscópica que la fructosa.

*Sacarosa α -D-glucopiranosil- β -D-fructofuranósido
(o β -D-fructofuranosil- α -D-glucopiranosido)*

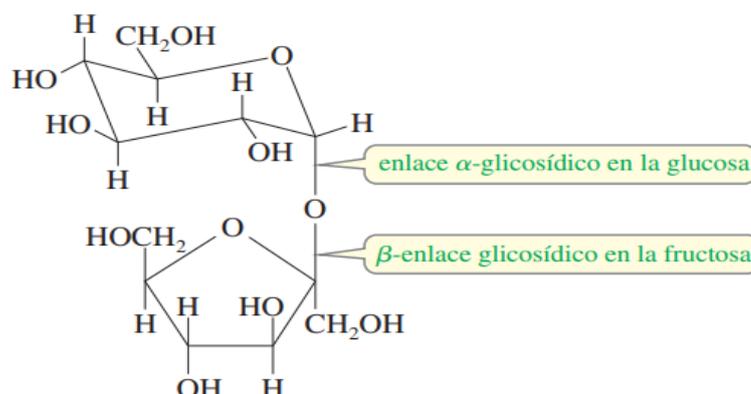


Fig. 4. Estructura molecular de la sacarosa.

La sacarosa abunda en forma natural en casi todas las frutas en raíces como la remolacha de la cual se obtiene de forma comercial junto con la caña de azúcar también se encuentra en ciertos granos y en leguminosas como los chicharos. Su concentración en los vegetales varía según el grado de sazón y es regido por diversas transformaciones enzimáticas. ⁽¹³⁾

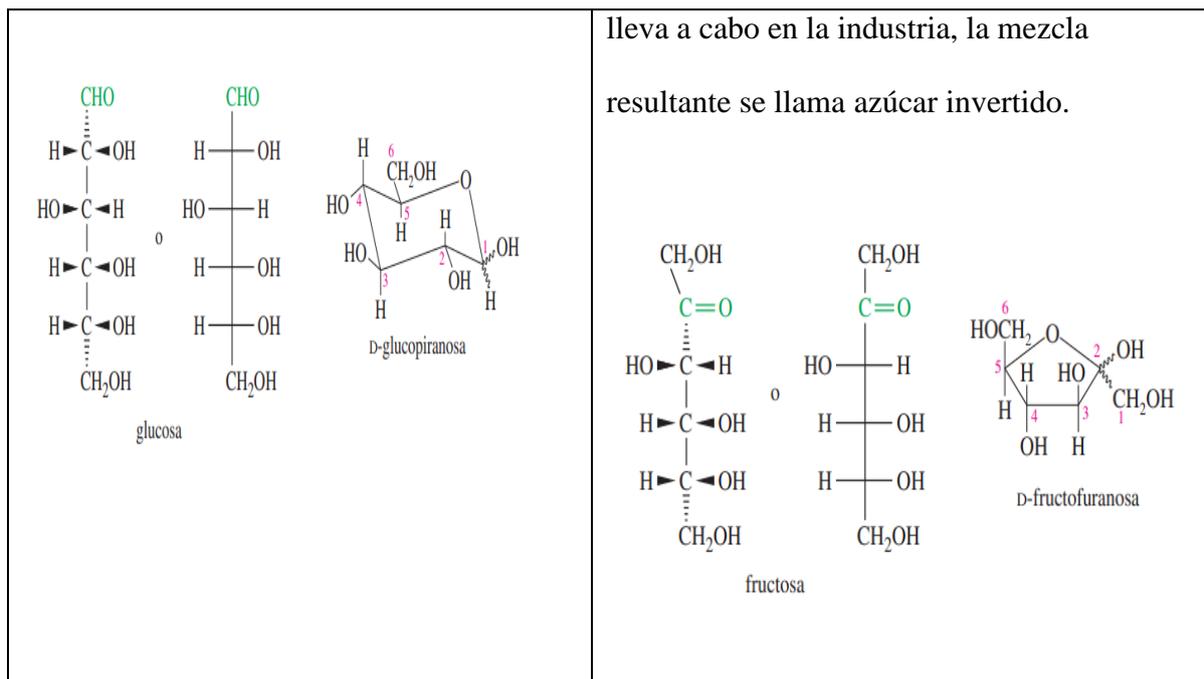
La sacarosa es el edulcorante más utilizado en el mundo industrializado, aunque ha sido en parte reemplazada en la preparación industrial de alimentos por otros endulzantes tales como jarabes de glucosa, o por combinaciones de ingredientes funcionales y endulzantes de alta intensidad.

De manera teórica la sacarosa está compuesta en un 50 % de glucosa y 50 % de fructosa; la glucosa se absorbe directamente a través de los enterocitos que conforman el revestimiento del intestino delgado, y así para pasar al torrente sanguíneo, lo cual estimula la liberación de insulina para fijar la glucosa a la célula y transformar parte de esta glucosa en energía, a su vez de igual forma la fructosa se absorbe directamente en el torrente sanguíneo desde el intestino delgado, aumentando los niveles de azúcar en la sangre gradualmente debido a los procesos de síntesis metabólica que sufre en el hígado para convertirla en glucosa para que luego sea transformada en energía y en material de reserva energética. ⁽¹³⁾

Tabla 1. La tabla muestra la división de la sacarosa en sus respectivos monosacáridos, fructosa y glucosa.

SACAROSA.	
Glucosa.	Fructosa.
Es un monosacárido que contiene seis átomos de carbono doce de hidrogeno y seis de oxígeno (C ₆ H ₁₂ O ₆), contiene un carbono aldehídico que se une al cetónico de la fructuosa.	La fructosa, o levulosa, es un tipo de glúcido encontrado en los vegetales, las frutas y la miel. Es un monosacárido con la misma fórmula molecular que la glucosa,

<p>La aldohexosa glucosa posee dos enantiomeros de los cuales la dextrosa es el que se utiliza en la industria alimentaria.</p> <p>Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. Su rendimiento energético es de 3,75 kcal/g en condiciones estándar. Es el epímero C4 (isómero) de la galactosa, esto indica la posición diferente del grupo OH en la galactosa con respecto a la glucosa en el carbono 4 de la galactosa.</p> <p>La aldohexosa glucosa posee dos enantiómeros, si bien la D-glucosa es predominante en la naturaleza. En terminología de la industria alimentaria y farmacéutica, suele denominarse dextrosa</p> <p>Termino que hace referencia a los compuestos que giran hacia la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj) el plano de la luz polarizada a este compuesto.</p>	<p>$C_6H_{12}O_6$, Pero con diferente estructura, es decir, es un isómero de ésta. Es una cetohexosa (6 átomos de carbono y un grupo cetona). Su nombre sistemático es 1, 3, 4, 5,6 pentahidroxi- 2-hexanona.</p> <p>Es levógira y tiene tres carbonos asimétricos.</p> <p>En disolución se encuentra predominantemente en la forma β-piranosa y en la forma β-furanosa. Su poder energético es el mismo que el de la glucosa, 4 kilocalorías por gramo. Es un glúcido reductor, es decir puede reaccionar con grupos amino libres dando la reacción de Maillard.</p> <p>Todas las frutas tienen cierta cantidad de fructosa (a menudo junto con glucosa), que puede ser extraída y concentrada para hacer un azúcar alternativo.</p> <p>El disacárido llamado sacarosa o azúcar común está formado por la unión de una molécula de fructosa y otra molécula de glucosa. Este disacárido puede romperse fácilmente por hidrólisis, liberando las dos moléculas constituyentes. Si este proceso se</p>
---	--



2.3.7. Definición Azúcar invertido.

Se conoce con este nombre a la mezcla de glucosa y fructosa producida cuando la sacarosa se hidroliza, de manera química o enzimática. El adjetivo “invertido” se refiere al cambio del poder rotatorio que se observa durante la hidrólisis: la sacarosa es dextro rotatoria (+ 66°), pero al transformarse en glucosa (+ 52°) y en fructosa (- 92°) la mezcla resultante desarrolla un poder levo rotatorio (- 40°) a lo que se le llama inversión. ⁽¹⁴⁾

El azúcar invertido se produce naturalmente en la miel de abeja y es responsable de su alto poder endulzante; también en los jugos de frutas con pH ácido y que sufren algún tratamiento térmico se percibe un ligero aumento de la dulzura, debido a la hidrólisis de la sacarosa.

Comercialmente es fácil de producir, ya que el enlace glicosídico es muy débil por la influencia de la fructosa; la energía de activación necesaria para lograr esta transformación es baja, de modo que se pueden emplear ácidos diluidos o invertasas.

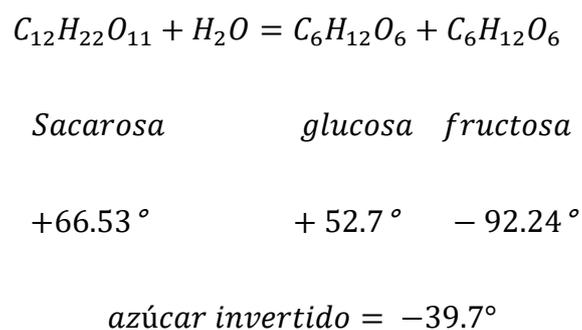
No es recomendable usar ácidos fuertes ni temperaturas elevadas pues en estas condiciones no solo se provoca la hidrólisis del disacárido, sino también la deshidratación de los

monosacáridos y la formación de colores y olores indeseables como sucede en la reacción de Maillard.

Debida a la presencia de la fructosa, el azúcar invertido es un poco más dulce que la sacarosa. Se considera un valor arbitrario de 100 para el poder edulcorante del disacárido el de la fructosa es de 180 y el de la glucosa de 74; en consecuencia el del azúcar invertido será un promedio $(180+74)/2 = 127$; es decir, el azúcar invertido es un 27 % más dulce que la sacarosa otra de sus características es que no cristaliza por lo que es usada en la confitería sin embargo es higroscópico, lo cual representa una desventaja en algunos casos. ⁽¹³⁾

El empleo del azúcar invertido en la industria de alimentos es muy amplio: controla la cristalización de los azúcares realza el sabor en productos derivados de frutas y mantiene la frescura del pan congelado.

En el medio adecuado la sacarosa se hidroliza con facilidad; las velocidades aumentan notablemente según el aumento de la temperatura y la disminución del pH con liberación de los monosacáridos constituyentes según la reacción: ⁽¹³⁾



A continuación se presenta un esquema de la hidrolisis de la sacarosa mediante curvas de la inversión de sacarosa a diferentes temperaturas y relación de pH con el paso del tiempo.

Inversión de sacarosa por hora a diferentes temperaturas y pH

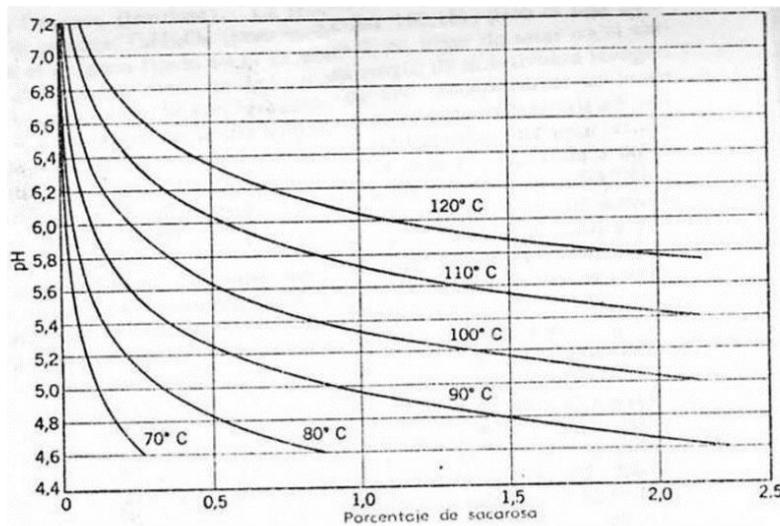


Fig. 5 Curvas de inversión de la sacarosa por hora bajo condiciones estables de temperatura y pH.

La inversión produce cantidades precisamente iguales de los dos monosacáridos, pero se ha demostrado que las melazas finales contienen más fructosa que glucosa. Esto es así porque durante varias etapas del proceso de fabricación la glucosa es destruida más rápidamente que la fructosa, especialmente en reacciones con otros constituyentes del jugo. ⁽¹⁵⁾

2.4 Consecuencias ocasionadas a la salud por el alto consumo de azúcares.

El alto consumo de azúcares añadidos en la alimentación diaria genera un sin número de complicaciones a la salud que van deteriorando poco a poco el cuerpo y disminuyendo la calidad de vida de la población consumista, entre las afecciones médicas más preocupantes está la diabetes mellitus, diabetes tipo 2, que estas traen a su vez problemas renales, visuales, hepáticos. Por mencionar algunos padecimientos que son añadidos al tener altos niveles de glucosa en sangre.

En primer lugar se describen las enfermedades que causa el alto consumo de azúcares refinados añadidos a la dieta diaria, consecuencias, y formas de prevenir dichos padecimientos para tener una mayor calidad de vida.

2.4.1. Definición y tipos de diabetes.

Diabetes mellitus, la diabetes sacarina o diabetes mellitus es una enfermedad crónica que se presenta cuando el páncreas no secreta suficiente insulina o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula la concentración de glucosa en la sangre, es decir, la glucemia.

Un efecto común de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (glucemia elevada), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas del cuerpo, sobre todo los nervios y los vasos sanguíneos. ⁽¹⁵⁾ es por ello que es importante conocer los tipos de diabetes existentes y los signos y señales de alarma que nos da nuestro cuerpo ante el padecimiento de esta enfermedad, a continuación se darán a conocer puntos básicos sobre la diabetes de tipo 2, diabetes de tipo 1 y diabetes gestacional.

- **La diabetes de tipo 2:** (diabetes no insulino dependiente) se debe a una utilización ineficaz de la insulina por el organismo. Causada en gran medida por el exceso de peso, inactividad física, una mala alimentación, consumo en exceso de productos con azúcares añadidos, etc. Esta clase de diabetes se presenta en la edad adulta, aunque en la actualidad se aumenta el porcentaje anual de niños menores de 12 años con dicho padecimiento.

Más de un 95 % de las personas con diabetes presentan la de tipo 2.

- **La diabetes de tipo 1:** (diabetes insulino dependiente) se caracteriza por una producción deficiente de insulina y requiere la administración diaria de esta hormona.

Se desconoce cómo prevenir esta clase de diabetes y es una de las más fuertes causando sintomatología más perseverante que la diabetes mellitus y de tipo 2.

Entre los síntomas de esta clase están: la excreción excesiva de orina (poliuria), sed (polidipsia), hambre constante, pérdida de peso, trastornos visuales y cansancio los cuales pueden aparecer de forma súbita y son agravados por el excesivo consumo de azúcares en la dieta diaria.

Otra clase de diabetes que es menos frecuente pero que de igual forma pone en riesgo la salud de dos seres es la diabetes gestacional esta se establece durante el embarazo siendo un de las causas más frecuentes de complicaciones a la hora del parto y dando un alto índice de probabilidad de padecer diabetes tipo 2 a futuro para la madre o al recién nacido.

La diabetes con el paso del tiempo tiene una gran cantidad de complicaciones a la salud que van deteriorando órganos como el corazón, riñones, vasos sanguíneos, ojos y la piel, causando probabilidades más altas padecer enfermedades como:

- Los adultos con diabetes tienen un riesgo entre dos y tres veces mayor de sufrir un infarto de miocardio o un accidente cerebrovascular.
- Las neuropatías (lesiones del tejido nervioso) de origen diabético que afectan a los pies, combinadas con la reducción del flujo sanguíneo, elevan la probabilidad de sufrir úlceras e infecciones que, en última instancia, requieran la amputación de la extremidad.
- La retinopatía diabética, que es una importante causa de ceguera, es una consecuencia del daño de los capilares de la retina acumulado a lo largo del tiempo. Cerca de 1 millón de personas se han quedado ciegas debido a la diabetes.
- La diabetes es una las principales causas de insuficiencia renal.

- Los diabéticos tienen más probabilidades de tener peor evolución cuando contraen algunas enfermedades infecciosas, entre ellas la COVID-19. ⁽¹⁶⁾

Es por ello que es de vital importancia seguir ciertas medidas de prevención para evitar las complicaciones de salud asociadas a la diabetes, a continuación se harán mención de unas formas de prevenir tanto la enfermedad como tal como la elevación de los niveles de glucosa en sangre si ya se sufre del padecimiento los cuales son:

- Conseguir un peso corporal saludable y mantenerse en él.
- Realizar al menos 30 minutos de ejercicio físico de intensidad moderada la mayor parte del tiempo, aunque quizá se requiera más ejercicio para controlar el peso.
- Seguir un régimen alimentario saludable, sin azúcar ni grasas saturadas.
- No consumir tabaco, pues fumar eleva el riesgo de sufrir diabetes y enfermedades cardiovasculares. ⁽¹⁶⁾

2.4.2. Definición y características de las enfermedades cardiovasculares.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos, que pueden ser de dos tipos genéticos y como consecuencia de padecimiento de enfermedades como la diabetes y obesidad que son unos de los principales padecimientos por el alto consumo de azúcares en la alimentación, entre las (ECV) más comunes se incluyen:

- La cardiopatía coronaria: enfermedad de los vasos sanguíneos que irrigan el músculo cardíaco.
- Las enfermedades cerebrovasculares: enfermedades de los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro.
- Las arteriopatías periféricas: enfermedades de los vasos sanguíneos que irrigan los miembros superiores e inferiores.

- La cardiopatía reumática: lesiones del músculo cardíaco y de las válvulas cardíacas debidas a la fiebre reumática, una enfermedad causada por bacterias denominadas estreptococos.
- Las cardiopatías congénitas: malformaciones del corazón presentes desde el nacimiento.
- Las trombosis venosas profundas y embolias pulmonares: coágulos de sangre (trombos) en las venas de las piernas, que pueden desprenderse (émbolos) y alojarse en los vasos del corazón y los pulmones. ⁽¹⁷⁾

Los ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares (ACV) suelen tener su causa en la presencia de una combinación de factores de riesgo, tales como el tabaquismo, las dietas malsanas, la obesidad, la inactividad física y el consumo nocivo de alcohol.

Dichos factores de riesgo pueden manifestarse en la salud de las personas en forma de hipertensión arterial, hiperglucemia, hiperlipidemia y sobrepeso u obesidad. Estos "factores de riesgo intermediarios", que pueden medirse en los centros de atención primaria, son indicativos de un aumento del riesgo de sufrir ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca y otras complicaciones de salud.

Para prevenir que estos factores causen daños irreversibles al cuerpo se debe tener un cese del consumo de tabaco, la sal en la dieta y se debe aumentar el consumo de frutas y hortalizas, la actividad física regular y evitar el consumo nocivo de alcohol para reducir la posibilidad de sufrir un ECV o AVC de igual manera se deberá mantener todos los padecimientos primarios bajo control mediante tratamientos farmacéuticos y chequeos constantes con médicos especializados en el área que se ve afectada la salud.

Para reconocer las enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares en conjunto de todas las afecciones de salud que estas conllevan tenemos que tener en cuentas los síntomas

de alerta que el cuerpo nos indica ya que estos tienen como primer manifiesto un ataque al corazón o un AVC.

Los síntomas de un ataque al corazón son:

- Dolor o molestias en el pecho,
- Dolor o molestias en los brazos, hombro izquierdo.
- Dolor en mandíbula o espalda.

Además, puede haber dificultad para respirar, náuseas o vómitos, mareos o desmayos, sudores fríos y palidez. La dificultad para respirar, las náuseas y vómitos y el dolor en la mandíbula o la espalda son más frecuentes en las mujeres.

El síntoma más común del AVC

- La pérdida súbita, generalmente unilateral, de fuerza muscular en los brazos, piernas o cara.

Otros síntomas considerables de un AVC consisten en:

- La aparición súbita, generalmente unilateral, de entumecimiento en la cara, piernas o brazos.
- Confusión, dificultad para hablar o comprender lo que se dice.
- Problemas visuales en uno o ambos ojos.
- Dificultad para caminar, mareos.
- Pérdida de equilibrio o coordinación.
- Dolor de cabeza intenso de causa desconocida.
- Debilidad o pérdida de conciencia. ⁽¹⁷⁾

2.4.3. Definición y características del sobrepeso y obesidad.

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud siendo la principal causa de la obesidad un desequilibrio energético de las calorías consumidas en la dieta causando que el exceso de las mismas se transforme en grasa para almacenarse y utilizarse posteriormente, una de las causas más comunes de este desequilibrio energético es el alto consumo de alimentos procesados y azúcares añadidos.

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2).⁽¹⁸⁾

2.4.3.1. Adultos.

En el caso de los adultos, la OMS define el sobrepeso y la obesidad como se indica a continuación:

- sobrepeso: IMC igual o superior a 25.
- obesidad: IMC igual o superior a 30.

El Índice de Masa Corporal proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población, pues es la misma para ambos sexos y para los adultos de todas las edades. En el caso de los niños, es necesario tener en cuenta la edad al definir el sobrepeso y la obesidad.

2.4.3.2. Niños menores de 5 años.

En el caso de los niños menores de 5 años:

- El sobrepeso es el peso para la estatura con más de dos desviaciones típicas por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS.

- La obesidad es el peso para la estatura con más de tres desviaciones típicas por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS. ⁽¹⁸⁾

Es por ello que es importante tomar en cuenta el IMC para evitar padecimientos de ECV, AVC, diabetes que dañan la calidad de vida, a continuación se presenta curvas de edad-peso según la OMS que son de utilidad para identificar en que sección de sobrepeso u obesidad se encuentran.

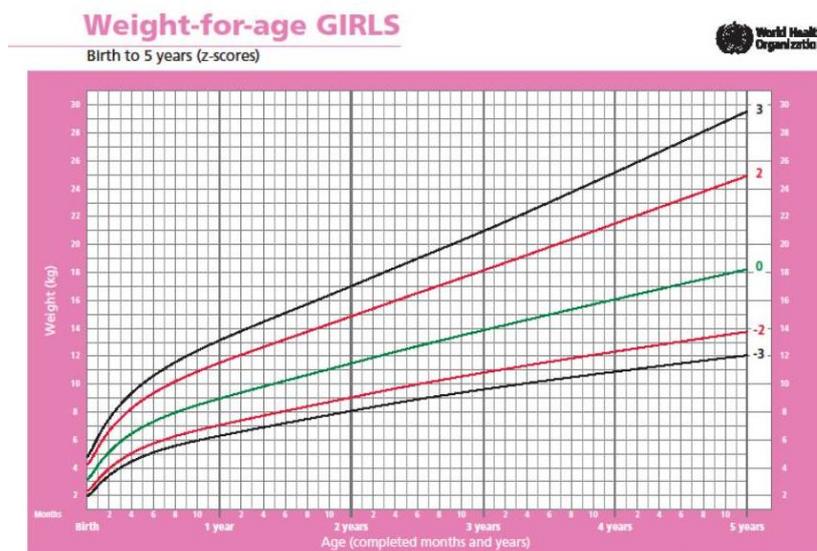


Fig. 6 Relación peso-edad para niñas menores de 5 años. ⁽¹⁹⁾



Fig. 7 Relación peso-edad para niños menores de 5 años. ⁽¹⁹⁾

2.4.3.3. Niños de 5 a 19 años.

En el caso de los niños de 5 a 19 años, el sobrepeso y la obesidad se definen de la siguiente manera:

- El sobrepeso es el IMC para la edad con más de una desviación típica por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS.
- La obesidad es mayor que dos desviaciones típicas por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS.⁽¹⁸⁾

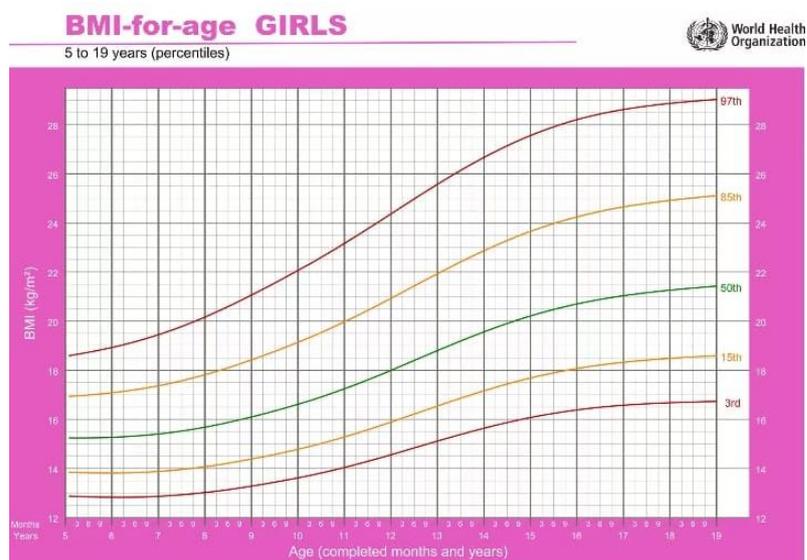


Fig. 8 Relación de Índice de masa corporal- edad sexo femenino de 5 a 19 años.⁽¹⁹⁾

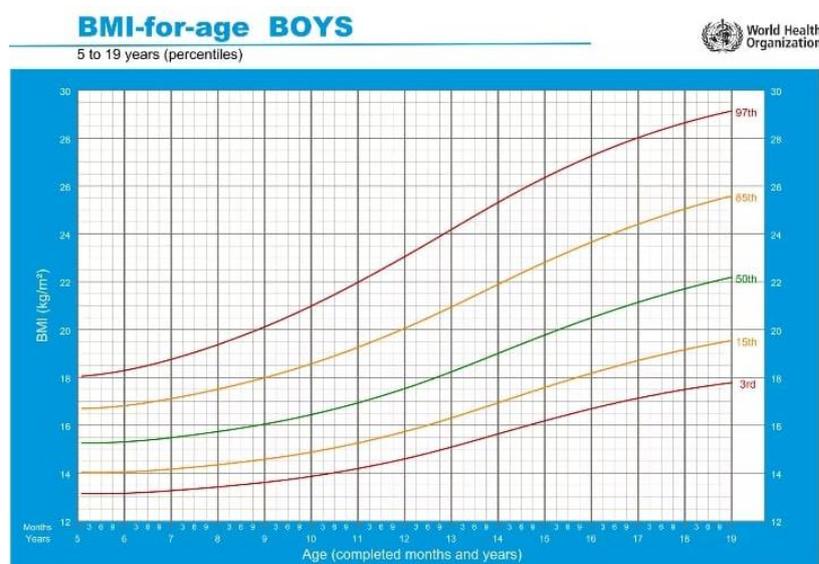


Fig. 9 Relación de Índice de masa corporal- edad sexo masculino de 5 a 19 años.⁽¹⁹⁾

La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas.

Esto se debe en gran manera al ritmo de vida actual, en la que la mayor parte del tiempo la población pasa sentada frente a las pantallas tecnológicas o bien poseen un alto grado de consumismo hacia comidas poco nutritivas con alto contenido de sal, azúcares refinados y grasas saturadas. Esto sumado a la falta de actividad física lleva a la población de todas las edades a padecer sobre peso y obesidad.

A nivel mundial se ha visto que ocurren dos situaciones que detonan este padecimiento:

- Un aumento en la ingesta de alimentos de alto contenido calórico que son ricos en grasas saturadas y azúcares refinados.
- Un descenso en la actividad física debido al sedentarismo de muchas formas de trabajo, los nuevos medios de transporte y la creciente y rápida urbanización.

En muchas ocasiones estos cambios repentinos de hábitos alimenticios y de actividad física son consecuencia de un cambio en la rutina diaria y el ambiente social que nos rodea, que son causadas por el desarrollo veloz de nuevas costumbres, falta de políticas a sectores como ganadería, agricultura, salud, transporte colectivo, manufactura de alimentos, comercio de alimentos no nutritivos y la educación.⁽¹⁸⁾

Un Índice de Masa Corporal elevado es un importante factor de riesgo de enfermedades no transmisibles, como las siguientes:

- Las enfermedades cardiovasculares (principalmente las cardiopatías y los accidentes cerebrovasculares), que fueron la principal causa de muertes en 2012.
- La diabetes. Se estima que la diabetes afecta al 9,3% de la población mundial.
- Los trastornos del aparato locomotor (en especial la osteoartritis, una enfermedad degenerativa de las articulaciones muy incapacitante).

- Algunos tipos de cánceres (endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon).
- El riesgo de contraer estas enfermedades no transmisibles crece con el aumento del IMC.

La obesidad infantil se asocia con una mayor probabilidad de muerte prematura y discapacidad en la edad adulta. Sin embargo, además de estos mayores riesgos futuros, los niños obesos sufren dificultades respiratorias, mayor riesgo de fracturas e hipertensión, presentan marcadores tempranos de enfermedades cardiovasculares, resistencia a la insulina y efectos psicológicos.

El sobrepeso y la obesidad, así como las enfermedades no transmisibles vinculadas, pueden prevenirse en su mayoría. Para ello es necesario un entorno sano y de ayuda constante que favorezca de forma sencilla la toma de decisiones saludables como: que alimentos consumir, que cantidad es lo más recomendado, cuanta actividad física debe realizar diariamente para prevenir el sobre peso y la obesidad es por ello que de manera individual, las personas pueden optar por:

- Limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares agregadas.
- Aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos.
- Realizar una actividad física periódica dependiendo de la edad según recomendación, así puede ser 60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para adultos mayores. ⁽¹⁸⁾

La responsabilidad individual solo puede tener pleno efecto si las personas tienen acceso a un modo de vida sano. Es por ello que en el área social, es importante ayudar a las personas a

cumplir con efectividad las recomendaciones anteriormente mencionadas, proporcionando de manera fácil y asequible una alimentación sana y espacios de esparcimiento aptos para el desarrollo de actividad física regular para toda la población, en particular para aquellas personas de escasos recursos o de áreas poblacionales marginadas.

Es por ello que también se deben implementar algunas políticas de comercio y demográficas en las cuales se den a conocer las consecuencias de un alto consumo de productos procesados con alto contenido de sal, azúcares refinados y grasas saturadas.

Por ejemplo:

- Un impuesto sobre la fabricación y comercialización de las bebidas azucaradas y snack con alto contenido de grasas saturadas. ⁽²⁰⁾

La industria alimentaria puede desempeñar un papel importante en la promoción de dietas sanas del siguiente modo:

- Reduciendo el contenido de grasa, azúcar y sal de los alimentos procesados.
- Asegurando que las opciones saludables y nutritivas estén disponibles y sean asequibles para todos los consumidores.
- Limitando la comercialización de alimentos ricos en azúcar, sal y grasas, sobre todo los alimentos destinados a los niños y los adolescentes.
- Garantizando la disponibilidad de opciones alimentarias saludables y apoyando la práctica de actividades físicas periódicas en el lugar de trabajo. ⁽¹⁸⁾

La obesidad y el sobrepeso es un padecimiento que afecta a personas de todas las edades y clases sociales, es por ello que es indispensable corregir hábitos alimenticios, actividad física y el consumismo masivo para prevenir este y todos los padecimientos añadidos a este y

poseer una vida plena y feliz cuidando siempre de los seres que nos rodean. Definición y características de la adicción a la azúcar.

2.4.4. Definición y características de la adicción a la azúcar.

Imaginemos una droga que no es inyectada, fumada o inhalada; de fácil acceso para niños y adultos; que se encuentra en productos de consumo diario, como alimentos y bebidas de venta en supermercados; cuyo consumo no es regulado pese a los graves problemas de salud que genera. Parece increíble que exista, pero así es, su nombre: azúcar.

En los últimos años muchos estudios científicos han demostrado que el consumo excesivo de azúcares añadidos en alimentos y bebidas procesadas son la causa de enfermedades como: obesidad, diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólico, hipertensión arterial, enfermedad coronaria isquémica, ciertos tipos de cáncer, así como bulimia, depresión y ansiedad. ⁽²¹⁾

Es por ello que en la actualidad el consumo de bebidas carbonatadas o jugos envasados con alto contenido de azúcar añadido va en aumento, debido a que producen una agradable sensación al paladar los diferentes componentes con los que está elaborada. Los cuales liberan una corriente de dopamina que produce felicidad y es la razón de que se desee cada vez más el consumo de dicho producto.

Según la Organización Mundial de la Salud la cantidad recomendada de azúcar al día es de 25 a 50 g; sin embargo, en los hechos el consumo es superior a dicha cifra, pues es de aproximadamente 64 a 183 g por persona al día, dando así un total de entre, 24 a 67 kg por persona al año. Entre los mayores consumidores de azúcar al año se encuentran:

- Brasil (67.3 Kg / por persona al año).
- Malasia (53.7 Kg/ por persona al año).
- América Latina y el Caribe (47.8 Kg/ por persona al año).

- Estados Unidos de América (40 Kg/ por persona al año).

Complicando cada vez más la adición por este dulce y desolador panorama, está el consumo diario de alimentos procesados con azúcares agregados, teniendo así que los 10 alimentos más consumidos y que contribuyen a esta adicción por el dulce producto son:

- Refrescos (40 g de azúcar por cada 355 ml).
- Bebidas energéticas (40 g de azúcar por cada 355 ml).
- Frutas en almíbar (31.5 g por cada ración de 100 g)
- Flanes y natillas (30 g por vaso de 100 g).
- Galletas (25 g por cada ración de 100 g).
- Yogur de sabor (20 g por cada vaso de 125 ml).
- Barras de chocolate con leche (15 g por cada barra de 25 g).
- Chocolate en polvo (15 g por cada ración de 15 g).
- Cereales en caja (11.5 g por ración de 30 g).
- Mermeladas (11 g por cada ración de 20 g).
- Aderezos como mayonesa, cátsup, mostaza. (10 g por cada ración de 20 g).⁽²¹⁾

Es por ello que al consumir estos alimentos en la dieta diaria excedemos la cantidad recomendada por la Organización Mundial de la salud, causando graves daños a la salud y causando una adicción al azúcar por las grandes dosis que se suministran aunque sean de manera inconsciente, llevando a padecimientos como: caries dentales, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, altos niveles de colesterol y triglicéridos, resistencia a la insulina, algunos tipos de cáncer, etc. Y por si fuera poca causando en la población más joven problemas psicológicos como déficit de atención, hiperactividad, bulimia, anorexia y baja auto estima.

2.4.5. Definición y características del índice glucémico.

Al consumir alimentos que poseen carbohidratos (azúcar y almidón) nuestro cuerpo los transforma en glucosa que posteriormente ingresa al torrente sanguíneo, elevando los niveles de glucemia o glucosa en la sangre, esto sumado a la cantidad de grasas, proteínas y fibras causan que cada alimento tenga un comportamiento glucémico diferente. ⁽²²⁾

El índice glucémico (IG) es una escala numérica que va desde los 0 hasta los 100 grados, mediante la cual se clasifican los alimentos que consumimos a lo largo del día teniendo en cuenta que, este índice glucémico se obtiene mediante una comparación de las curvas de un patrón de glucosa versus un alimento cualquiera consumido. Es así como se obtiene tres divisiones en el IG que son:

- IG alto: de 70 a 100 grados.
- IG medio: de 50 a 70 grados.
- IG bajo: de 0 a 50 grados. ⁽²³⁾

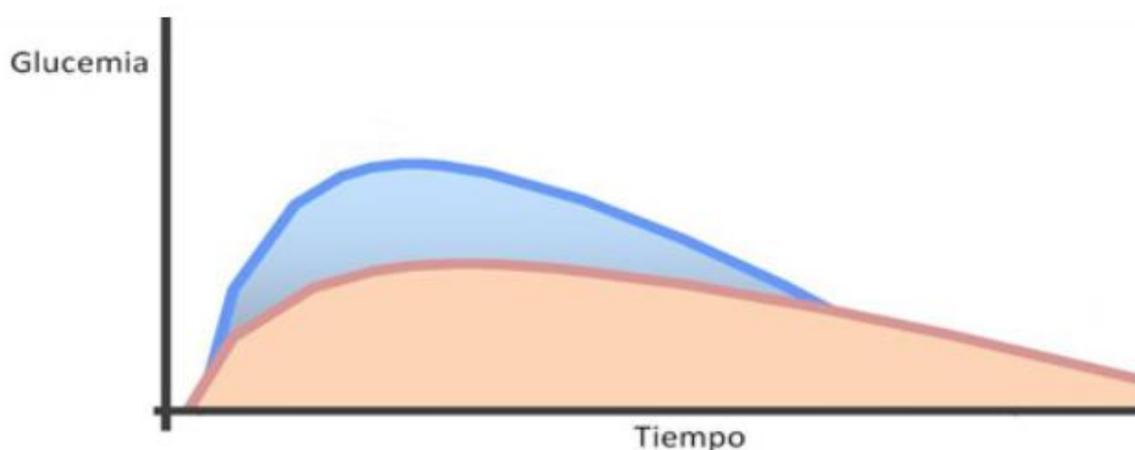


Fig. 10 Curvas de índice glucémico en un tiempo de dos horas después de la ingesta de alimentos. ⁽²²⁾

Las curvas anteriores representan el consumo existente en el cuerpo de la glucosa consumida mediante cualquier alimento ingerido en un periodo correspondiente a dos horas, la curva de color naranja marca el alimento ingerido y la curva de color azul el patrón de glucosa.

Es por ello que una persona que trate de controlar sus niveles de glucosa en sangre ya sea por padecimientos de diabetes mellitus o por prevención y mejor calidad de vida debe poseer conocimiento básico de IG de los alimentos que se consumen durante el día.

Por ejemplo:

- Una bebida carbonatada de cola posee un IG de 65 unidades, mientras que un jugo de frutas procesado posee un IG de 70 unidades. ⁽²³⁾
- En comparación al consumir un jugo de frutas procesado con IG de 70 unidades, equivale a comer una porción grande de sandía una de las frutas con mayor IG 72 unidades.
- Una porción de naranjas que posee IG de 63 unidades acercándose al IG de un refresco carbonatado de cola con un IG de 65 unidades.

Es por ello que debemos hacer conciencia de los alimentos y bebidas que ingerimos para no estar propensos a los riesgos por el alto consumo de azúcares en nuestra dieta.

2.5. Parámetros que brinda la OMS y la OPS sobre el consumo de azúcares.

La Organización mundial de la Salud recomienda que el consumo de azúcar sacarosa diaria sea menor al 10 % de la necesidad energética total, pero se notan mejorías considerables a la salud si se reduce a la mitad 5 % de azúcares libres diariamente. Esto equivale a una porción de 250 mL de bebidas azucaradas, es por ello que la OMS afirma que el azúcar no es necesaria desde un punto de vista nutricional. ⁽²⁰⁾

La Organización Mundial de la Salud indica que para personas con un IMC normal el consumo diario de azúcar es equivalente a 25 gramos aproximadamente de 5 a 6 cucharadas rasas, pero para personas con enfermedades no transmisibles como la diabetes, obesidad, hígado graso, enfermedades cardiovasculares se debe reducir lo más que sea posible como un máximo de 12 gramos aproximadamente 3 cucharadas rasas y sustituir si es posible por endulzantes más adecuados como la stevia que no aumenta los indicadores de salud. ⁽²⁵⁾

Todo el azúcar consumida proporciona energía de forma inmediata pero toda aquella azúcar que se encuentra en exceso se transforma en glucógeno y en grasa siendo que es almacenada para cuando el cuerpo la necesite, convirtiéndose en uno de los principales factores que causan enfermedades no transmisibles. Es por eso que la OMS da a conocer que por cada 350 mL de jugos o refrescos carbonatados que se ingiere se está introduciendo al cuerpo 40 gramos de sacarosa aumentando en un 60% las posibilidades de padecer obesidad.

La OMS brinda consejos firmes para lograr la reducción de consumo de azúcares hasta un 5% con las siguientes ideas:

1. Lee las etiquetas de los alimentos. Si tiene sellos, consúmelos de manera ocasional.
2. Disminuye los azúcares procesados, prefiere cocinar en casa para saber qué ingredientes estás comiendo tú, tu familia, tus hijos.
3. Prefiere agua. Evita las bebidas y los jugos de fruta como fuente de hidratación.
4. Compra fruta para tener cerca cuando tengas antojo de algo dulce.
5. Si vas al supermercado, no compres con hambre.
6. “Más mercado y menos supermercado”, es decir, prefiere más materia prima (frutas, verduras, legumbres, pescado) y menos ultra procesados (bebidas, chocolates, galletas).
7. Reemplaza el azúcar por stevia pura. Mide conscientemente las gotitas que añades al café o al té, no debería ser más de 4 gotas o 1 tableta por taza. ⁽²⁵⁾

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1. Hipótesis.

- H1. Las bebidas seleccionadas poseen un alto contenido de los azúcares sacarosa y glucosa.
- H2. Las técnicas refractométrica y polarimétrica son altamente confiables para la determinación de azúcares en bebidas.

3.2. Diseño metodológico.

3.2.1. Polarimetría.

Para cuantificar las azúcares mediante técnica polarimétrica se iniciará con la elaboración de una curva de calibración con soluciones estándares de sacarosa a partir de 4 g a 32 g utilizando el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 que se realizará en análisis de máxima duración para que su lectura sea la más exacta, con un tiempo aproximado de 60 segundos. Para cada análisis de las soluciones estándar se llenará la celda de cuarzo de 2 decímetros con agua destilada que será el blanco de nuestro análisis y luego se colocará en el paso de la luz de sodio para obtener el valor que reconoceremos como cero, posteriormente se colocará en la celda la solución estándar y se somete al paso de la luz de sodio para obtener las diferentes rotaciones angulares de las muestras, que se utilizará para la curva de calibración con un valor de R^2 lo más cercano a 1.

Para el análisis de las muestras seleccionadas primero se colocará 1 mL de muestra en un balón de 100 mL para posteriormente aforar a su máxima capacidad y homogeneizar la solución, para cada análisis se deberá colocar la celda llena de agua destilada como blanco y posterior a ello la celda de muestra de estudio para así obtener los ángulos de rotación en sus dos escalas, a ° y Z °.

3.2.2. Materiales y reactivos de la técnica polarimétrica.

Tabla 2. En la tabla se describirá los materiales, cristalería y equipo que se utilizaran para la realización de cada uno de los experimentos polarimétricos.

MATERIALES		EQUIPO
10 balones fondo plano de 100 ml	Muestras de análisis.	Polarímetro polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430
3 beaker de 500 mL, 300 mL y de 100 mL.	Toallas kleenex	Balanza analítica.
1 agitados de vidrio.	Papel toalla.	
1 vidrio reloj.	1 embudo de vidrio.	
1 espátula metálica.	1 pizeta.	
Guantes de látex		

Tabla 3. En la tabla se describirá los reactivos con su respectiva calidad y marca de distribución que se utilizaran para la realización de cada uno de los experimentos polarimétricos.

REACTIVO	CALIDAD.	MARCA.
Sacarosa.	ACS.	MERCK
Alcohol metílico.	ACS	MERCK
Agua destilada.	ACS	ELECTRO LAB MEDIC.

3.2.3. Tratamiento matemático para la técnica polarimétrica.

3.2.3.1. Tratamiento para conocer la concentración de sacarosa en las muestras.

Con los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 se realizará el proceso matemático adecuado; utilizando la ley de Biot que se presenta a continuación:

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha_{\lambda}^T}{c * l} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

- $[\alpha]_{\lambda}^T$: rotación específica de la sacarosa en condiciones estándar de 25° C y 589 nm.
- α_{λ}^T : rotación angular de muestra tomada en condiciones estándar.
- c : concentración de la muestra.
- l : longitud de la celda.

Mediante la cual se conoce la concentración de sacarosa presente en la disolución, la cual se despeja de la siguiente manera:

$$C = \frac{\alpha_{\lambda}^T * 100}{[\alpha]_{\lambda}^T * l} = \frac{\text{g}}{100 \text{ mL.}}$$

El resultado obtenido de esta ecuación será multiplicado por el factor de dilución de 1 en 100 mL.

$$C \frac{\text{g}}{100 \text{ mL.}} * 100.$$

Luego se calculan los gramos totales presentes según los mL que posee cada muestra, como un extra para facilitar la comprensión de la población se ha considerado pasar los gramos totales de la muestra en cucharadas cafeteras las cuales equivalen a 5 gramos cada una.

1 cucharada cafetera = 5 g de sacarosa.

$$C \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} = \text{cucharadas cafeteras de sacarosa.}$$

3.2.3.2. Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre que posee cada muestra en la técnica polarimétrica.

Para el cálculo de la de las incertidumbres para cada una de las mediciones realizadas con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430; se hará uso de la Norma Internacional ISO 1297 con ayuda de la ecuación de la ley de Biot para la cual desglosaremos en cada una de sus variables, incertidumbres y despejes necesarios para su máxima comprensión los cuales se encuentra a detalle a continuación en la tabla 4 partiendo inicialmente de la ecuación de la ley de biot.

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha_{\lambda}^T}{c * l}$$

Tabla 4. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la técnica polarimétrica.

$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha_{\lambda}^T}{c * l}$			
C	α_{λ}^T	$[\alpha]_{\lambda}^T$	L
Variable x	Variable y	Rotación específica de la sacarosa.	Longitud de la celda.
Mediante la función de EMPP en tres variables tendremos que:			

$$(\Delta f)^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 (\Delta y)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 (\Delta z)^2 \dots\dots$$

Para hacer uso de esta ecuación debemos despejar con respecto a la variable que se desea conocer, en este caso para la variable concentración C, obteniendo así:

$$C = \frac{\alpha}{[\alpha]_{\lambda}^T * l}$$

Teniendo la nueva función ya despejada con respecto a la variable de interés así:

$$(\Delta C)^2 = \left(\frac{\partial C}{\partial \alpha}\right)^2 (\Delta \alpha)^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial [\alpha]_{\lambda}^T}\right)^2 (\Delta [\alpha]_{\lambda}^T)^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial l}\right)^2 (\Delta l)^2$$

Las incertidumbres de las variables son conocidas mediante el equipo de medición, la celda y los cálculos previos de la curva de calibración del experimento polarimétrico y son:

$$(\Delta \alpha) = 0.001^{\circ}$$

$$(\Delta [\alpha]_{\lambda}^T) = 0.001 \frac{\circ}{dm * g/100mL}$$

$$(\Delta l) = 0.05 \text{ cm}$$

Teniendo esto datos conocidos partiremos a calcular las diferentes derivadas parciales que se verán inmersas en el cálculo de las incertidumbres del análisis.

$$\left(\frac{\partial C}{\partial \alpha}\right)^2 = \left(\frac{1}{[\alpha]_{\lambda}^T * l}\right)^2$$

$$\left(\frac{\partial C}{\partial [\alpha]_{\lambda}^T}\right)^2 = \left(-\frac{\alpha}{[\alpha]_{\lambda}^T * l}\right)^2$$

$$\left(\frac{\partial C}{\partial l}\right)^2 = \left(\frac{1}{\alpha * l}\right)^2$$

Obteniendo la ecuación final que será la utilizada para cada uno de las muestras.

$$(\Delta C)^2 = \left(\frac{1}{[\alpha]_{\lambda}^T * l}\right)^2 (\Delta \alpha)^2 + \left(-\frac{\alpha}{[\alpha]_{\lambda}^T * l}\right)^2 (\Delta [\alpha]_{\lambda}^T)^2 + \left(\frac{1}{\alpha * l}\right)^2 (\Delta l)^2$$

3.3.Refractometría.

Para cuantificar azúcares por técnica refractométrica primero se elaborará una curva de calibración con soluciones estándar de sacarosa a partir de 4 g a 32 g utilizando el refractómetro

30 PX Mettler Toledo. Para cada análisis se limpiara la copa de lectura con metanol y se seca con toalla especial klennex para posteriormente colocar una porción suficiente que recubra la copa de análisis sin derramarse y así proceder al análisis y obtener los grados Brix, y el índice de refracción de cada solución estándar, con los datos obtenidos se elaborará la curva de calibración con un valor de R^2 lo más cercano a 1.

Para el análisis de cada una de las muestras seleccionadas primero se tomó en un beaker de 100 mL una alícuota de 20 mL de la bebida que se des gasificara por agitación si es necesario para evitar interferencias en el pasa de la luz de sodio, se toma un aproximado de 1mL y se coloca en la copa de análisis para obtener los valores de interés como lo son: Brix, ND y NDT.

3.3.1. Materiales y reactivos de la técnica refractométrica.

Tabla 5. En la tabla se describirá los reactivos con su respectiva calidad y marca de distribución que se utilizaran para la realización de los experimentos refractométricos.

REACTIVO	CALIDAD.	MARCA.
Sacarosa.	ACS.	MERCK
Alcohol metílico.	ACS	MERCK
Agua destilada.	ACS	ELECTRO LAB MEDIC.

Tabla 6. En la tabla se describirá los materiales, cristalería y equipo que se utilizaran para la realización de los experimentos refractométricos.

MATERIALES		EQUIPO
10 balones fondo plano de 100 mL	Toallas kleenex	Refractómetro.
3 beaker de 500 mL, 300 mL y 100 mL.	Papel toalla.	Balanza analítica.
1 gotero plástico de 1 MI	1 embudo de vidrio.	
1 vidrio reloj.	1 pizeta.	
1 espátula metálica.	Guantes de látex	

3.3.2. Tratamiento matemático para la técnica refractométrica.

Con los datos obtenidos de los análisis realizados con el refractómetro con el equipo 30PX Mettler Toledo se realizara el procesamiento matemático adecuado; utilizando la equivalencia de los grados Brix que se presenta a continuación:

$$1^{\circ}Bx = \frac{1 \text{ g de sacarosa}}{100 \text{ g de solución}} \quad \text{Ec. 4}$$

Se despejara la equivalencia de los grados Brix para conocer los gramos de sacarosa contenidos en la porción de la muestra analizada.

$$1 \text{ g de sacarosa} = \frac{^{\circ}Bx * \text{porción de muestra}}{100 \text{ g de solución}}$$

Para una mejor comprensión de la población los resultados obtenidos de esta ecuación se convertirán a cucharadas cafeteras las cuales equivalen a 5 g cada una.

$$1 \text{ cucharada cafetera} = 5 \text{ g de sacarosa.}$$

3.3.3. Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre de cada una de las muestras en la técnica refractométrica.

Para las incertidumbres de esta técnica al utilizar un instrumento digital según la Norma Internacional ISO 1297 reza que se colocará como incertidumbre una unidad en el último dígito de la lectura marcada en la pantalla esto porque la muestra no sufrió cambios en su estado original.

3.4. Inversión de la sacarosa.

Para la realización de este proceso se utiliza técnica química que es la hidrólisis ácida, en medio ácido y en condiciones de temperatura estables, es por ello que se colocara un patrón de 10 g de sacarosa pura en un balón de 100 mL, se coloca 50 mL de agua caliente para disolver la sacarosa y posteriormente se afora a su máxima capacidad, se filtra y se toma la alícuota que será sometida a análisis de larga duración en el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 para así obtener las rotaciones angulares de la muestra en análisis.

Se separan 50 mL de esta solución en un Erlenmeyer de 100 mL se añaden 25 mL de agua destilada se homogeniza y se agregan 5 mL de ácido clorhídrico grado reactivo, se coloca en baño María a temperatura estable entre los 65 °C y 70 °C agitando con frecuencia, al transcurrir 5 minutos a temperatura constante se retira del baño María y se coloca en un baño de agua fría hasta conseguir una temperatura ambiente, posteriormente se completa el volumen a 100 mL y se toma la segunda muestra de análisis que se coloca en la celda del polarímetro y al paso de la luz de sodio y así obtener los valores de la rotación angular de la muestra en estudio.

3.4.1. Materiales y reactivos de la inversión de la sacarosa.

Tabla 7. En la tabla se describirá los reactivos con su respectiva calidad y marca de distribución que se utilizaran para la realización de la inversión de la sacarosa por técnica polarimétrica.

REACTIVO	CALIDAD.	MARCA.
Sacarosa.	ACS.	MERCK
Alcohol metílico.	ACS	MERCK
Agua destilada.	ACS	ELECTRO LAB MEDIC.
Ácido clorhídrico.	ACS	MERCK

Tabla 8. En la tabla se describirá los materiales, cristalería y equipo que se utilizarán para la realización de la inversión de la sacarosa por técnica polarimétrica.

MATERIALES		EQUIPO
2 balones fondo plano de 100 mL	2 Termómetro.	Polarímetro.
3 beaker de 500 mL, 300 mL y de 100 mL.	Muestras de análisis.	Balanza analítica.
2 papeles filtro.	Toallas kleenex	Estufa de porcelana.
1 vidrio reloj.	Papel toalla.	
1 espátula metálica.	2 soportes metálicos.	
1 embudo de vidrio.	2 pinzas de tubo.	
1 pizeta.	1 Erlenmeyer de 100 MI	
Guantes de látex		

3.4.2. Tratamiento matemático para la inversión de la sacarosa.

Con los datos obtenidos de los análisis realizados mediante técnica química con el equipo Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 se realizará el proceso matemático adecuado; utilizando las ecuaciones correspondientes al contenido de sacarosa y glucosa que se presenta a continuación ⁽²⁶⁾:

$$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = (\alpha_v^\circ - 2(\alpha_n^\circ)) * 0.567 \quad \text{Ec. 5}$$

En donde:

- C_s es la concentración de la sacarosa.

- α_v° es el ángulo de rotación final de la inversión.
- α_n° es el ángulo de rotación inicial antes de la inversión.

Esta ecuación se utilizara para conocer la concentración de sacarosa presente en la disolución que será sometida a hidrolisis ácida.

La siguiente ecuación se utilizara para conocer la cantidad de sacarosa que se convertirá en glucosa mediante la hidrolisis acida ⁽²⁶⁾.

$$\alpha_v^\circ = \frac{[\alpha]_G LC_G}{100} + \frac{[\alpha]_S LC_S}{100} \quad \text{Ec. 6}$$

3.4.3. Tratamiento matemático para conocer la incertidumbre de cada una de las muestras en la inversión de la sacarosa.

Para el cálculo de la de las incertidumbres para cada una de las mediciones realizadas con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430, de cada una de las muestras sometidas a la inversión por hidrolisis acida se hará uso de la Norma Internacional ISO 1297 con ayuda de las ecuaciones pertinentes como se desglosa en las tabla 9 y tabla 10 que se encuentran a continuación:

Tabla 9. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la inversión de la sacarosa en la concentración de sacarosa.

$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = (\alpha_v^\circ - 2(\alpha_n^\circ)) * 0.567$			
$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right)$	α_v° Variable X	α_n° Variable Y	0.567 Constante
Mediante la función de EMPP en tres variables tendremos que:			
$(\Delta f)^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 (\Delta y)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 \dots\dots$			
La concentración C_s es (ΔC_s)			

Continuación tabla 9. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la inversión de la sacarosa en la concentración de sacarosa.

<p>Aplicando el EMPP y aplicando las derivadas parciales tenemos que:</p> $(\Delta C_s)^2 = \left(\frac{\partial C_s}{\partial a_v^\circ}\right)^2 (\Delta a_v^\circ)^2 + \left(\frac{\partial C_s}{\partial a_n^\circ}\right)^2 (\Delta a_n^\circ)^2$	
$\left \frac{\partial C_s}{\partial a_v^\circ}\right = 0.567$ <p>Siendo el valor absoluto de este igual a:</p> $\left \frac{\partial C_s}{\partial a_v^\circ}\right = 0.567$	$\left \frac{\partial C_s}{\partial a_n^\circ}\right = -2(0.567)$ <p>Siendo el valor absoluto de este igual a:</p> $\left \frac{\partial C_s}{\partial a_n^\circ}\right = 1.134$
$(\Delta C_s)^2 = (0.567)^2 (0.01)^2 + (1.134)^2 (0.01)^2$ $\sqrt{(\Delta C_s)^2} = \sqrt{0.0001607445}$ $\Delta C_s = 0.012678505 \text{ grados}$ <p>Dando así una incertidumbre en la medida de ± 0.01</p>	

Tabla 10. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la inversión de la sacarosa en la concentración de glucosa.

$a_v^\circ = \frac{[\alpha]_G C_G}{100} + \frac{[\alpha]_S L C_S}{100}$ <p>De esta ecuación se debe despejar la concentración de la glucosa y se tiene que:</p> $C_G = \frac{100 * a_v^\circ - [\alpha]_S L C_S}{[\alpha]_G}$

Continuación tabla 10. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la inversión de la sacarosa en la concentración de glucosa.

<p>Mediante la función de EMPP en tres variables tendremos que:</p> $(\Delta f)^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 (\Delta y)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 (\Delta z)^2 \dots\dots$ <p>Para la función de la concentración de glucosa tenemos que:</p>			
$(\Delta C_G)^2 = \left(\frac{\partial C_G}{\partial a^{\circ}_v}\right)^2 (\Delta a^{\circ}_v)^2 + \left(\frac{\partial C_G}{\partial [\alpha]_S}\right)^2 (\Delta [\alpha]_S)^2 + \left(\frac{\partial C_G}{\partial L}\right)^2 (\Delta L)^2 + \left(\frac{\partial C_G}{\partial C_S}\right)^2 (\Delta C_S)^2$ $+ \left(\frac{\partial C_G}{\partial [\alpha]_G}\right)^2 (\Delta [\alpha]_G)^2$			
<p>Obteniendo así las diferentes derivadas parciales para cada una de las variables de interés, que se presentan a continuación:</p>			
$\frac{\partial C_G}{\partial a^{\circ}_v} = \frac{100}{[\alpha]_G}$	$\frac{\partial C_G}{\partial [\alpha]_S} = \frac{-LC_S}{[\alpha]_G}$	$\frac{\partial C_G}{\partial L} = \frac{-[\alpha]_S C_S}{[\alpha]_G}$	$\frac{\partial C_G}{\partial C_S} = \frac{-[\alpha]_S L}{[\alpha]_G}$
$\frac{\partial C_G}{\partial [\alpha]_G} = \frac{-100a^{\circ}_v}{[\alpha]_G^2} + \frac{[\alpha]_S LC_S}{[\alpha]_G^2}$			
<p>Obteniendo así la ecuación final en la cual se debe sustituir.</p> $(\Delta C_G)^2 = \left(\frac{100}{[\alpha]_G}\right)^2 (\Delta a^{\circ}_v)^2 + \left(\frac{-LC_S}{[\alpha]_G}\right)^2 (\Delta [\alpha]_S)^2 + \left(\frac{-[\alpha]_S C_S}{[\alpha]_G}\right)^2 (\Delta L)^2 + \left(\frac{-[\alpha]_S L}{[\alpha]_G}\right)^2 (\Delta C_S)^2$ $+ \left(\frac{-100a^{\circ}_v}{[\alpha]_G^2} + \frac{[\alpha]_S LC_S}{[\alpha]_G^2}\right)^2 (\Delta [\alpha]_G)^2 \dots$			

Continuación tabla 10. En la tabla se describe el tratamiento matemático del cálculo de incertidumbres para la inversión de la sacarosa en la concentración de glucosa.

Con sus respectivas incertidumbres en cada termino las cuales son:			
$(\Delta a_v)^2 = 0.01^\circ$	$(\Delta[\alpha]_s)^2 = 0.01^\circ$	$(\Delta L)^2 = 0.005 \text{ dm}$	$(\Delta C_s)^2 = 0.013 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$
$(\Delta[\alpha]_G)^2 = 0.01 \frac{\circ}{\text{dm} * \text{g}/100\text{mL}}$			
<p>Al sustituir estos datos en la formula final obtener el siguiente resultado para sacarosa grado reactivo:</p> $(\Delta C_G) = \pm 0.01 \frac{\circ}{\text{dm} * \text{g}/100\text{mL}}$			

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. Curvas de calibración.

Como primer paso para cualquier investigación es necesario desarrollar una serie de análisis de muestras patrón que brinde una mejor visualización de la naturaleza del fenómeno.

4.1.1. Curva de calibración por técnica polarimétrica.

Tabla 11. En la tabla se presentan los datos obtenidos de los distintos análisis de muestras patrón de sacarosa grado reactivo mediante técnica polarimétrica.

%P/V	α°
4 g / 100 mL	5.32 °
8 g / 100 mL	10.69 °
12 g / 100 mL	16.02 °
16 g / 100 mL	21.38 °
20 g / 100 mL	26.61 °
24 g / 100 mL	32.05 °
28 g / 100 mL	37.28 °
32 g / 100 mL	42.60 °

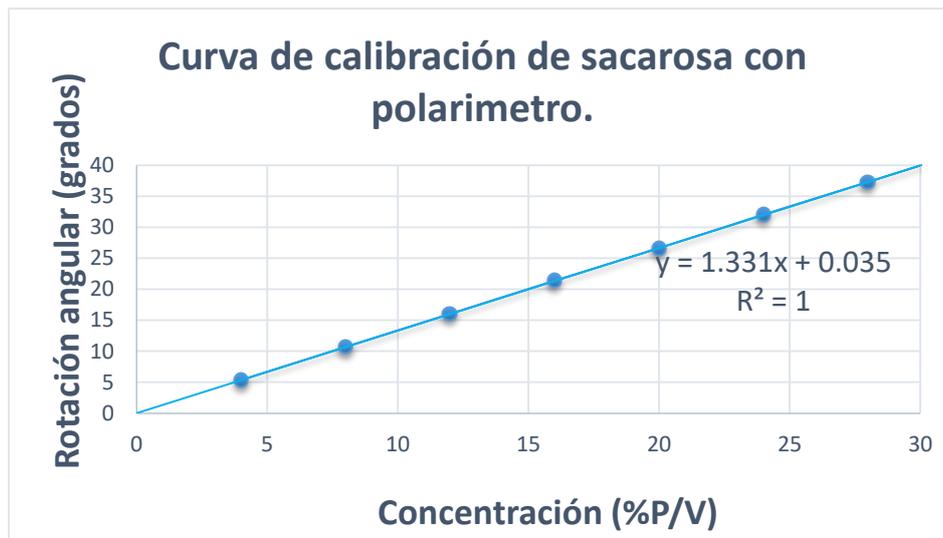


Fig. 11. Curva de calibración por técnica polarimétrica.

Con los datos de esta curva de calibración y su línea de tendencia pudimos calcular mediante la ley de Biot, la rotación específica de la sacarosa de manera experimental. El resultado es muy parecido al resultado teórico.

Con un error de incertidumbre bastante bajo cuyo valor es ± 0.001248639 en su pendiente.

Para conocer la rotación específica de la sacarosa de forma experimental se debe hacer uso de cálculos matemáticos mediante los cuales se obtendrá el valor deseado.

$$l = 200 \text{ mm} * 1 \text{ dm} / 100 \text{ mm}$$

$$l = 2 \text{ dm}$$

$$m = \text{valor de la pendiente}$$

$$100 = \text{cantidad de dilución del patrón}$$

Determinación de rotación específica experimental mediante los datos obtenidos en la curva de calibración.

$$\alpha = [\alpha]cl/100$$

$$m = [\alpha]l/100$$

$$[\alpha] = (m * 100)/l$$

$$[\alpha] = (1.331 * 100)/2dm$$

$$[\alpha] = +66.52 \frac{\text{dm}^{-1} \cdot \text{g}}{\text{mL}}$$

Obteniendo así un valor de $+66.52 \pm 0.01 \frac{\text{dm}^{-1} \cdot \text{g}}{\text{mL}}$.

La rotación específica teórica de la sacarosa es $= +66.52 \frac{\text{dm}^{-1} \cdot \text{g}}{\text{mL}}$.

4.1.2. Curva de calibración por técnica refractométrica.

Tabla 12. En la tabla se presentan los datos obtenidos por técnica refractométrica de los diferentes patrones de sacarosa grado reactivo analizados en el 30PX Mettler Toledo.

%P/V	Brix
4 g / 100 mL	4.1 °Bx (25.6°C)
8 g / 100 mL	8.1 °Bx (24.7°C)
12 g / 100 mL	11.8 °Bx (24.6°C)
16 g / 100 mL	15.0 °Bx (24.1°C)
20 g / 100 mL	18.7 °Bx (24.7°C)
24 g / 100 mL	21.9 °Bx (23.7°C)
28 g / 100 mL	25.4 °Bx (24.1°C)
32 g / 100 mL	28.7 °Bx (24.2°C)

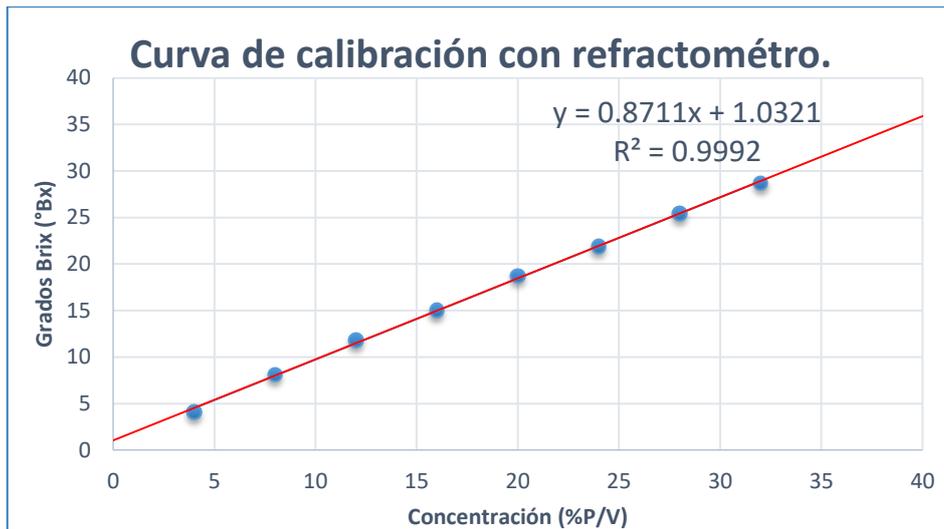


Fig. 12. Curva de calibración por técnica refractométrica.

Se obtuvo mediante esta curva su incertidumbre en la pendiente que es un valor bastante bajo de ± 0.01023676 dando así a conocer que las curvas dan un excelente resultado.

4.2. Resultados de la técnica polarimétrica.

Para el análisis de los datos obtenidos del procesamiento de las muestras utilizará la ley de Biot. El siguiente ejemplo corresponde a la primera bebida carbonatada sometida a análisis, pero será el mismo procedimiento para cada una de las muestras de estudio indistintamente sean carbonatadas o tipo jugo.

- Ley de Biot.

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha_{\lambda}^T}{c * l}$$

- Calculando la masa en gramos en la disolución 1 mL en 100 mL.

$$\frac{0.07^{\circ} * 100}{66.55 \frac{g}{dm} * 2dm} = 0.052592 \frac{g}{100 mL}$$

- Multiplicando por el factor de dilución.

$$0.052592 \frac{g}{100 mL} * 100 = 5.259204 \frac{g}{100 mL}$$

- Calculando los gramos por la cantidad de mL totales de la bebida.

$$5.259204 \frac{g}{100 \text{ mL}} * 3.54 \text{ mL unidades} = 18.617581 \frac{g}{\text{en } 354 \text{ mL de bebida.}}$$

- Calculando las cucharadas cafeteras según los gramos de azúcar de la bebida.

$$1 \text{ cucharada cafetera} = 5 \text{ g de sacarosa.}$$

$$\frac{18.617581 \text{ g de sacarosa.}}{5 \text{ g}} = 3.72352 \text{ cucharadas cafeteras de sacarosa.}$$

Tabla 13. En la tabla se presentan los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 a las muestras carbonatadas seleccionadas.

Bebida carbonatada.	° a	%P/V (g /100 mL)	Multiplicación por Factor de dilución (1 en 100 g /mL)	Masa de bebidas g/354mL	Número de Cucharadas de sacarosa (5 g)
Tropical Uva	0.07	0.053	5.259	18.618 ±0.04 g/354mL	4
Kolashanpam	0.11	0.083	8.264	29.339 ±0.02 g/355mL	6
Salva cola.	0.04	0.030	3.005	10.669 ±0.06 g/355mL	2
Sprite.	0.04	0.030	3.005	10.639 ±0.06 g/354mL	2
Fanta.	0.06	0.045	4.508	15.958 ±0.04 g/354mL	3

Continuación tabla 13. En la tabla se presentan los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 a las muestras carbonatadas seleccionadas.

Cascada Orange.	0.09	0.068	6.762	24.005 ±0.03 g/355mL	4
Cascada Grape.	0.08	0.060	6.011	21.373 ±0.03 g/355mL	4
Cascada fresa.	0.11	0.083	8.264	29.339 ±0.02 g/355mL	6
Mirinda.	0.05	0.038	3.757	22.539 ±0.05 g/600mL	5
Grapetti.	0.05	0.038	3.757	13.336 ±0.05 g/355mL	3
Salutaris	0.02	0.015	1.503	5.334 ±0.13 g/355mL	1
Mountain Dew.	0.02	0.015	1.503	5.334 ±0.13 g/355mL	1

La tabla anterior refleja el proceso matemático que ha sufrido los datos crudos de las muestras de bebidas carbonatadas obtenidos mediante el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430; Podemos observar que las dos bebidas que presentan una mayor cantidad de sacarosa son la kolashampan y la cascada strawberry las cuales poseen la ventaja de tener colores claros que facilitan el paso de luz y dan una lectura más confiable.

Tabla 14. En la tabla se presentan los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados por técnica polarimétrica con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 a las muestras no carbonatadas de tipo jugo seleccionadas.

Bebida tipo jugo	° a	%P/V (g /100 mL)	Multiplicación por Factor de dilución (1 en 100 g / mL)	Masa de bebidas	Número de Cucharadas de sacarosa (5 g)
Súper Juoo Naranja	0.08	0.060	6.011	30.053 ±0.03 g/500mL	6
Súper Juoo Coco Piña	0.08	0.060	6.011	30.053 ±0.03 g/500mL	6
Naranja de la Granja	0.04	0.030	3.005	7.062 ±0.06 g/235mL	1
Frutado de Pera	0.05	0.038	3.757	22.539 ±0.05 g/600mL	5
Pettit Manzana	0.07	0.053	5.259	10.518 ±0.04 g/200mL	2
Del Valle Mandarina	0.11	0.083	8.264	41.322 ±0.02 g/500mL	8
Del Valle Naranja	0.06	0.045	4.508	22.539 ±0.04 g/500mL	5
Néctar del Monte	0.01	0.008	0.751	2.479 ±0.25 g/230mL	0.49
Kern´s Manzana	0.01	0.008	0.751	2.479 ±0.25 g/3 30mL	0.49
Natural Pineapple	0.09	0.068	6.762	22.314 ±0.03 g/330mL	4
Ducal de Pera	0.04	0.030	3.005	9.917 ±0.06 g/330mL	2

Continuación tabla 14. En la tabla se presentan los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados por técnica polarimétrica con el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430 a las muestras no carbonatadas de tipo jugo seleccionadas.

Néctar	0.01	0.008	0.751	2.479 ±0.25	0.49
Naranja Del Valle				g/230mL	
Be Light	0	0	0	0 g/600 mL.	0

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos de las muestras de bebidas tipo jugo obtenidos mediante el polarímetro Bellingham + Stanley, modelo ADS 430; los resultados que se observan si bien no son elevados, con una porción que sea ingerida en algunos casos equivale la mitad de la porción de sacarosa que es recomendada como consumo diario por la OMS de 25 g de sacarosa por persona al día. Podemos observar también en la tabla anterior que las bebidas que presentan una mayor cantidad de sacarosa son súper jugo de naranja y coco piña y el jugo del mandarina del valle los cuales sobrepasan la recomendación de consumo de sacarosa de la OMS de 25 g al día, en cada envase de bebida.

4.3.Resultados de la técnica refractométrica.

Para el tratamiento matemático de los datos crudos obtenidos mediante la técnica refractométrica, usando el refractómetro Mettler Toledo 30 PX; se utilizará la proporción de los grados °Brix. La cual reza de la siguiente manera.

$$1 \text{ } ^\circ\text{Bx} = \frac{1 \text{ g de sacarosa.}}{100 \text{ g de solucion.}}$$

- Se despeja los gramos de sacarosa.

$$\frac{^{\circ}\text{Bx} * \text{porcion de envase.}}{100 \text{ g}} = \text{g de sacarosa.}$$

$$\frac{6.6^{\circ}\text{Bx} * 500\text{mL}}{100 \text{ g}} = 33 \text{ gramos de sacarosa.}$$

- Calculando las cucharadas cafeteras según las gramos de azúcar de la bebida.

$$1 \text{ cucharada cafetera} = 5 \text{ g de sacarosa.}$$

$$\frac{33 \text{ g de sacarosa.}}{5 \text{ g}} = 6.6 \text{ cucharadas cafeteras de sacarosa.}$$

Se realizó este proceso para cada una de las muestras de análisis.

Tabla 15. En la tabla se muestran los resultados de los diferentes análisis por técnica refractométrica desarrollados mediante el 30PX METTLER TOLEDO a las muestras carbonatadas seleccionadas.

Bebida carbonatada	Brix (Bx°)	Cantidad de sacarosa (g/mL de la bebida)	Cucharadas cafeteras de sacarosa (5g)
Tropical Uva	7.2 (26.9°C)	25.49 ±0.01 g/354 mL	5
Kolashanpam	8.0 (20.9°C)	28.40 ±0.01 g/355 mL	7
Salva cola.	8.2 (20.4°C)	29.11 ±0.01 g/355 mL	6
Sprite.	5.3 (23.6°C)	18.76 ±0.01 g/354 mL	4
Fanta.	9.6 (23.7°C)	33.98 ±0.01 g/354 mL	7
Cascada Orange.	8.5 (20.9°C)	30.18 ±0.01 g/355 mL	6

Continuación tabla 15. En la tabla se muestran los resultados de los diferentes análisis por técnica refractométrica desarrollados mediante el 30PX METTLER TOLEDO a las muestras carbonatadas seleccionadas.

Cascada Grape.	8.2 (21.6°C)	30.53 ±0.01 g/355 mL	6
Cascada fresa	8.2 (21.0°C)	29.11 ±0.01 g/355 mL	6
Mirinda.	7.0 (24.2°C)	42.00 ±0.01 g/600 mL	8
Grapetti.	5.0 (23.4°C)	17.75 ±0.01 g/355 mL	4
Salutaris.	5.5 (23.8°C)	19.53 ±0.01 g/355 mL	4
Mountain Dew.	12.2 (23.7°C)	73.20 ±0.01 g/600 mL	15

La tabla anteriores reflejan el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos mediante el refractómetro Mettler Toledo 30 PX, los resultados que se observan si bien no son elevados solo con una porción se consume en algunos casos la mitad de lo que la OMS recomienda que se consuma de sacarosa al día, siendo la recomendación de 25 g de sacarosa, podemos notar que las bebidas carbonatadas con mayor contenido de sacarosa son Mountain Dew con un aproximado de 72 g por envase de 600 mL y Mirinda naranja con 42 g por envase de 600mL superando por mucho la recomendaciones de la OMS.

Tabla 16. En la tabla se muestran los resultados de los diferentes análisis por técnica refractométrica desarrollados mediante el 30PX METTLER TOLEDO a las muestras carbonatadas seleccionadas que presentan impedimentos de lectura en mediante técnica polarimétrica.

Bebida tipo jugo	Brix (Bx°)	Cantidad de sacarosa (g/mL de la bebida)	Cucharadas cafeteras de sacarosa (5g)
Pepsi Original	6.3 (21.8°C)	37.20 ±0.01 g/600 mL	7
Pepsi Light	0.3 (23.2°C)	1.80 ±0.01 g/600 mL	0.36
Coca-Cola	10.1 (20.7 °C)	35.75 ±0.01 g/354 mL	7
Coca-Cola Light	0.3 (23.1°C)	1.06 ±0.01 g/354 mL	0.21
7 Up	0.4 (22.9°C)	2.40 ±0.01 g/600 mL	0.48
Fresca Toronja	7.8 (23.9°C)	27.61 ±0.01 g/354 mL	5
Leche Shaka Laka	14.9 (23.7°C)	29.80 ±0.01 g/200 mL	6

La tabla anteriores reflejan el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos mediante el refractómetro Mettler Toledo 30 PX, de las muestras que presentan impedimento de lectura mediante la técnica polarimétrica, los resultados que se observan si bien no son elevados solo con una porción se consume en algunos casos la mitad de lo que la OMS recomienda que se consuma de sacarosa al día, siendo la recomendación de 25 g de sacarosa, podemos notar que las bebidas carbonatadas con mayor contenido de sacarosa son Pepsi original 37 g y Coca Cola original con 35 g por envase lo cual sobrepasa el consumo de sacarosa al día recomendado por la OMS.

Tabla 17. En la tabla se muestran los resultados de los análisis desarrollados a muestras no carbonatadas tipo jugo analizadas por técnica refractométrica.

Bebida tipo jugo	Brix (Bx°)	Cantidad de sacarosa (g/mL de la bebida)	Cucharadas cafeteras. (5g)
Súper Juoo Naranja	8.7 (21.8°C)	43.50 ±0.01 g/500 mL	9
Súper Juoo Coco Piña	8.5 (23.9°C)	42.50 ±0.01 g/500 mL	9
Naranja de la Granja	10.9 (22.9°C)	25.62 ±0.01 g/235 mL	5
Frutado de Pera	5.3 (22.3°C)	31.80 ±0.01 g/600 mL	6
Petit Manzana	11.10(21.5°C)	22.00 ±0.01 g/200 mL	4
Del Valle Mandarina	11.1 (23.0°C)	55.50 ±0.01 g/500 mL	11
Del Valle Naranja	6.6 (24.6°c)	33.00 ±0.01 g/500 mL	7
Néctar del Monte Manzana	13.4 (22.8°C)	26.80 ±0.01 g/200 mL	3
Kern´s Manzana	6.2 (22.1°C)	20.46 ±0.01 g/330 mL	4
Natural Pineapple	11.0 (21.8°C)	36.30 ±0.01 g/330 mL	7
Ducal de Pera	5.6 (21.6°C)	18.48 ±0.01 g/330 mL	4
Néctar Naranja Del Valle	8.1 (21.3°C)	26.73 ±0.01 g/330 mL	5
Be Light	0.2 (20.9°C)	1.20 ±0.01 g/600 mL	0.24

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos mediante el refractómetro Mettler Toledo 30 PX, los resultados que se observan si bien no todos son elevados solo con una porción se consume en algunos casos la mitad de lo que la

OMS recomienda que se consuma en todo el día de sacarosa. Siendo la recomendación de 25 g de sacarosa. Podemos notar que entre las bebidas tipo jugo las que mayor contenido de sacarosa poseen son Súper Juoo en sus diferentes presentaciones con un aproximado de 43 g por envase y el jugo del valle de mandarina con un aproximado de 55 g por envase superando por mucho el consumo diario recomendado por la OMS.

4.4. Resultados de la inversión.

Para el tratamiento matemático de los datos obtenidos mediante la técnica química (Hidrolisis ácida) se utilizará las ecuaciones de concentración de sacarosa y glucosa respectivamente. Como a continuación se muestra.

- Calculando la concentración de la sacarosa grado reactivo.

Tenemos los datos iniciales de experimento con sacarosa grado reactivo que son los siguientes:

$$a^{\circ}_v = 15.96 \text{ antes de la inversion acida.}$$

$$a^{\circ}_n = -0.2 \text{ despues de la inversion ácida.}$$

$$T = 24.5^{\circ} C$$

muestra: 10 g de sacarosa.

$$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = (a^{\circ}_v - 2(a^{\circ}_n)) * 0.567 \quad \text{Ec. 5}$$

$$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = (15.96^{\circ} - 2(-0.2^{\circ})) * 0.567$$

$$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = 9.28 \left(\frac{g}{100mL} \right)$$

- Calculando la pureza de la sacarosa de la siguiente manera:

$$\% \text{ pureza} = \frac{C_s \left(\frac{g}{100mL} \right)}{10} * 100$$

$$\% \text{ pureza} = \frac{9.28}{10} * 100$$

$$\% \text{ pureza} = 92.8 \%$$

- Calculando el contenido de glucosa de la muestra de análisis de sacarosa grado reactivo.

Tabla 18. En la siguiente tabla se dan a conocer cada una de las variables que se utilizaran para calcular la concentración de glucosa.

Variables de la ecuación		
α°_v	Rotación angular después de la inversión	$^{\circ}$ grados
$[\alpha]_G$	Rotación específica de la glucosa	$52.7 \frac{^{\circ}}{dm \frac{g}{mL}}$
L	Longitud de la celda de cristal del equipo.	Dm
C_G	Concentración de glucosa en la solución (incógnita)	g/100 mL
$[\alpha]_S$	Rotación específica de la sacarosa	$66.5 \frac{^{\circ}}{dm \frac{g}{mL}}$
C_S	Concentración de sacarosa en la solución	$9.28 \left(\frac{g}{100mL} \right)$

$$\alpha^{\circ}_v = \frac{[\alpha]_G L C_G}{100} + \frac{[\alpha]_S L C_S}{100} \quad \text{Ec. 6}$$

$$C_G = \frac{\alpha^{\circ}_v * 100}{L * [\alpha]_G} - \frac{[\alpha]_S * C_S}{[\alpha]_G}$$

$$C_G = \frac{(15.96^\circ) * 100}{2dm(+52.7 \frac{g}{mL})} - \frac{\left(+66.5 \frac{g}{dm} \right) * 9.28 \frac{g}{100mL}}{52.7 \frac{g}{mL}}$$

$$C_G = 15.14 - 11.71$$

$$C_G = 3.43 \frac{g}{100mL}$$

Tabla 19. En la siguiente tabla se dan a conocer cada una de las variables que se utilizaran para calcular la concentración de glucosa.

Calculando teóricamente la cantidad de glucosa que debería producirse a partir de los 10 gramos de sacarosa.	
$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \leftrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ <p style="text-align: center;"><i>Sacarosa glucosa fructosa</i></p>	
Peso molecular de sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11} = 342.3 \text{ g/mol}$	Peso molecular de glucosa $C_6H_{12}O_6 = 180.156 \text{ g/mol}$
$\frac{PMG \text{ de sacarosa}}{PMG \text{ de glucosa}} = \frac{\text{gramos de sacarsa}}{\text{gramos de glucosa}}$	
$\frac{342.3 \text{ g/mol}}{180.156 \text{ g/mol}} = \frac{10 \text{ g de sacarosa}}{x \text{ g de glucosa}}$	
$x = 5.26 \text{ g de glucosa}$	

Calculando con la muestra de análisis de bebidas carbonatadas y de tipo jugo, de las cual se obtiene los datos:

- Al realizar el tratamiento matemático se obtiene el valor de la concentración de la glucosa con su incertidumbre de :

$$C_s \left(\frac{g}{100mL} \right) = 9.28 \pm 0.013 \left(\frac{g}{100mL} \right)$$

- Al realizar el tratamiento matemático se obtiene el valor de la concentración de la glucosa con su incertidumbre de:

$$C_G = 3.430 \pm 0.005 \frac{g}{100mL}$$

- El porcentaje de pureza de sacarosa teóricamente sería la siguiente:

$$10 \text{ g de sacarosa} = \frac{5 \text{ g de glucosa}}{5 \text{ g de fructosa}}$$

$$\% \text{ de pureza} = \frac{C_G}{5 \text{ g}}$$

$$\% \text{ de pureza} = \frac{3.43 \text{ g}}{5 \text{ g}}$$

$$\% \text{ pureza} = 68.6 \%$$

El porcentaje de inversión (%PI) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\%PI = \frac{C_s}{C_g} * 100$$

$$\%PI = \frac{3.43}{9.82} * 100$$

$$\%PI = 36.96$$

Indica que solo el 36.96% del total de la sacarosa se convierte en glucosa.

Aplicando a cada muestra que se sometió a ambas técnicas tenemos que para conocer la concentración de glucosa se calculará de la siguiente manera.

$$\%PI = \frac{C_g}{C_s} * 100$$

$$C_g = \frac{\%PI}{100} * C_s$$

Formula que utilizada para cada muestra, se muestra un ejemplo para la bebida CTU que posee una concentración de sacarosa de 18.618 g/100 mL

$$C_g = \frac{36.96\%}{100} * 18.618 \text{ g/100mL}$$

$$C_g = 6.88 \text{ g/100mL}$$

Este cálculo se utilizara para cada una de las muestras de análisis representando los resultados en las siguientes tablas dependiendo de la técnica a utilizar y de cada muestra.

Tabla 20. Se presentan los resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica de inversión acida de la sacarosa, medida por técnica polarimétrica para bebidas carbonatadas.

Bebida carbonatada.	Gramos de sacarosa por envase	Cantidad de glucosa (g/ mL)
Tropical Uva	18.618 ±0.036 g/354mL	6.88
Kolashanpam	29.339 ±0.023 g/355mL	10.84
Salva cola.	10.669 ±0.063 g/355mL	3.94
Sprite.	10.639 ±0.063 g/354mL	3.93
Fanta.	15.958 ±0.042 g/354mL	5.90
Cascada Orange.	24.005 ±0.028 g/355mL	8.87
Cascada Grape.	21.373 ±0.031 g/355mL	7.90
Cascada Fresa.	29.339 ±0.023 g/355mL	10.84

Continuación tabla 20. Se presentan los resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica de inversión acida de la sacarosa, medida por técnica polarimétrica para bebidas carbonatadas.

Salutaris Limón.	5.334 ±0.125 g/355mL	1.97
Mountain Dew.	5.334 ±0.125 g/355mL	1.97

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos mediante la hidrolisis acida de la sacarosa, medida mediante la técnica polarimetria con el equipo Bellingham + Stanley, modelo ADS 430; obteniendo así la cantidad de sacarosa que se transforma en nuestro organismo al consumir los diferentes tipos de bebidas azucaradas. Podemos ver que las que poseen mayor índice de inversión son kolashampan y cascada fresa con un aproximado de 10 g de glucosa que se hidroliza en nuestro cuerpo por envase.

Tabla 21. Se presentan los de resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica inversión acida de sacarosa, medida por técnica polarimétrica para bebidas tipo jugo.

Bebida tipo jugo	Gramos de sacarosa por envase	Cantidad de glucosa (g/ mL)
Súper Juoo Naranja	30.053 ±0.031 g/500mL	11.11
Súper Juoo Coco Piña	30.053 ±0.031 g/500mL	11.11
Naranja de la Granja	7.062 ±0.063 g/235mL	2.61
Frutado de Pera	22.539 ±0.050 g/600mL	8.33
Petit Manzana	10.518 ±0.036 g/200mL	1.44
Del Valle Mandarina	41.322 ±0.023 g/500mL	15.27
Del Valle Naranja	22.539 ±0.042 g/500mL	8.33

Continuación tabla 21. Se presentan los de resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica inversión acida de sacarosa, medida por técnica polarimétrica para bebidas tipo jugo.

Natural Pineapple	22.314 ±0.028 g/330mL	8.25
Ducal de Pera	9.917 ±0.063 g/330mL	3.67
Néctar Naranja Del Valle	2.479 ±0.250 g/230mL	0.92
Be Light	0 g/600 mL.	0

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos mediante la hidrolisis acida de la sacarosa, medida mediante la técnica polarimetria con el equipo Bellingham + Stanley, modelo ADS 430; obteniendo así la cantidad de sacarosa que se transforma en nuestro organismo al consumir los diferentes tipos de bebidas azucaradas. Podemos ver que las que poseen mayor índice de inversión son el súper juoo en sus diferentes presentaciones con un aproximado de 11 g de glucosa que se hidroliza en nuestro cuerpo, jugo del valle de mandarina con 8.33g y finalmente jugo Natural pinneapple con 8.25 g de glucosa que se hidroliza por envase.

Tabla 22. Se presentan resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica refractométrica por medio de hidrolisis acida para bebidas carbonatadas.

Bebida carbonatada	Masa de sacarosa en la bebida (g)	Cantidad de glucosa (g/100 mL)
Tropical Uva	25.49 ±0.01 g/354 mL	9.42
Kolashanpam	28.40 ±0.01 g/355 mL	10.47
Salva Cola.	29.11 ±0.01 g/355 mL	10.76
Sprite.	18.76 ±0.01 g/354 mL	6.93

Continuación tabla 22. Se presentan resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los resultados de la técnica refractométrica por medio de hidrolisis acida para bebidas carbonatadas.

Fanta.	33.98 ±0.01 g/354 mL	12.56
Cascada Orange.	30.18 ±0.01 g/355 mL	11.15
Cascada Grape.	30.53 ±0.01 g/355 mL	11.28
Cascada Fresa.	29.11 ±0.01 g/355 mL	10.76
Mirinda.	42.00 ±0.01 g/600 mL	15.52
Grapetti.	17.75 ±0.01 g/355 mL	6.56
Salutaris Limón.	19.53 ±0.01 g/355 mL	7.22
Mountain Dew.	73.20 ±0.01 g/600 mL	27.05

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos de la técnica refractométrica, mediante la hidrolisis acida de la sacarosa, obteniendo la cantidad de sacarosa que se transforma en nuestro organismo al consumir los diferentes tipos de bebidas azucaradas. Podemos ver que las que poseen mayor índice de inversión son Mirinda con 15 g de glucosa que se hidroliza en nuestro cuerpo, Fanta con 12.56 g y Mountain Dew con un aproximado de 27 g de glucosa que se hidroliza por envase.

Tabla 23. Se presentan resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante la técnica refractométrica para bebidas que no pudieron ser sometidas a la técnica polarimétrica.

Bebida de análisis.	Masa de sacarosa en la bebida (g)	Cantidad de glucosa (g/100 mL)
Pepsi Original	37.20 ±0.01 g/600 mL	13.75
Pepsi Light	1.80 ±0.01 g/600 mL	0.67
Coca-Cola	35.75 ±0.01 g/354 mL	13.21
Coca-Cola Light	1.06 ±0.01 g/354 mL	0.39
7 Up	2.40 ±0.01 g/600 mL	0.89
Fresca Toronja	27.61 ±0.01 g/354 mL	10.20
Leche Shaka Laka	29.80 ±0.01 g/200 mL	11.01

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos de la técnica refractométrica, mediante la hidrólisis acida de la sacarosa, obteniendo así la cantidad de sacarosa que se transforma en nuestro organismo al consumir los diferentes tipos de bebidas azucaradas. Podemos ver que las que poseen mayor índice de inversión son Coca Cola original y Pepsi original con un aproximado de 13 g de glucosa que se hidroliza en nuestro cuerpo, al igual que una de las bebidas predilectas por los pequeños del hogar como lo es leche Shaka Laka con un contenido de glucosa de 11 g de glucosa que se hidroliza por envase cabe destacar que estas bebidas son las que presentan impedimento para su análisis por la técnica polarimétrica.

Tabla 24. Se presentan los resultados de la cantidad de glucosa calculada mediante los datos obtenidos de la técnica refractométrica para bebidas tipo jugo.

Bebida tipo jugo	Masa de la sacarosa en la bebida. (g)	Cantidad de glucosa (g/100 mL)
Súper Juoo Naranja	43.50 ±0.01 g/500 mL	16.08
Súper Juoo Coco Piña	42.50 ±0.01 g/500 mL	15.70
Naranja de la Granja	25.62 ±0.01 g/235 mL	9.47
Frutado de Pera	31.80 ±0.01 g/600 mL	11.75
Petit Manzana	22.00 ±0.01 g/200 mL	8.13
Del Valle Mandarina	55.50 ±0.01 g/500 mL	20.51
Del Valle Naranja	33.00 ±0.01 g/500 mL	12.20
Néctar del Monte Manzana	26.80 ±0.01 g/200 mL	9.90
Kern´s Manzana	20.46 ±0.01 g/330 mL	9.56
Natural Pineapple	36.30 ±0.01 g/330 mL	13.41
Ducal de Pera	18.48 ±0.01 g/330 mL	6.83
Néctar Naranja Del Valle	26.73 ±0.01 g/330 mL	9.88
Be Light	1.20 ±0.01 g/600 mL	0.44

La tabla anterior refleja el proceso matemático que han sufrido los datos crudos obtenidos de la técnica refractométrica, mediante la hidrolisis acida de la sacarosa, obteniendo así la cantidad de sacarosa que se transforma en nuestro organismo al consumir los diferentes tipos de bebidas

azucaradas. Podemos ver que las que poseen mayor índice de inversión son Coca Cola original y Pepsi original con un aproximado de 13 g de glucosa que se hidroliza en nuestro cuerpo, al igual que una de las bebidas predilectas por los pequeños del hogar como lo es leche Shaka Laka con un contenido de glucosa de 11 g de glucosa que se hidroliza por envase cabe destacar que estas bebidas son las que presentan impedimento para su análisis por la técnica polarimétrica.

Al realizar la inversión de sacarosa, que es la hidrólisis de la sacarosa en medio ácido mediante técnica química que es medida mediante la técnica polarimétrica; se obtuvieron resultados satisfactorios en los cuales se denota que un 68.6% de un total de concentración de 9.28g/100 mL se convierte en glucosa dando una cantidad de 3.43 g/100 mL de la cantidad total que se hidroliza.

Esto indica que gran parte de la sacarosa que se consume diariamente se convierte en glucosa la cual es absorbida de manera rápida y cuando hay exceso de esta sustancia se producen padecimientos serios como el anteriormente detallado.

A cada una de las bebidas; este valor de la hidrólisis se les aplico para conocer cuál es la cantidad en gramos de la sacarosa que se convierte en glucosa como tal. Dando resultados favorable.

De manera general se presenta unas tablas en las cuales se reflejan la cantidad de sacarosa que poseen las viñetas de datos nutricionales de cada bebida, y se reflejan los datos que se calcularon durante la investigación a manera de comparación.

Dichas cantidades se presentan a continuación para poder visualizar el aporte de la investigación y la contribución que esta posee ya que podemos observar lo que se reporta en cada una de las etiquetas pertenecientes a bebidas carbonatadas y bebidas tipo jugo.

Tabla 25. Datos de viñetas nutricionales de bebidas carbonatadas y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica polarimétrica.

Bebida carbonatada.	Masa etiqueta	Cantidad de masa calculada	Cucharada cafetera. (5 g)
Tropical Uva	25g	18.618 \pm 0.04 g/354mL	4
Kolashanpam	30g	29.339 \pm 0.02 g/355mL	6
Salva cola.	26g	10.669 \pm 0.06 g/355mL	2
Sprite.	17g	10.639 \pm 0.06 g/354mL	2
Fanta.	32g	15.958 \pm 0.04 g/354mL	3
Cascada Orange.	30g	24.005 \pm 0.03 g/355mL	5
Cascada Grape.	28g	21.373 \pm 0.03 g/355mL	4
Cascada Fresa	29g	29.339 \pm 0.02 g/355mL	6
Mirinda.	17g	22.539 \pm 0.05 g/600mL	5
Grapetti.	11g	13.336 \pm 0.05 g/355mL	3
Salutaris Limón.	11g	5.334 \pm 0.13 g/355mL	1
Mountain Dew.	30g	5.334 \pm 0.13 g/355mL	1

En la tabla anterior se presentan una comparación del contenido de sacarosa entre los datos obtenidos de los envases de las bebidas seleccionadas para el análisis y los datos determinados por cada uno de los experimentos realizados en las diferentes técnicas de análisis de las muestras, podemos destacar que las bebidas con mayor cercanía entre sus datos son grapetti, Cascada fresa y kolashampan las cuales sus viñetas nutricionales y el dato experimental son muy cercanos.

Tabla 26. Datos de viñetas nutricionales de bebidas tipo jugo y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica polarimétrica.

Bebida tipo jugo.	Masa etiqueta	Cantidad de masa calculada	Cucharadas cafeteras.(5 g)
Súper Juoo Naranja	No	30.053 ±0.03 g/500mL	6
Súper Juoo Coco Piña	No	30.053 ±0.03 g/500mL	6
Naranja de la Granja	29g	7.062 ±0.06 g/235mL	1
Frutado de Pera	10g	22.539 ±0.05 g/600mL	5
Petit Manzana	19g	10.518 ±0.04 g/200mL	2
Del Valle Mandarina	66g	41.322 ±0.02 g/500mL	8
Del Valle Naranja	36g	22.539 ±0.04 g/500mL	5
Néctar del Monte Manzana	27g	2.479 ±0.25 g/230mL	0.5
Kern´s Manzana	19g	2.479 ±0.25 g/330mL	0.5
Natural Pineapple	45g	22.314 ±0.03 g/330mL	4

Continuación tabla 26. Datos de viñetas nutricionales de bebidas tipo jugo y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica polarimétrica.

Ducal de Pera	19g	9.917 ±0.06 g/330mL	2
Néctar Naranja Del Valle	24g	2.479 ±0.25 g/230mL	0.5

En la tabla anterior se presentan una comparación del contenido de sacarosa entre los datos obtenidos de los envases de las bebidas seleccionadas para el análisis y los datos determinados por cada uno de los experimentos realizados en las diferentes técnicas de análisis de las muestras, podemos destacar que las bebidas de tipo jugo por si consistencia y las partículas en suspensión se tuvieron algunas complicaciones con las lecturas en los equipos de análisis dando así resultados un poco alejados de los contenidos de sacarosa en las diferentes bebidas de análisis teniendo así que las más alejados son néctar naranja del valle que en su etiqueta presenta un contenido de 24 g de sacarosa y experimentalmente se logró determinar únicamente 2.47 g de la misma, también tenemos el néctar Kern's que presenta 19 g en su etiqueta y solo se logró determinar 2.47 g, podemos apreciar también que al no poseer una etiqueta nutricional como lo es los super juoo de naranja y coco piña se ha logrado determinar un contenido de sacarosa de 30.05 g por envase consumido.

Tabla 27. Datos de viñetas nutricionales de bebidas carbonatadas y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica refractométrica.

Bebida carbonatada.	Masa etiqueta (g)	Cantidad de masa calculada.	Cucharadas cafeteras.
Tropical Uva	25 g	25.49 ±0.01 g/354 mL	5
Kolashanpam	30 g	28.40 ±0.01 g/355 mL	7

Continuación tabla 27. Datos de viñetas nutricionales de bebidas carbonatadas y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica refractométrica.

Salva cola.	26 g	29.11 ±0.01 g/355 mL	6
Sprite.	17 g	18.76 ±0.01 g/354 mL	4
Fanta.	32 g	33.98 ±0.01 g/354 mL	7
Cascada Orange.	30 g	30.18 ±0.01 g/355 mL	6
Grapetti.	11 g	17.75 ±0.01 g/355 mL	4
Salutaris Limón.	19 g	19.53 ±0.01 g/355 mL	4
Mountain Dew.	30 g	73.20 ±0.01 g/600 mL	15

En la tabla anterior se presentan una comparación del contenido de sacarosa entre los datos obtenidos de los envases de las bebidas seleccionadas para el análisis y los datos determinados por cada uno de los experimentos realizados en las diferentes técnicas de análisis de las muestras, podemos destacar que las bebidas con mayor cercanía entre sus datos son cascada Orange con 30 g, cascada fresa con 29 g y tropical uva con 25 g cada una con resultados semejante en etiqueta nutricional y de forma experimental.

Tabla 28. Datos de viñetas nutricionales de bebida carbonatadas que no pudieron ser sometidas a la técnica polarimétrica y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica refractométrica.

Bebida carbonatada	Masa etiqueta (g)	Cantidad de masa calculada	Cucharadas cafeteras.
Pepsi Original	18 g	37.20 ±0.01 g/600 mL	7
Pepsi Light	0 g	1.80 ±0.01 g/600 mL	0.4
Coca-Cola	37 g	35.75 ±0.01 g/354 mL	7
Coca-Cola Light	0 g	1.06 ±0.01 g/354 mL	0.2
7 Up	0 g	2.40 ±0.01 g/600 mL	0.5
Fresca Toronja	25 g	27.61 ±0.01 g/354 mL	6
Leche Shaka Laka	23 g	29.80 ±0.01 g/200 mL	6

En la tabla anterior se presentan una comparación del contenido de sacarosa entre los datos obtenidos de los envases de las bebidas seleccionadas para el análisis y los datos determinados por cada uno de los experimentos realizados en las diferentes técnicas de análisis de las muestras, podemos destacar que las bebidas con mayor cantidad de sacarosa es la Coca Cola original con un aproximado de 37 g por envase consumido y también es importante ver que se logró cuantificar un pequeño porcentaje de sacarosa en aquellas bebidas que en su etiqueta indican 0 g como Coca Cola light, Pepsi light y 7up con un aproximado de 2 g por envase.

Tabla 29. Datos de viñetas nutricionales de bebidas tipo jugo y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica refractométrica.

Bebida tipo jugo	Masa etiqueta (g)	Cantidad de masa calculada	Cucharadas cafeteras.
Súper Juoo Naranja	-	43.50 ±0.01 g/500 mL	9
Súper Juoo Coco Piña	-	42.50 ±0.01 g/500 mL	9
Naranja de la Granja	26 g	25.62 ±0.01 g/235 mL	5
Frutado de Pera	11 g	31.80 ±0.01 g/600 mL	6
Petit Manzana	19 g	22.00 ±0.01 g/200 mL	4
Del Valle Mandarina	66 g	55.50 ±0.01 g/500 mL	11
Del Valle Naranja	36 g	33.00 ±0.01 g/500 mL	7
Néctar del Monte	27 g	26.80 ±0.01 g/200 mL	3
Kern's Manzana	19 g	20.46 ±0.01 g/330 mL	4
Natural Pineapple	45 g	36.30 ±0.01 g/330 mL	7
Ducal de Pera	19 g	18.48 ±0.01 g/330 mL	4

Continuación tabla 29. Datos de viñetas nutricionales de bebidas tipo jugo y cantidad en gramos de sacarosa calculada mediante la técnica refractométrica.

Néctar Naranja Del Valle	24 g	26.73 ±0.01 g/330 mL	5
Be Light	0 g	1.20 ±0.01 g/600 mL	0.2

En la tabla anterior se presentan una comparación del contenido de sacarosa entre los datos obtenidos de los envases de las bebidas seleccionadas para el análisis y los datos determinados por cada uno de los experimentos realizados en las diferentes técnicas de análisis de las muestras, podemos destacar que las bebidas con mayor cantidad de sacarosa son los super juoo de naranja y coco piña con un aproximado de 43 g por envase, jugo del valle de mandarina con 55 g por envase y las bebidas que presenta una mayor cercanía entre los datos de sus tablas nutricionales y los datos obtenidos mediante los experimentos son jugo ducal de pera con 18 g y jugo naranja de la granja 25 g por envase consumido.

CONCLUSIONES.

- Las bebidas más populares que se consumen en el territorio salvadoreño son muy variadas y que contienen volúmenes variados que van desde los 230 mL los cuales contienen distintas cantidades de sacarosa y glucosa. Ante esta problemática la investigación se concentró en cuantificar estas cantidades de glucosa y sacarosa mediante las técnicas polarimétrica y refractométrica.

Cuantificando esta cantidad muchas de las bebidas dieron resultados positivos en los cuales se demostró de manera práctica que la cantidad que se reporta en cada una de las etiquetas es la cantidad que se midió en la realidad. Por ejemplo, la bebida carbonatada kolashanpam mediante el análisis por técnica polarimétrica arrojó un resultado de 29.34 ± 0.02 g/355 mL, mientras que por el análisis por técnica refractométrica arrojó un resultado de 28.40 ± 0.01 g/355 mL mientras que en su etiqueta se reporta que posee 30 g de sacarosa en 355 mL.

También se obtienen algunos resultados negativos en los cuales se pueden mencionar la bebida carbonatada Mountain Dew la cual en su etiqueta se reporta que posee 30 g/600 mL y se cuantificó de manera práctica que posee 73.20 ± 0.01 g/600 mL al consumir una botella de esta bebida se está consumiendo 3 veces la cantidad que la OMS recomienda consumir en un día.

A excepción de algunas bebidas que presentaron dificultades debido a su coloración viscosidad y presencia de pulpa; cabe mencionar que este problema se refleja al utilizar la técnica polarimétrica.

- La cuantificación de sacarosa mediante la técnica polarimétrica presentó algunos desafíos cuando las bebidas poseen coloración oscura, poseen pulpa y son espesas dando resultados pocos confiables para las bebidas tipo jugo ya que muchos de estos poseen estas características y las bebidas carbonatadas oscuras.

Entre estos resultados podemos mencionar la cuantificación de sacarosa de néctares como el néctar de manzana Kerns el cual dio como resultado 2.48 ± 0.25 g/330 mL.

También dio resultados positivos como la bebida carbonatada Kolashanpam que arrojó un resultado de 29.34 ± 0.02 g/355 mL.

Mediante estos análisis se concluye que la técnica es mucho más selectiva ya que cuantifica exactamente sacarosa pero que las muestras deben recibir un tratamiento previo.

- La cuantificación de sacarosa mediante la técnica refractométrica es mucho más sencillo de reproducir debido a que en esta técnica no se necesitan insumos caros ni preparar la muestra previamente.

Debido a que es una de las técnicas más populares para cuantificar el azúcar dio resultados más confiables, pero la técnica no es muy selectiva.

Mediante estos análisis se cuantificó algunas de las bebidas que presentaron dificultad mediante la técnica polarimétrica.

Como bebidas carbonatadas de color oscuro y bebidas tipo jugo que son espesos y que poseen pulpa por ejemplo la bebida carbonatada Coca-Cola conteniendo 35.75 ± 0.01 g/354 mL y la bebida tipo jugo Be Light que en su etiqueta indica 0 azúcar pero que posee 1.20 ± 0.01 g/600 mL.

- Al realizar la hidrólisis en medio ácido de la sacarosa se obtuvo que de 10 g de sacarosa solamente el 36.96% de esta sacarosa se convierte en glucosa que es un equivalente en gramos de 3,43 g de glucosa.

De manera teórica 5 g de glucosa deben estar contenidos en 10 g de sacarosa, pero de manera práctica solo se obtienen 3.43 con una pureza de 68%.

Este valor se le aplica a cada una de las muestras en cuestión que han sido analizadas, para conocer cuanta de esta cantidad de sacarosa se convierte en glucosa en su paso por el estómago y los ácidos estomacales.

- Muchas de las bebidas que han sido seleccionadas han superado las cantidades que reportan en sus etiquetas como lo es la bebida carbonatada Mountain Dew la cual en su etiqueta se reporta que posee 30 g/600 mL y se cuantifico de manera práctica que posee 73.20 ± 0.01 g/600 mL.

Las bebidas tipo jugo llamadas Súper Juu en sus dos presentaciones de naranja y coco piña que no poseen etiqueta donde se reporte la cantidad de sacarosa. Tienen 43.50 ± 0.01 g/500 mL y 42.50 ± 0.01 g/500 mL respectivamente las cuales son cantidades altas de sacarosa.

La bebida tipo jugo Del Valle de Mandarina que posee 55.50 ± 0.01 g/500 mL.

Estas bebidas poseen un alto contenido en sacarosa y son bebidas que están al alcance de toda la población.

- Cuando se ingiere una de estas bebidas usualmente no bebemos la mitad o una porción de 250 mL, es común beberla la botella completa sin importar la cantidad de volumen que estas tengan. Cuando ingerimos una bebida tipo jugo Del Valle de Mandarina que posee 55.50 ± 0.01 g/500 mL estamos consumiendo el doble de lo que la OMS recomienda consumir en el día. Es por ello que las bebidas azucaradas representan una amenaza a nuestra salud y un estilo de vida saludable. Las bebidas azucaradas deben de tomarse con moderación para evitar todos los problemas de salud antes mencionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- (1) salud., O. m. (2019). CODEX ALIMENTARIUS NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS. *CODEX ALIMENTARIUS*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura., Ginebra, Suiza.
- (2) Dr. Américo Guevara Pérez, M. S. (2015). *BEBIDAS CARBONATADAS*. universidad agraria la molina., Departamento academico tecnologia de alimentos y productos agropecuarios. LIMA PERÚ: Centro de investigacion y Capacitación en tecnologia alimentaria y agroindustrial. -FDA.
- (3) S.A.S, E. y. (27 de Enero de 2023). Polarimetria. Antioquia, Itagul, Colombia. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/polarimetria#:~:text=Los%20primeros%20polar%C3%ADmetros%20fueron%20dis e%C3%B1ados,causada%20por%20los%20is%C3%B3meros%20%C3%B3pticos%20>.
- (4) Cuauhtemoc Araujo- Andrade, I. C.-Z. (2005). Modelo de predicción basado en analisis de multivariante para la determinación de concentración de azúcar en solución. *Revista Mexicana de Fisica*, 9.
- (5) Bioquimica, C. V. (22 de Febrero de 2022). *Facultad de Farmacia y Bioquimica- Universidad de Buenos Aires*. Obtenido de <https://campus.ffyb.uba.ar/mod/book/view.php?id=257445&chapterid=7087>
- (6) Alejandra Ramírez, F. E. Refractometría y Polarimetría. (*Informe*). Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía, Venezuela.
- (7) Analytical., R. R. (9 de Febrero de 2023). *Rudolph Research Analytical*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ucwyeg-3QiIJ:https://rudolphresearch.com/es/products/polarimeters/&hl=es-419&gl=sv&strip=0&vwsr=0>
- (8) Juliana Rincón Lopéz, S. A. (2016). Aplicación de la tencica instrumental de la refractometría para análisis cuantitativo y cualitativo de muestras problema y mezclas binarias. *Universidad Tecnologica De Pereira*, 7.
- (9) Horacio Gibbs, G. P. (2013). ¿Cómo estimar la concentración de azúcar en gaseosas? Una introducción a la refractmetría. *Revista Eureka*, 10.
- (10) INSTRUMENTS, H. (10 de Febrero de 2023). *HANNA INSTRUMENT*. Obtenido de <https://www.hannainst.es/blog/123/indice-de-refraccin-y-sus-aplicaciones-en-la-#:~:text=Los%20refract%C3%B3metros%20son%20instrumentos%20relevantes,%2C%20mermeladas%2C%20miel%2C%20salsas%20>
- (11) S.A.S, E. y. (7 de Febrero de 2023). *Equipos y laboratorios de Colombia*. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BOM6yEWJljo:https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-son-los-grados-brix&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=sv>
- (12) TOLEDO, M. (12 de Febrero de 2023). *METTLER TOLEDO*. Obtenido de <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>
- (13) Dergal, S. B. (2012). *Química de los alimentos. 5A edición*. Ciudad de Mexico.: Pearson.

- (14) Mayra Janeth Capelo Armijos, M. E. Determinación de carbohidratos totales en bebidas analcohólicas consumidas por adolescentes en la ciudad de Cuenca y Nabón. (*Tesis de Biomedico Farmaceutico*). Universidad De Cuenca Facultad De Ciencias Químicas, Cuenca.
- (15) Lopez., L. C. (2008). Control de la inversión de la sacarosa en el proceso de elaboración de jarabe simple de bebidas carbonatadas. *Tesis para optar por título de ingeniero químico*. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- (16) Salud., O. M. (16 de Septiembre de 2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- (17) salud., O. M. (17 de Mayo de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- (18) Salud, O. M. (9 de Junio de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- (19) Fundación Ibero Meneses, A. (5 de Febrero de 2023). *IBERO Ciudad de Mexico*. Obtenido de <https://www.fundacionibero.org/patrones-crecimiento-infantil>
- (20) Salud, O. M. (11 de Octubre de 2016). La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud. Ginebra, Ginebra, Suiza.
- (21) Ulises del Toro Enríquez, N. H. (10 de Febrero de 2023). ¿El azúcar es una droga? El éxtasis es una taza de té y un trozo de azúcar en la boca. Veracruz, xalapa, Mexico.
- (22) Murillo, S. (1 de Septiembre de 2012). *Fundación para la diabetes*. Obtenido de <https://www.fundaciondiabetes.org/general/articulo/47/el-indice-glucemico-de-los-alimentos>
- (23) Nutrición, 3. (11 de Febrero de 2023). *360 Nutrición*. Obtenido de <https://nutricion360.es/salud/diabetes/indice-glucemico-de-las-bebidas>
- (24) MSD, M. (10 de Febrero de 2023). *MANUAL MSD versión para público en general*. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/es-mx/hogar/fundamentos/el-cuerpo-humano/introducci%C3%B3n-al-cuerpo-humano>
- (25) Valenzuela., A. (14 de Marzo de 2022). *CLINICA ALEMANA*. Obtenido de <https://www.clinicaalemana.cl/articulos/detalle/2022/como-reducir-el-consumo-de-azucar>
- (26) García Martínez, E. Aplicación de la polarimetría a la determinación de la pureza de un azúcar. *Aplicación de la polarimetría a la determinación de la pureza de un azúcar*. Universitat Politécnica de Valencia, Valencia.