

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN**

**UNAN – LEÓN**

**ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**ÁREA ESPECÍFICA DE QUÍMICA**

**LICENCIATURA EN QUÍMICA**



**“Estudio exploratorio de pH, acidez y colorantes azoicos en bebidas carbonatadas expendidas en la ciudad de León en el periodo de febrero - mayo de 2024”**

Trabajo monográfico para optar al título de licenciado en Química

**AUTORES:**

- Br. Byron Enrique Quiroz Martínez
- Br. Juan Rubén Puerto Poveda
- Br. Edgar Jerónimo Salinas Orozco

**TUTORA:** Ph.D. María Ernestina Soto Sarria

Septiembre de 2024

**2024: 45/19 La Patria, La Revolución**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN**

**UNAN – LEÓN**

**ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**ÁREA DE ESPECÍFICA DE QUÍMICA**

**LICENCIATURA EN QUÍMICA**



**“Estudio exploratorio de pH, acidez y colorantes azoicos en bebidas carbonatadas expendidas en la ciudad de León en el periodo de febrero - mayo de 2024”**

Trabajo monográfico para optar al título de licenciado en Química

**AUTORES:**

- Br. Byron Enrique Quiroz Martínez
- Br. Juan Rubén Puerto Poveda
- Br. Edgar Jerónimo Salinas Orozco

**TUTORA:** Ph.D. María Ernestina Soto Sarria

Septiembre de 2024

**2024: 45/19 La Patria, La Revolución**

## **RESUMEN**

Esta investigación fue de tipo exploratorio cuantitativa no experimental tuvo como objetivo realizar el estudio de pH y acidez en bebidas carbonatadas, parámetros regulados en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, NTON 03 030-00, mediante la evaluación del cumplimiento de los resultados con los intervalos establecidos en esta normativa. En cuanto a los colorantes azoicos se comprobó la presencia de estos de acuerdo a lo reportado en la etiqueta de las bebidas carbonatadas, esto se llevó a cabo en el periodo de febrero – mayo de 2024. Se analizaron un total de 18 muestras de bebidas carbonatadas expendidas en la ciudad de León, el pH y la acidez se determinaron por potenciometría y volumetría, respectivamente. Los colorantes azoicos estudiados fueron Tartrazina (E-102), Amarillo Ocaso (E-110) y Rojo Allura (E-129) para lo cual se utilizó el método de Arata-Possetto para extraer y purificar los colorantes, lo que permitió su identificación por cromatografía de capa fina (TLC) utilizando placas cromatográficas de aluminio recubiertas con Sílica Gel 60 W y como fase móvil se utilizó la mezcla n-propanol/hidróxido de amonio 60+30. Los resultados de pH estuvieron en el intervalo de 2.66 a 3.58 y los de acidez de 0.018 a 0.146 g de ácido cítrico por 100 mL de bebida, ambos parámetros se encuentran dentro de los valores establecidos en la normativa nacional. Respecto a los colorantes artificiales, las bebidas color naranja contienen dos o tres de los colorantes estudiados, en cambio las de color rojo únicamente contienen el rojo allura, lo que esta de acuerdo con su etiquetado.

## Carta de autorización de la tutora

León, 12 de agosto de 2024

Ph.D. Sergio José López Grío  
Director  
Área específica de Química  
Área de conocimiento Ciencias y Tecnología  
UNAN-León  
Su despacho

Estimado Doctor López:

Ante todo, reciba saludos fraternos de nuestra parte.

En mi condición de tutora del trabajo monográfico titulado: “*Estudio exploratorio de pH, acidez y colorantes azoicos en bebidas carbonatadas expendidas en la ciudad de León en el periodo de febrero - mayo de 2024*”, certifico que el trabajo realizado cumple con las exigencias académicas y metodológicas establecidas; así como con los requisitos de forma del trabajo, de citación y de bibliografía. Por lo anterior, **autorizo** que el documento puede ser aceptado para su defensa por sus autores quienes optan al título de licenciado en Química. En la línea de investigación agroalimentaria.

Los autores son:

- **Br.** Juan Rubén Puerto Poveda, 17-00379-0
- **Br.** Byron Enrique Quiroz Martínez, 17-03659-0
- **Br.** Edgar Jerónimo Salinas Orozco, 17-02242-0

Fraternamente,

María Ernestina Soto Sarria  
Tutora

## **AGRADECIMIENTO**

En el largo tiempo de esta investigación hemos contado con el apoyo y ayuda de muchísimas personas, a las cuales les debemos nuestra más sincera gratitud.

Primeramente, a nuestra tutora, Doctora María Ernestina Soto Sarria, por habernos orientado en nuestro trabajo de investigación, por dedicar su tiempo para ir revisando, corrigiendo y a la vez motivándolos para ir desarrollando esta investigación. Gracias, porque, con su estímulo logramos decidirnos a persistir y terminar este proyecto, es importante reconocer su esfuerzo para que nosotros lográramos afianzar nuestros conocimientos en el área de investigación.

A la Maestra, Xiomara Avellán, porque en un inicio fue nuestra tutora, pero por jubilación no continuó, ella nos brindó muchas ideas para comenzar en este proyecto.

A todos los maestros, que siempre estuvieron dispuestos a ayudarnos e iluminarnos con sus conocimientos y consejos en cualquier duda que en su momento surgieron.

A la universidad, por darnos la oportunidad de desarrollarnos en esta carrera que tanto nos apasiona y después de estos años despertó en nosotros el deseo de ser profesionales que hacen ciencia y especialmente estar al servicio de la sociedad.

## **DEDICATORIA**

A Dios, nuestro Señor, principalmente por darnos la vida y habernos llenado de tantas bendiciones a lo largo de nuestras vidas, porque gracias al Él, hemos tenido la oportunidad de habernos preparado profesionalmente y nos puso en nuestros caminos personas muy maravillosas que, por medio de ellas, Él ha obrado en nuestras vidas.

A nuestros padres, por su inquebrantable apoyo y sacrificio, especialmente por brindarnos su amor, cuidado y cariño que fue causa de motivación, especialmente en nuestros desaciertos. Con este logro queremos honrar y reconocer el afán de nuestros padres por dar y sacrificar todo por nuestras familias y especialmente por nosotros sus hijos.

Con todos nuestros corazones a nuestros familiares, que siempre están para nosotros, nos aconseja, nos corrigen, los que sin dudarlo nos han apoyado y han creído en nosotros.

A nuestros amigos y compañeros, que han ido caminando con nosotros, que comparten nuestras alegrías y otras veces momentos desafiantes, que muchas veces nos explicaron sobre algún tema que no comprendemos de alguna clase, también a nuestras amistades fuera de la carrera, que en todo tiempo nos brindan su mano.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	1
<b>OBJETIVOS.....</b>	2
<i>Objetivo general.....</i>	2
<i>Objetivos específicos .....</i>	2
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	3
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	10
<i>Medición de pH en bebidas carbonatadas .....</i>	11
<i>Determinación de acidez en bebidas carbonatadas.....</i>	12
<i>Extracción de los Colorantes por el método Arata – Possetto.....</i>	13
<i>Separación e identificación de colorantes en bebidas carbonatadas por Cromatografía en Capa Fina (TLC). ....</i>	14
<b>MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS.....</b>	16
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	17
<i>Determinación de pH.....</i>	17
<i>Determinación de acidez titulable .....</i>	18
<i>Extracción de colorantes por el método Arata – Possetto.....</i>	18
<i>Selección de la fase móvil y estacionaria para aplicación de TLC.....</i>	19
<i>Aplicación de Cromatografía de Capa Fina .....</i>	20
<i>Comparación de pH y acidez con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de bebidas carbonatadas (NTON 03 030-00).....</i>	24
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	26
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	27
<b>REFERENCIAS .....</b>	28
<b>ANEXOS.....</b>	32

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación refiere a un estudio exploratorio no experimental para la evaluación cuantitativa de pH y acidez, y la identificación de colorantes artificiales azoicos en bebidas carbonatadas. Tanto, el pH como la acidez de las bebidas carbonatadas son parámetros químicos importantes para los consumidores, ya que la ingesta excesiva de estas bebidas se ha relacionado con problemas gastrointestinales y bucodentales, entre otros. Los colorantes tienen una gran aplicación dentro de la industria alimenticia ya que aportan a los alimentos y bebidas una imagen más atractiva que les permita ser más apetecibles.

En la UNAN-León no se han realizado investigaciones sobre estos parámetros en bebidas carbonatadas, por lo que resulta importante brindar datos a la población, que puedan confirmar el cumplimiento de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para bebidas carbonatadas, NTON 03 030 00, como un aporte a la seguridad alimentaria y salud pública de los consumidores de este tipo de bebidas. Como punto de partida para la obtención de muestras, se seleccionaron algunas pulperías de la ciudad de León, ciudad universitaria referente a nivel nacional.

En esta investigación se aplicaron métodos ya establecidos para cuantificar pH y acidez, en términos de ácido cítrico anhídrido, para lo cual se seleccionaron en función de su eficacia, las técnicas de potenciometría y volumetría, respectivamente. Respecto a la identificación de los colorantes sintéticos en las bebidas carbonatadas por cromatografía de capa fina, se llevó a cabo inicialmente la selección de fase estacionaria y fase móvil ideales para la separación de los colorantes azoicos, y posteriormente la extracción de los colorantes en las muestras estudiadas por el método de Arata-Posssetto.

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo general*

Realizar un estudio exploratorio de pH, acidez y colorantes azoicos en bebidas carbonatadas expendidas en la ciudad de León en el periodo de febrero - mayo de 2024.

### *Objetivos específicos*

- Determinar pH y acidez de las bebidas carbonatadas empleando el método potenciométrico y volumétrico.
- Seleccionar la fase móvil y estacionaria adecuada para la separación de los colorantes azoicos por cromatografía de capa fina (TLC).
- Extraer colorantes de bebidas carbonatadas mediante el método de Arata - Possetto.
- Identificar colorantes azoicos en bebidas carbonatadas, comercializadas en la ciudad de León, mediante cromatografía de capa fina (TLC).
- Comparar los resultados de pH y acidez de las bebidas carbonatadas estudiadas con lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de bebidas carbonatadas (NTON 03 030 - 00).

## MARCO TEÓRICO

Las bebidas carbonatadas, a menudo llamadas refrescos o gaseosas, son una categoría popular de bebidas caracterizadas por la efervescencia causada por la presencia de dióxido de carbono disuelto. Las bebidas gaseosas cubren una amplia gama de colores y sabores, desde cola y limonada hasta versiones de frutas más exóticas (Islas Hernández y otros, 2016).

Históricamente, los orígenes de las bebidas carbonatadas se remontan al siglo XVIII, cuando comenzaron a desarrollarse métodos para elaborar refrescos carbonatados de forma natural (Mintel, 2023).

En Nicaragua, la producción y consumo de gaseosas data de inicios del siglo XX cuando entusiastas inversionistas locales adquirieron el Know How y los utensilios para producirlas artesanalmente. A estas pequeñas fábricas se les conoció con el nombre de “Chibolerías” debido a que en esa época los envases de las gaseosas eran sellados con una pequeña esfera introducida en el interior del recipiente de vidrio y que, por efectos del gas, subía y tapaba la botella, por lo que a estos refrescos se les conoció con el nombre de “chibolas” (Ortega, 2008).

Las bebidas carbonatadas o gaseosas son un producto consumido mundialmente. La conexión o vínculo entre lo que es el azúcar y la bebida carbonatada llegan a ser dañinas para la salud de las personas. Estas bebidas llegan a poseer algunos componentes químicos como: agua, azúcar, edulcorantes naturales, saborizantes, ácidos, colorantes azoicos, etc. El consumo diario de estas bebidas tiene altas consecuencias como: erosión dental, obesidad y aumento de peso, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, problemas gastrointestinales, desmineralización ósea y adicción al azúcar y muchos de estos consumidores desconoce sus componentes y la cantidad que deben de cumplir (Islas Hernández y otros, 2016).

En Nicaragua no se han realizado tantos estudios al respecto, simplemente se ha limitado a indagar en qué tan amplio es el consumo de estas bebidas, pero no en sí, lo que realmente contiene las bebidas gaseosas de consumo popular, esto nos lleva a mencionar una de las problemáticas a las que se enfrenta Nicaragua y es que más del 60% de la población nacional ya sea por falta de recursos o de información no tiene una cultura de buena alimentación, lo que conlleva a que la mayor parte de la población no tenga problemas en recurrir a alimentos que son pocos saludables, como las bebidas gaseosas de las cuales se conoce que pueden contener componentes perjudiciales para salud (Rodríguez Espinoza y otros, 2021), (Inter Press Servise, 2008), (Rivera y otros, 2016).

Nicaragua cuenta con la Norma Técnica de Bebidas Carbonatadas (NTON 03 030-00) la cual fue publicada desde el año 2001 (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2001), en esta se especifican los requisitos tanto físicos como químicos que deben de cumplir este tipo de bebidas para poder ser consumidas, esto de acuerdo con lo establecido según la norma CODEX ALIMENTARIUS, lo que significa que se pueden realizar estudios en este tipo de bebidas para conocer si realmente cumplen con los requisitos establecidos según la norma y así poder hacer conciencia sobre el consumo de estas, ya que actualmente en el país no hay muchos estudios realizados sobre ese tema (FAO, 2023).

La medición del pH juega un papel muy importante para la industria de las bebidas carbonatadas y están compuestas de un 90% o más de agua. Mayormente los pH rondan entre 2 a 4 dependiendo de la bebida y los ácidos que se agregan. Las bebidas carbonatadas y jugos industrializados contienen uno o diferentes tipos de ácidos y azúcares en su composición (Vargas Martinez y otros, 2021). Los ácidos que comúnmente se le agregan son: ácido carbónico, ácido fosfórico, ácido málico, ácido cítrico y ácido tartárico (Farbe Naturals, 2023).

Se habla en muchos sitios de cómo afecta el pH a nuestro organismo. Que debemos tener una dieta alcalina, beber agua con pH alcalino es provechoso para nuestra salud (Olarte, 2024). El pH es una escala de la alcalinidad o acidez de una solución. El pH de

las bebidas carbonatadas está relacionado con su sabor y su aroma. Durante el proceso de fabricación o producción de los refrescos es necesario supervisar constantemente lo que es el nivel de pH del agua con la que se utiliza para su fabricación hasta el resultado final de dichas bebidas (Mettler Toledo, 2022).

Para la determinación de la acidez en bebidas carbonatadas es necesario tener en cuenta algunas características químicas del pH ya que este nos permite saber un valor que mide concentraciones en iones hidrógeno presentes en dichas bebidas, por otro lado, la acidez titulable es una característica química que se utiliza para medir la concentración más específica del ácido que poseen esas bebidas. En esta técnica volumétrica es indispensable el titulante, el titulado y el indicador (Tovar & Olenka, 2019).

En un estudio, realizado por Tovar y Olenka (2019), se describe la variabilidad de la acidez titulable utilizada para encontrar la concentración de un ácido en específico, empleado como preservante de dichas bebidas. Las concentraciones de acidez en bebidas son: bebidas deportivas (0.11 y 0.32 g/mL), jugos de frutas (0.23 g/mL) son valores permitidos que no perjudican la salud (Tovar & Olenka, 2019).

La acidez en bebidas se expresa como la cantidad total de ácido contenido en un volumen determinado de muestras. La verificación de la acidez también es fundamental para asegurar que las muestras cumplan con los requisitos normativos y que no representan un riesgo para la seguridad en la salud de los consumidores. Sin duda, la acidez es un atributo esencial en muchos alimentos y bebidas (Mettler Toledo, 2022).

En cuanto a los colorantes azoicos en bebidas carbonatadas se han empleado los métodos de Arata Possetto y espectrofotometría para determinar tartrazina (E-102), rojo allura (E-129) y amarillo ocaso (E-110) (Guevara & Leca, 2019), (Rodríguez Espinoza y otros, 2021).

El procedimiento del método Arata - Possetto se fundamenta en la adición del colorante natural o artificial en lana de oveja, el cual se fija por medio de ácido y se desmonta por medio básico (Barranca y otros, 2014-2015)

La cromatografía en capa fina (TLC, por sus siglas en inglés) es un método que nos permite separar componentes que consta de una fase móvil y una fase estacionaria, usando placas o láminas (Huerta & Suárez, 2017) (Corzo, 2019).

El método TLC permite la determinación de la pureza de compuestos, la identificación y comparación de analitos y el seguimiento de reacciones, por lo que se utiliza ampliamente. El método TLC presenta ventajas como un método simple, no tiene gran costo, es preciso, es fácil de entender y aplicar, puede lograr la separación en poco tiempo, es versátil y económico (Benitez, 2020), (Torrez y otros, 2021), (Vallejos y otros, 2021).

La relación frontal ( $R_f$ ) en TLC se utiliza para medir el desplazamiento de los compuestos a lo largo de la placa de TLC.  $R_f$  se define como la distancia recorrida por un componente dividido por la distancia total recorrida por el frente del disolvente. Siempre se encuentra su valor entre cero y uno. (Merck)

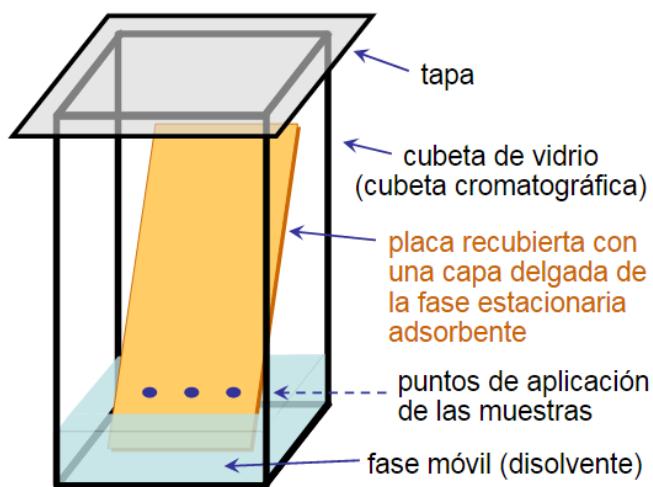


Figura 1

Desarrollo de cromatografía en capa fina (Ramos)

El color de los colorantes azoicos se debe a la presencia de grupos azo ( $R-N=N-R'$ ) conjugados con anillos aromáticos en ambos extremos. Al igual que otros colorantes artificiales, los colorantes azoicos aprobados para su uso como aditivos alimentarios son solubles en agua porque contienen grupos de ácido sulfónico (Sánchez Juan, 2013).

Según Marcano (2018), los colorantes se clasifican en:

*Colorantes ácidos*: Los amónicos que contienen grupos ácidos como:  $CO_2H$ ,  $SO_3H$ , OH (fenólicos).

*Colorantes directos*: poseen como grupos polares las sales sódicas, de amonio o potásicas de un sustituyente del ácido sulfónico en la estructura molecular. Presentan estructuras alargadas.

*Colorantes básicos*: son catiónicos solubles en agua presentan grupos básicos como  $NHMe_2^+$ ,  $NH_2Me^+$ ,  $NMe_2$ ,  $NH_2$ ; tienen afinidad con grupos ácidos.

*Colorantes dispersos*: pueden ser del tipo de alta, media o baja energía. Son poco solubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos (Marcano, 2018).

Los colorantes directos han sido empleados en la industria alimentaria, tal es el caso de la tartrazina, amarillo ocaso y rojo allura que se describen brevemente a continuación:

La tartrazina (o tartracina) ( $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ ) es una sal trisódica del ácido 4,5-dihidro-5-oxo-1-(4-sulfofenil)-4[(4-sulfofenil)azo]-1H-pirazol-3-carboxílico, es el colorante artificial más utilizado en los alimentos. Está aprobado para su uso en más de sesenta países, incluidos la Unión Europea y los Estados Unidos. Da a los alimentos y bebidas un color más o menos anaranjado según la cantidad añadida. También se puede utilizar para hacer verde cuando se mezcla con azul. La tartrazina es un colorante ampliamente utilizado (desde 1916), por ejemplo: confitería, productos cárnicos, sopas instantáneas para usar, encurtidos, salsas, helados, postres, dulces y otros productos de confitería. También se utiliza para dar color a los refrescos (Calvo, 2020).

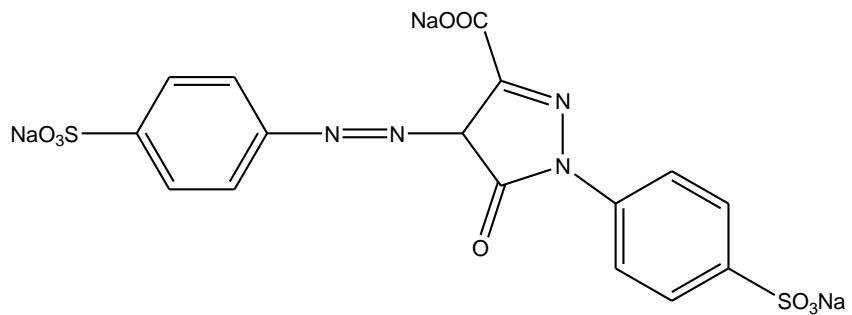


Figura 2

Estructura química tartrazina (Budavari y otros, Tartrazina [Estructura Química], 1996)

El amarillo ocaseo ( $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$ ), sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-[(4-sulfofenil)azo]-2-naftalenosulfónico en conjunto con agentes secundarios de color que ligado con el cloruro de sodio o sulfato de sodio componen la parte no colorida de este ingrediente. Este colorante azoico usualmente es mezclado para su combinación con otros colorantes como la tartrazina (E-102), o amaranto (E-123) para crear el marrón (Rodríguez Espinoza y otros, 2021).

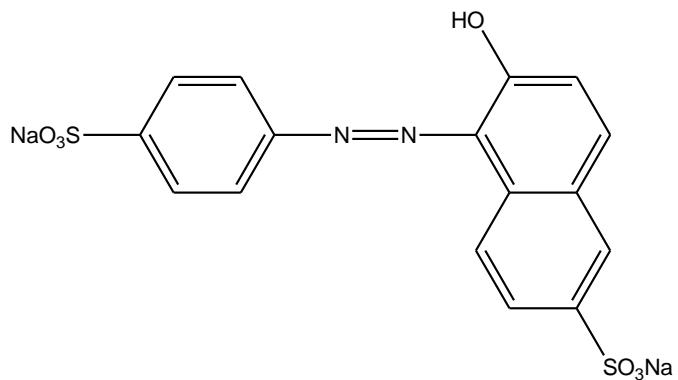


Figura 3

Estructura química amarillo ocaseo (Budavari y otros, Amarillo Ocaso FCF [Estructura Química], 1996)

El rojo allura ( $C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$ ), sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-[(2-metoxi-5-metil-4-sulfofenil)azo]-2-naftalenosulfónico, este colorante azoico es soluble en agua, es muy utilizado en las industrias para alimentos, confitería, fármacos y cosméticos. Fue introducido a los EE.UU. como sustituyente del amaranto, debido a los efectos secundarios a la salud de este último (Bonilla, 2021).

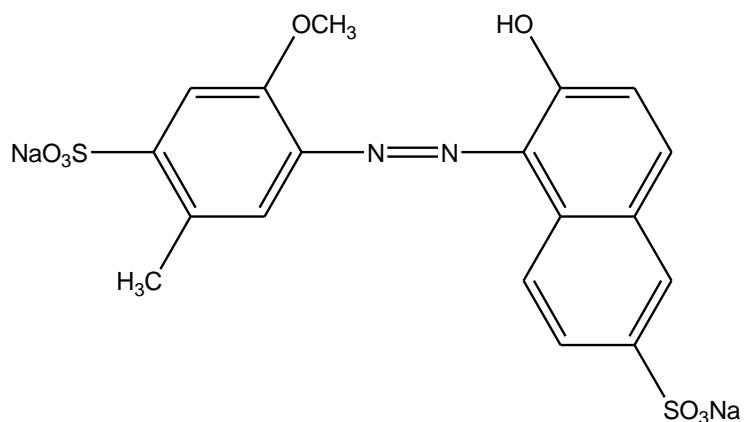


Figura 4

Estructura química rojo allura (Budavari y otros, Rojo Allura [Estructura Química], 1996)

Este estudio se realizó en bebidas carbonatadas comercializadas en la ciudad de León entre los meses de febrero a mayo del año 2024 se determinó pH y acidez por potenciometría y volumetría, respectivamente, además, se extrajeron los colorantes artificiales por el método de Arata-Possetto e identificación mediante cromatografía de capa fina (TLC), los resultados obtenidos se contrastaron con la norma técnica obligatoria nicaragüense de bebidas carbonatadas, NTON 03 030-00.

## DISEÑO METODOLÓGICO

El presente estudio fue exploratorio, cuantitativo no experimental, la recolección de las muestras se llevó a cabo en tres pulperías muy abastecidas que expenden bebidas carbonatadas de color rojo y naranja embotelladas en recipientes de plástico y de vidrio, y frecuentadas por consumidores de la ciudad de León, se evaluaron 18 muestras recolectadas al azar de tres marcas diferentes entre los meses de febrero y mayo de 2024. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de análisis instrumental perteneciente al área específica de Química del área de conocimiento Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León, en donde se realizaron los análisis y el procesamiento de datos.

Los parámetros cuantitativos analizados fueron pH, y acidez expresada como gramos de ácido cítrico anhídrido por cada 100 mL de muestra, lo que se comparara con lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 030-00 de bebidas carbonatadas; y de forma cualitativa se evaluó la presencia de los colorantes artificiales: tartrazina (FD & C amarillo N°5), amarillo ocaso (FD & C amarillo N°6) y rojo allura (FD & C rojo N°40) extraídos de las muestras por el método de Arata-Possetto y separados e identificados por cromatografía de capa fina (TLC).

### Codificación

En la Tabla 1 se muestra cómo se codificaron las muestras de las bebidas según su color.

Tabla 1

*Codificaciones empleadas para las bebidas carbonatadas*

Bebidas	Códigos
Naranja 1	N1
Naranja 2	N2
Naranja 3	N3
Rojo 1	R1
Rojo 2	R2
Rojo 3	R3

### Medición de pH en bebidas carbonatadas

*Preparación para soluciones: de acuerdo a lo establecido por Mettler Toledo (Mettler Toledo, 2021).*

#### *Solución tampón pH = 1*

Se pesó 1.86 g de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y se mezcló con 980 mL de agua destilada y se agitó suavemente. Luego se ajustó a pH de 1 con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}_{\text{conc}}$ ) y para finalizar se aforó a 1L con agua destilada.

#### *Solución tampón pH = 4*

Se pesó 32.81 g de acetato de sodio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) y se mezcló con 980 mL de agua destilada y se agitó suavemente. Luego se ajustó a pH de 4 con ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{conc}}$ ) y se aforó a 1L con agua destilada.

#### *Solución tampón pH = 7*

Se pesó 0.05 g de fosfato dipotásico ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), se agregó 50 mL de agua destilada y se agitó suavemente y se midió el pH. Posteriormente se pesó 0.03 g de fosfato disódico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) y se agregó a la solución anterior poco a poco con agitación suave, se midió el pH y hasta ajustar a 7 con ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) y para finalizar se aforó a 1L con agua destilada.

### Verificación del pH-metro

1. Se encendió el pH-metro y se dejó estabilizar por 5 minutos.
2. Luego se retiró el electrodo de la solución de almacenamiento.
3. Se enjuagó el electrodo con suficiente agua destilada y a su vez se secó cuidadosamente con papel adsorbente para no dañarlo.
4. Se presionó el botón de calibrar y posteriormente se esperó hasta que el indicador de estabilidad desaparezca para volver a presionar.
5. Seguidamente se sumergió el electrodo en la solución tampón de pH 1, se dejó un minuto hasta que diera su lectura.

6. Se retiró el electrodo y luego se enjuagó con agua destilada.
7. Seguidamente se sumergió en solución tampón pH 4 y posteriormente se esperó su lectura, se retiró y enjuagó el electrodo con agua destilada.
8. A su vez se sumergió en la solución tampón pH 7, seguidamente se esperó su lectura, se retiró y se enjuagó con agua destilada. (Roger & Vijk, 2017)

#### *Medición del pH en las bebidas carbonatadas*

1. En un beaker de 100 mL se añadió aproximadamente 25 mL de muestra directamente del envase.
2. Se introdujo el electrodo del pHmetro hasta esperar que diera su lectura.
3. A dichas bebidas se les midió el pH (con base en un sensor de pH) tres veces y posteriormente se calculó el valor promedio (LabProcess, 2021).

#### Determinación de acidez en bebidas carbonatadas

##### *Preparación de soluciones:*

###### *Preparación de solución de hidróxido de sodio 0.1 M*

Se pesó en un vidrio reloj la masa de 0.4 g, disolviendo el reactivo en un beaker y luego se llevó a un matraz aforado de 100 mL completando su volumen con agua destilada hasta aforar.

###### *Preparación de solución de hidróxido de sodio 0.001 M*

###### *Estandarización de NaOH 0.1 M*

Se pesó 0.1 g de biftalato de potasio ( $KC_8H_5O_4$ ) seco (100 °C por 2 horas). Se llevó a un Erlenmeyer de 125 mL, se disolvió en 20 mL de agua destilada y se agregó dos gotas de fenolftaleína, se tituló con la solución de NaOH 0.1 M.

##### *Preparación de muestras*

El producto se mezcló muy bien para confirmar una mezcla uniforme y se filtró en un embudo con papel filtro (N°4).

*Determinación de la acidez en bebidas carbonatadas.*

1. Se midió 10 mL de la muestra filtrada.
2. La muestra se transfirió a un Erlenmeyer de 500 mL, y se diluyó aproximadamente a 250 mL con agua destilada previamente neutralizada.
3. Se transfirieron 3 mL de esta última solución a un Erlenmeyer pequeño que contenía 20 mL de agua destilada previamente neutralizada.
4. Se tituló con NaOH 0.001 M hasta alcanzar el punto final y se anotó el volumen total gastado de álcali.

*Cálculo de la acidez*

La acidez titulable se expresa en gramos del ácido cítrico anhidro en 100 mL de producto, y se calculó con la siguiente fórmula:

$$A_c = \frac{100 V_1 Nme}{V}$$

Donde:

$A_c$  = Acidez titulable, en gramos por 100 mL.

$V$  = Volumen de la muestra, en mL.

$V_1$  = Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleando en la titulación, en mL.

$N$  = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

$me$  = Miliequivalente del ácido en términos del cual se expresa la acidez, sabiendo que:

1 mL de la solución 1 N de álcali equivale a: 0.06404 g de ácido cítrico anhidro.

*Extracción de los Colorantes por el método Arata – Possetto*

1. En un beaker de 200 mL se colocó 50 mL de la muestra y se rotuló cada bebida con su codificación (ver Tabla 1).
2. Se agregó 50 mL de la muestra y se añadió 1 mL de HCl<sub>conc.</sub>.

3. Se colocó aproximadamente de un manojo de lana limpia desengrasada para fijar el colorante.
4. Luego se hirvió 5 minutos y retiró la lana teñida, se lavó con abundante agua y se añadió el trozo de lana en otro beaker de 50 mL con agua destilada.
5. Seguidamente se agregó 1 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}_{\text{conc.}}$  a 50 mL agua destilada y se agregó la lana y se calentó durante 5 minutos para desmontar el colorante (el colorante pasó al líquido).
6. Posteriormente se retiró el trozo de lana blanqueada y se desecharó.
7. Se calentó el líquido alcalino que contiene el colorante hasta que se eliminó el  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Esto se repitió todo el proceso tres veces.

Separación e identificación de colorantes en bebidas carbonatadas por Cromatografía en Capa Fina (TLC).

*Selección de la fase móvil y estacionaria:*

Se estudió el comportamiento de la mezcla de colorantes azoicos presentes en las bebidas carbonatadas comerciales frente a cuatro fases móviles, y dos fases estacionarias de cromatoplacas comerciales, según se describe en la Tabla 2.

Tabla 2

*Fases móviles y estacionarias evaluadas para la separación de colorantes azoicos por TLC*

<b>Fase móvil</b>	<b>Fase estacionaria</b>
A) n-propanol – hidróxido amónico 60+30	Sílica Gel 60 W
B) n-butanol – etanol – agua 90+10+10	Óxido de Aluminio
C) cloroformo – acetona 90+10	
D) cloroformo – metanol 95+5	

El siguiente procedimiento de TLC se aplicó para cada tipo de fase estacionaria en las diversas fases móviles:

1. Se activó la placa en el horno a temperatura constante 110° C por una hora, posterior se dejó enfriar y guardó en el desecador hasta su uso.

2. Se agregó la fase móvil a ensayar a la cámara cromatográfica para asegurar que la atmósfera se sature de los vapores de la fase móvil.
3. Se sembró la muestra apoyándose de un tubo capilar en la línea de aplicación de la placa, de manera que se depositó un punto y se repitió la operación unas 4 a 6 veces más para que se logrará concentrar el color de la mancha.
4. Se introdujeron las placas en posición diagonal. Durante la elución permaneció tapada la cámara para evitar la evaporación de la fase móvil.
5. El disolvente ascendió por la placa por capilaridad, cuando estuvo por llegar al extremo superior de la placa, se abrió la cámara y se retiraron las placas, rápidamente se señaló con un lápiz el frente del disolvente antes que este se evaporara.
6. Se marcó con un lápiz el contorno de las manchas observadas.
7. Se determinaron los Rf.

$$Rf = \frac{D_c}{D_d}$$

Donde:

Rf: Relación frontal

D<sub>c</sub>: Distancia recorrida por el componente

D<sub>d</sub>: Distancia recorrida por el disolvente

Este mismo procedimiento se aplicó para la separación e identificación las muestras de los colorantes extraídos de las bebidas en estudio, por el método de Arata-Possetto.

## MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

Tabla 3

Materiales, reactivos y equipos

Materiales	Reactivos	Equipos
Beaker de 25, 50, 100 y 250 mL	Bebidas carbonatadas Color rojo (marca comercial)	Placa calentadora pH-metro
Erlenmeyer 125 y 250 mL	Bebidas carbonatadas de Color naranja (marca comercial)	Horno (Thelco)
Balón volumétrico 5, 25, 50 y 100 mL	Lana de Oveja (Desert Breeze)	Agitador magnético
Pipeta volumétrica 5, 25 mL	Cromatoplaca Sílica Gel 60W (MERCK)	Balanza (Sartorius)
Pipeta graduada 10 mL		
Bureta 25 mL	Cromatoplaca Óxido de Aluminio 0.2 mm (MACHEREYNAGEL)	
Varilla de vidrio	Hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )	
Cámara cromatográfica	n-propanol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ )	
Tubos capilares	Tartrazina (E-102) (Pyosa) ( $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{N}_4\text{Na}_3\text{O}_9\text{S}_2$ )	
Pizeta	Agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ )	
Vidrio reloj	Amarillo Ocaso (E-110) (Pyosa) ( $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_7\text{S}_2$ )	
Probeta 50 mL	Rojo Allura (E-129) (Pyosa) ( $\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$ )	
Palangana	Cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ )	
Tijera (Pointer)	Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )	
Regla (Pointer)	n-butanol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ )	
Termómetro	Acetona ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ )	
Lápiz de grafito (Mongol)	Fenolftaleína ( $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ )	
Guantes (Tresor)	Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )	
Gotero	Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ )	
Magneto	Biftalato de potasio ( $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ )	
Saca Magneto	Acetato de sodio ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ )	
Espátula	Fosfato dipotásico ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )	
Desecador	Fosfato disódico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )	
	Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ )	

**Nota:** Cuando no se indica los reactivos, materiales y equipos son marca Fisher Scientific.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de pH

Las muestras fueron adquiridas en tres períodos diferentes, lo que se ha denominado lote (ver anexos), con el objetivo de obtener muestras representativas en diversos puntos de venta de la ciudad de León seleccionados al azar. El pH fue medido por triplicado en las muestras, los resultados promedio y su desviación estándar se presentan en la Tabla 4, donde se observa que este varía en un rango de 2.66 a 3.58 con una variabilidad inferior a las décimas de la magnitud.

Tabla 4

*Resultados de pH (promedio y desviación estándar) de las bebidas carbonatadas en los tres lotes*

Muestras	pH ( $\bar{X} \pm s$ ), n=3		
	Lote N°1	Lote N°2	Lote N°3
N1	2.83 ± 0.09	2.75 ± 0.05	2.66 ± 0.01
N2	2.89 ± 0.08	2.84 ± 0.06	2.75 ± 0.01
N3	2.95 ± 0.10	2.87 ± 0.01	2.76 ± 0.01
R1	3.38 ± 0.08	3.31 ± 0.08	3.22 ± 0.01
R2	3.38 ± 0.10	3.28 ± 0.10	3.27 ± 0.02
R3	3.48 ± 0.14	3.58 ± 0.13	3.41 ± 0.02

Como puede observarse todas las bebidas analizadas presentan un nivel de pH inferior a 4.5, de acuerdo a estudios realizados esto podría afectar la higiene bucal, atribuible a la desmineralización del esmalte de los dientes, por lo que es recomendable tomar agua luego de la ingesta de bebidas carbonatadas para contrarrestar este efecto desfavorable (Pérez López y otros, 2023), (Gutierrez, 2013).

Las bebidas carbonatadas contienen uno o múltiples tipos de ácidos, colorantes y azúcares en su composición, lo cual, de inicio provoca que al ingerirlos el pH sea más ácido. Existen numerosos estudios que mencionan que son causantes de enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y enfermedades

del sistema gastrointestinal. Las cuales también se asocian directamente con dietas poco balanceadas y disminuyen significativamente la calidad de vida de las personas (Instituto de Investigación Agua y Salud, 2024).

#### Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se hizo por duplicado para cada bebida (ver anexos), luego se calculó el promedio, en la Tabla 5 se presentan los resultados de acidez promedio, en gramos de ácido cítrico por 100 mL de las bebidas carbonatadas ( $g_{AC}/100 mL$ ) analizadas aplicando el método descrito en el diseño metodológico.

Tabla 5

Resultados de acidez promedio ( $g_{AC}/100mL$ ) y desviación estándar ( $\bar{X} \pm s, n=2$ ) en las bebidas carbonatadas

Muestras	Nº Lote		
	1	2	3
N1	$0.139 \pm 0.012$	$0.126 \pm 0.006$	$0.139 \pm 0.012$
N2	$0.135 \pm 0.002$	$0.058 \pm 0.002$	$0.134 \pm 0.004$
N3	$0.146 \pm 0.002$	$0.048 \pm 0.004$	$0.043 \pm 0.004$
R1	$0.122 \pm 0.004$	$0.134 \pm 0.004$	$0.111 \pm 0.004$
R2	$0.072 \pm 0.002$	$0.108 \pm 0.004$	$0.084 \pm 0.006$
R3	$0.082 \pm 0.004$	$0.027 \pm 0.002$	$0.018 \pm 0.002$

Cabe señalar que el mayor responsable de la acidez en las bebidas carbonatadas es el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) gaseoso añadido y no los ácidos agregados a las bebidas, puesto que al introducirse el gas a presión y al ser selladas, el gas queda disuelto en el líquido, lo que estimula la formación de compuestos ácidos. La acidez en bebidas carbonatadas puede tener varias implicaciones adversas a la salud humana como: erosión dental, indigestión, salud bucal, sensibilidad gástrica, impacto en la absorción de nutrientes, obesidad, entre otros (Farbe Naturals, 2023).

#### Extracción de colorantes por el método Arata – Possetto

Se realizó la extracción de los colorantes artificiales en las bebidas carbonatadas seleccionadas los cuales fueron tartrazina (E-102), rojo allura (E-129) y amarillo caso (E-110) por el método de Arata Possetto.

Utilizando trozos de lana de oveja, donde se adhiere el colorante de la muestra a la lana utilizando  $\text{HCl}_{\text{conc}}$ , una vez coloreada la lana se desmonta el colorante con  $\text{NH}_4\text{OH}_{\text{conc}}$ , repitiendo tres veces esto con todas las bebidas seleccionadas.

El procedimiento se llevó con éxito obteniendo así las soluciones coloreadas donde se logró la extracción de los colorantes artificiales (ver anexos).

#### *Selección de la fase móvil y estacionaria para aplicación de TLC*

Para la selección de la fase móvil y estacionaria en la aplicación de Cromatografía de Capa Fina (TLC), se realizó haciendo uso de patrones (tartrazina (E-102), amarillo ocaso (E-110), rojo allura (E-129)), y se obtuvo lo siguiente:

#### *Resultados de la fase estacionaria Sílica Gel.*

1. La fase móvil A, es adecuada para colorantes directos, el frente del disolvente es casi igual a la distancia recorrida por los colorantes patrones. Se logró la separación y se apreció el recorrido en la mezcla de patrones.
2. La fase móvil B, es adecuada para colorantes básicos, mostró falta de selectividad para los patrones, si bien se logró correr una sombra coloreada, la mancha no se movió de su lugar de siembra.
3. La fase móvil C, es adecuada para colorantes dispersos, este eluyente logró recorrido del frente, pero no reaccionó con ninguno de los patrones, esto debido a que los patrones son de naturaleza acida.
4. La fase móvil D, es adecuada para separar colorantes dispersos, esta mostró poca afinidad con los colorantes al igual que la fase móvil C, donde no se visualizó recorrido de los patrones.

*Resultados de la fase estacionaria Oxido de Aluminio.*

1. La fase móvil A, se logró recorrer el punto de la mezcla patrones, obteniendo una separación, pero no con buena resolución.
2. La fase móvil B, la mezcla de patrones no logró reaccionar, no se movió del punto de siembra.
3. La fase móvil C, hubo un pequeño recorrido de la mezcla de patrones, pero no hubo separación.
4. La fase móvil D, se logró el recorrido de la mezcla de patrones, donde solo se apreció la separación de uno de los colorantes de la mezcla.

Con los resultados obtenidos se seleccionó la fase móvil A, que se compone de n-propanol e hidróxido de amonio (60:30), y se eligió la placa de sílica gel como fase estacionaria porque se apreció una mejor separación entre la mezcla los patrones.

*Aplicación de Cromatografía de Capa Fina*

Las separaciones de los diferentes colorantes: tartrazina (E-102), amarillo ocaseo (E-110) y rojo allura (E-129), mediante Cromatografía de Capa Fina (TLC), haciendo uso de placas de sílica gel como fase estacionaria y una solución de n-propanol e hidróxido de amonio (60:30) como fase móvil, ambas sustancias son de carácter polar, para observar e identificar cualitativamente la separación de los colorantes a la vez que se determinan los relación frontal ( $R_f$ ), para cada mancha de las placas cromatográficas. El orden de la siembra de las muestras para los tres lotes es el que se muestra en Tabla 6.

*Tabla 6*

*Orden de la siembra de muestras en las cromatoplascas*

N1	N2	N3	R1	R2	R3	A5	A6	R40
----	----	----	----	----	----	----	----	-----

La identificación de los colorantes artificiales: tartrazina (E-102), amarillo ocaso (E-110) y rojo allura (E-129), en el Lote N°1 fue positiva cualitativamente, ya que los Rf de las muestras coinciden con los de los patrones como se observa en la *Figura 5*.



*Figura 5*  
Determinación de colorantes artificiales del Lote N°1 de muestras

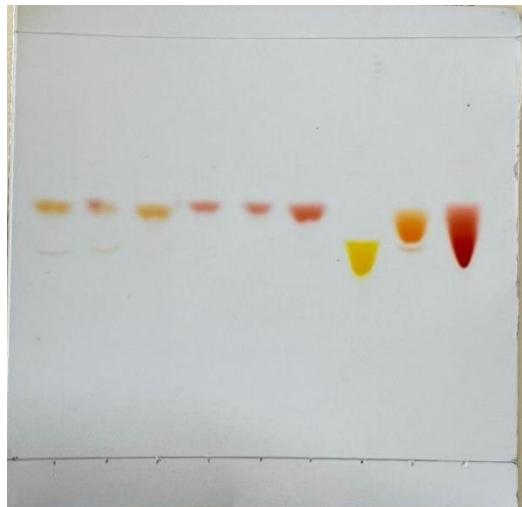
En la Tabla 7 se observa el recorrido de las manchas en la placa cromatográfica, se logra apreciar el color a pesar de no ser tan intenso, en las dos primeras muestras hubo separación de colorantes, aunque a simple vista se observa que el recorrido de las muestras fue casi igual, teniendo una pequeña variación que nos permite comparar los Rf las muestras con los Rf de los patrones.

*Tabla 7*

Valores de Rf de la separación de colorantes artificiales en las muestras de bebidas carbonatadas del Lote N°1

Rf de Patrones	Rf de colorantes en las muestras					
	N1	N2	N3	R1	R2	R3
A5 0.49	0.49	0.48	-	-	-	-
A6 0.57	0.58	0.57	0.56	-	-	-
R40 0.60	-	0.59	-	0.59	0.59	0.59

En la *Figura 5* se observan los recorridos de las manchas y separaciones en las tres muestras que corresponden a las bebidas naranjas, donde se observa que tienen una combinación de colorantes que corresponden a tartrazina, amarillo ocaso, y en el caso de la mancha en N2 se observa dentro de la sombra del amarillo ocaso un punto más intenso que corresponde a rojo allura.



*Figura 6*

*Determinación de colorantes artificiales del Lote N°2 de muestras*

La identificación de los colorantes artificiales: tartrazina (E-102), amarillo ocaso (E-110) y rojo allura (E-129), en el lote N°2 fue positiva cualitativamente, ya que los valores de las relaciones de frente de las muestras coinciden con la de los patrones como se observa en la Tabla 8.

*Tabla 8 Valores de Rf de la separación de las muestras de colorantes artificiales del Lote N°2*

Rf de Patrones	Rf de colorantes en las muestras					
	N1	N2	N3	R1	R2	R3
A5	0.51	0.45	0.48	-	-	-
A6	0.59	0.57	0.58	0.57	-	-
R40	0.61	-	0.58	-	0.58	0.58

En la Figura 7 se observa separación para las muestras de N1, N2 y N3 separaciones de dos colorantes para cada una respectivamente.

La identificación de los colorantes artificiales: tartrazina (E-102), amarillo ocaso (E-110) y rojo allura (E-129), en el lote N°3 fue positiva cualitativamente, ya que los Rf de las muestras coinciden con los de los patrones como se observa en la Tabla 9.



Figura 7

*Determinación de colorantes artificiales del Lote N°3*

*Tabla 9 Valores de Rf de la separación de las muestras de colorantes artificiales del Lote 3 de muestras*

Rf de Patrones	Rf de colorantes en las muestras					
	N1	N2	N3	R1	R2	R3
A5 0.51	0.45	0.48	-	-	-	-
A6 0.59	0.57	0.58	0.57	-	-	-
R40 0.61	-	0.58	-	0.58	0.58	0.58

Para las bebidas naranjas se obtuvo: en la bebida N1 se logró apreciar la presencia de los dos colorantes, tartrazina (E-102) y amarillo ocaso (E-110), aunque su etiqueta solo menciona el amarillo ocaso (E-110). En el caso de la bebida N2, se observó la presencia de tres colorantes: tartrazina (E-102), amarillo ocaso (E-110) y rojo allura (E-129), confirmando lo contenido en la etiqueta del producto. La bebida N3 se comercializa sin etiqueta en su envase, en este análisis se identificó la presencia de amarillo ocaso (E-110).

En cuanto a las bebidas rojas, tanto R1 como R2 mencionan en su etiqueta el colorante rojo allura (E-129), coincidiendo con los resultados del análisis donde solo se identificó

este colorante. En cambio, la bebida R3 no presenta etiqueta en su envase, pero se reveló la presencia de rojo allura (E-129).

*Comparación de pH y acidez con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de bebidas carbonatadas (NTON 03 030-00).*

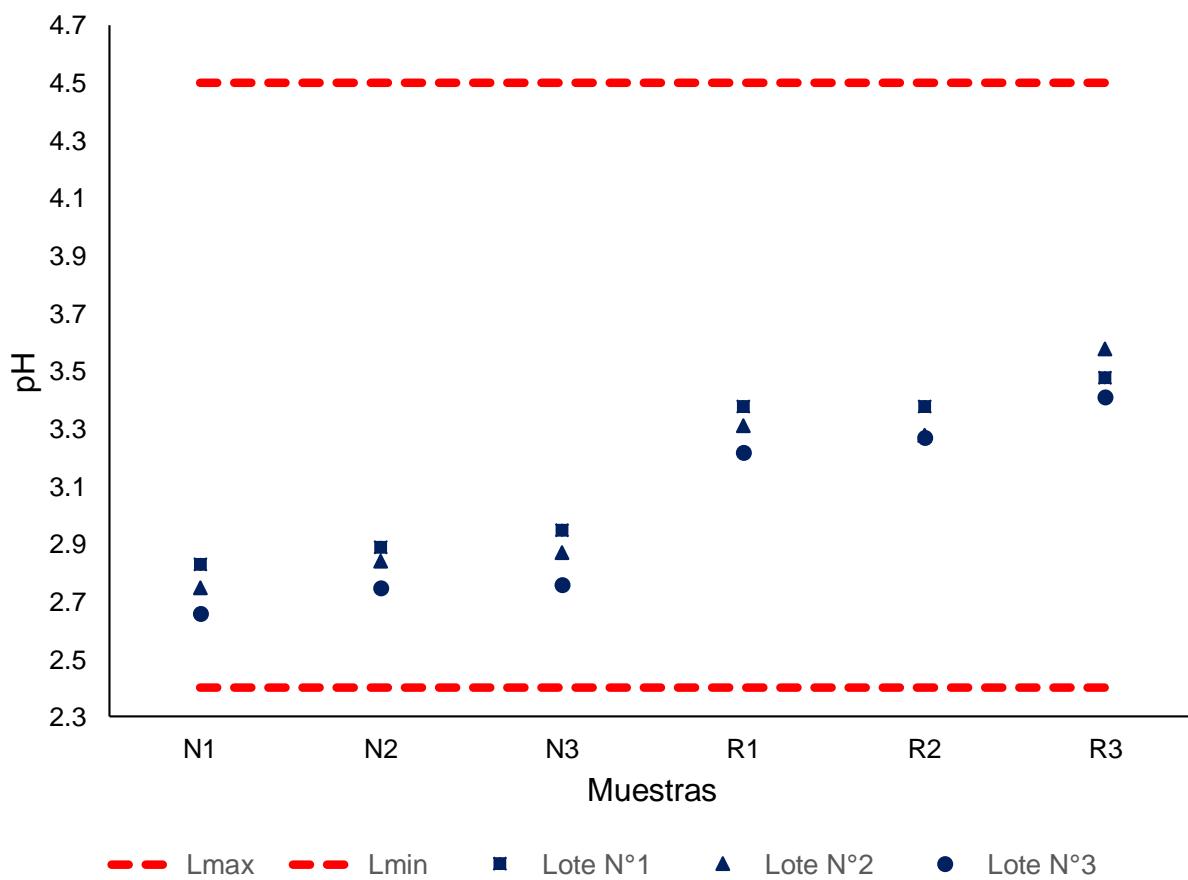


Figura 8

Resultados de pH promedio en las muestras de bebidas carbonatadas con respecto a los valores permitidos en NTON 03 030-00

El valor más ácido en pH (ver Tabla 4) lo presentó la muestra N1 de 2.66 (Lote N°3) y el menos ácido R3 de 3.58 (Lote N°2) encontrándose dentro del intervalo de valores establecidos en la normativa nacional (2.4 a 4.5); la desviación estándar disminuye entre

los valores promedios de pH indicando que hay consistencia y poca variabilidad entre los datos (ver Figura 8).

Los resultados de acidez titulable (ver Tabla 5) se compararon con el rango establecido en la norma NTON 03 030-00 en la Figura 9.

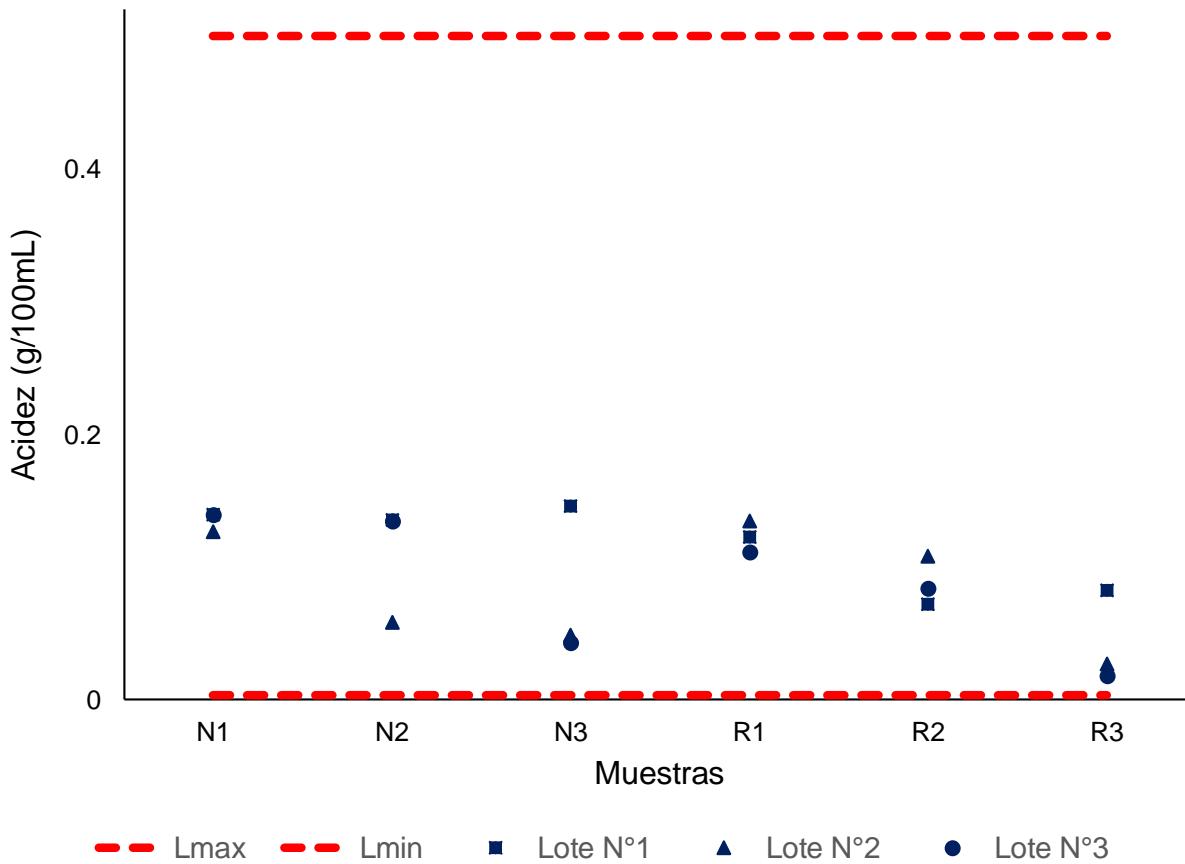


Figura 9

Resultados de acidez promedio ( $g_{AC}/100mL$ ) en las muestras de bebidas carbonatadas con respecto a los valores permitidos permitidos en NTON 03 030-00

Puede observarse que los valores de acidez de las bebidas analizadas no sobrepasan los valores permitidos de 0.003 a 0.5  $g_{AC}/100mL$  por lo que cumplen con la normativa establecida.

## **CONCLUSIÓN**

Se logró determinar el valor de pH por el método potenciométrico a cada una de las bebidas carbonatadas. Los resultados del análisis de acidez titulable en las 18 muestras analizadas de bebidas carbonatadas, demuestran que son aceptables para su consumo. Los valores más ácidos lo demostraron las bebidas N1 y R3.

Se utilizó el método Arata - Possetto para la extracción, identificación y purificación del colorante en las bebidas analizadas siendo este un método un fácil de manejar y muy clásico para trabajar con colorantes.

En el método de Cromatografía de Capa Fina (TLC) se seleccionó una fase móvil de solución de n-propanol e hidróxido de amonio (60+30) y como fase estacionaria se utilizó la cromatoplaca sílica gel, estas dieron un excelente resultado con una mejor resolución y separación de los colorantes con respecto a las otras fases móviles y estacionarias probadas en este estudio para la identificación de colorantes artificiales en las muestras de bebidas carbonatada.

Se logró la separación e identificación de los colorantes artificiales por el método de cromatografía en capa fina (TLC) en las bebidas carbonatadas al evaluar las relaciones frontales obtenidas de los patrones y de las muestras.

En base a los resultados de pH y acidez en las bebidas carbonatadas, se hizo la comparación frente a los valores que establece la norma NTON 03 030-00 los cuales todos están dentro de los límites normados, reafirmando que estas cumplen con estos requisitos químicos.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Complementar la revisión del resto de parámetros, tanto físico, químico y microbiológico normados para bebidas carbonatadas.
- 2) Realizar la cuantificación de colorantes artificiales en las bebidas carbonatadas para hacer revisión con la norma técnica obligatoria nicaragüense.
- 3) Ampliar el estudio de diferentes colorantes artificiales en bebidas no carbonatadas.

## REFERENCIAS

- Barranca, M., Braceras, M., & González, G. (2014-2015). Identificación de colorantes sintéticos en bebidas deportivas. San Luis, Argentina. Obtenido de ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/319289956\\_IDENTIFICACION\\_DE\\_COLORANTES\\_SINTETICOS\\_EN\\_BEBIDAS\\_DEPORTIVAS](https://www.researchgate.net/publication/319289956_IDENTIFICACION_DE_COLORANTES_SINTETICOS_EN_BEBIDAS_DEPORTIVAS)
- Benitez, M. (2020). *Cromatografía en capa Fina y en Columna*. [Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar-Colombia], Repositorio Institucional - Universidad Simón Bolívar. Obtenido de Repositorio Universidad Simon Bolívar - Colombia: <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7984/Gu%C3%ADa%20de%20Cromatograf%C3%A9tica%20en%20capa%20fina%20y%20por%20columna.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonilla, K. (2021). *Degradación del colorante rojo Allura en solución acuosa mediante un proceso avanzado de oxidación*. [Maestría de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia]. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81167>
- Budavari, S., O’Neil, M., Smith, A., Heckelman, P., & Kinneary, J. (1996). *Amarillo Ocaso FCF [Estructura Química]*. The Merck Index. Enciclopedia Química.
- Budavari, S., O’Neil, M., Smith, A., Heckelman, P., & Kinneary, J. (1996). *Rojo Allura [Estructura Química]*. The Merck Index. Enciclopedia Química.
- Budavari, S., O’Neil, M., Smith, A., Heckelman, P., & Kinneary, J. (1996). *Tartrazina [Estructura Química]*. The Merck Index. Enciclopedia Química.
- Calvo, M. (2020). *COLORANTES ARTIFICIALES*. Obtenido de <https://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/colorartif.html>
- Corzo, A. (2019). *Técnicas de Análisis en Química Orgánica - Cromatografía*. Santiago, Chile. Obtenido de Universidad Nacional de Santiago del Estero: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-44-Cromatografia-CORZO.pdf>
- FAO. (2023). *Norma General Para Los Aditivos Alimentarios*. 25 edición. Obtenido de [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS\\_192s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf)
- Farbe Naturals. (2023). *El papel de los indicadores de pH en las bebidas*. Mexico. Obtenido de El papel de los indicadores de pH en las bebidas: <https://farbe.com.mx/papel-los-indicadores-de-ph-en-las-bebidas/>
- Guevara , L., & Leca, G. (2019). *Determinación e identificación de aditivos colorantes azoicos en bebidas refrescantes expendedoras en supermercados de la ciudad de*

*trujillo.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo - Perú]. Obtenido de Repositorios Chile: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1667>

Gutierrez, P. (2013). *Parámetros De Calidad En Bebidas Carbonatadas.* Obtenido de Buenas Tareas: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Par%C3%A1metros-De-Calidad-En-Bebidas-Carbonatadas/7344794.html>

Hernandez, C. (2021). *Alimentos y bebidas que suelen causar acidez estomacal.* Obtenido de Bussines Insider: <https://www.businessinsider.es/alimentos-bebidas-causan-acidez-estomacal-ardor-estomago-836989>

Huerta, D., & Suárez, M. (2017). Detección y cuantificación del Colorante E-123 Amaranto. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María - Perú]. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/6060>

Instituto De Investigación Agua Y Salud. (2024). Guía de Hidratación. Obtenido de <http://institutoaguaysalud.es/wp-content/uploads/2018/06/Gui%CC%81a-de-Hidratacio%CC%81n-final-RD.pdf>

Inter Press Servise. (2008). *Alimentación en Nicaragua: Gaseosas si, leche no.* Obtenido de Ipsnoticias: <https://ipsnoticias.net/2008/07/alimentacion-nicaragua-gaseosas-si-leche-no/>

Islas Hernández, K. B., Gutiérrez Garnica, A., Soto Carrasquel, A., & Aguillón Garía, K. I. (2016). Bebidas Carbonatadas. *Boletín Científico de Ciencias Básicas y Ingenierías*, 2(4). <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i4.545>

LabProcess. (2021). *Guía del proceso de calibración de pHmetro.* Recuperado el 2024 de Enero de 25, de <https://www.labprocess.es/guia-del-proceso-de-calibracion-de-phmetro>

Merck. (s.f.). *Cromatografía en capa fina (TCL).* Obtenido de <https://www.sigmaaldrich.com/NI/es/applications/analytical-chemistry/thin-layer-chromatography#TLC-Retention-Factor>

Mettler Toledo. (2021). *Preparación de soluciones tampón: soluciones, cálculo y resolución de problemas frecuentes.* Obtenido de [https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Laboratory\\_weighing/buffer-preparation.html](https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Laboratory_weighing/buffer-preparation.html)

Mettler Toledo. (2022). *El efecto de la acidez en los alimentos.* Obtenido de <https://www.mt.com/es/es/home/applications/laboratory/food-and-beverages/acidity-measurement.html#overviewaf>

Mettler Toledo. (2022). *Medición del pH de los refrescos.* Obtenido de <https://www.mt.com/es/es/home/library/applications/lab-analytical-instruments/measurement-pH-of-soft-drinks.html>

Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (2000). *Norma Técnica de Bebidas carbonatadas.* (NTON 03 030 - 00). Obtenido de <https://www.mifc.gob.ni/Inicio/Comercio/Comercio-Interior/SNC/snn/enn/CatNor/Alimentos>

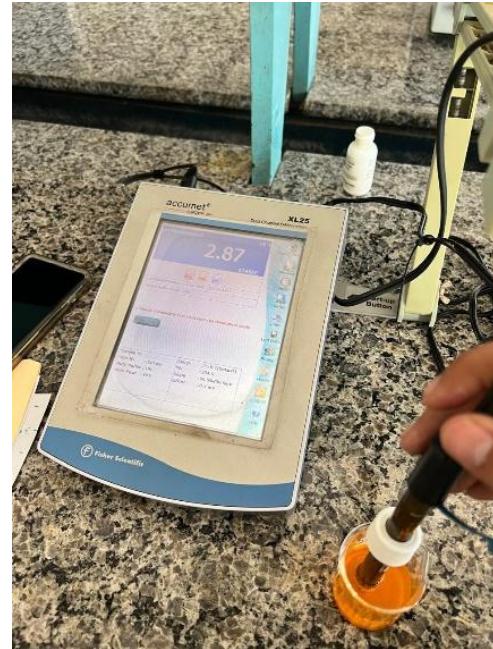
- Mintel. (2023). *Global Carbonated Soft Drinks - Market Overview*. Obtenido de <https://www.mintel.com/global-carbonated-soft-drinks-market-overview>
- Olarte, F. (2024). *Ecovidásolar*. Obtenido de <https://www.ecovidásolar.es/blog/ph-en-el-cuerpo-y-ph-en-el-agua/>
- Ortega, O. (2008). *Una de chibolas, gaseosas y colas. Los hijos de septiembre, Nicaragua*. Obtenido de <https://ortegareyes.wordpress.com/tag/gaseosa/>
- Pérez López, E., Amores Monje, V., & Loria Leon, A. (2023). *Evaluación de parámetros de calidad en bebidas*. Obtenido de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/89371/ART%C3%8DCULO%20Brix%20y%20pH%20en%20bebidas%20RSCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, J., Muñoz Hernandez, O., Peralta, R., Aguilar, C., & Willett, W. (2016). *Recomendaciones para el consumo de bebidas para una vida saludable*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud Pública: [https://www.insp.mx/resources/images/stories/INSP/Docs/Transparencia/Consumo\\_de\\_bebidas1.pdf](https://www.insp.mx/resources/images/stories/INSP/Docs/Transparencia/Consumo_de_bebidas1.pdf)
- Rodríguez Espinoza, R., Rivero Méndez, J. F., & Mendoza Bobadilla, J. L. (2021). Evaluación de colorantes sintéticos en bebidas comercializadas en la ciudad de Trujillo en el periodo 2018 - 2019. *Alpha Centauri*, 2(3), 124-139. <https://doi.org/https://doi.org/10.47422/ac.v2i3.46>
- Roger, B., & Vijh, A. (2017). Determinación del pH: teoría y práctica. *Revista de la Sociedad Electroquímica*, 120-263. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1.2403829/pdf>
- Sánchez Juan, R. (2013). *LA QUÍMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- The Food Tech. (2022). Obtenido de Descubre los colorantes más utilizados en la industria alimentaria y su aplicación en diferentes productos: <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/descubre-los-colorantes-mas-utilizados-en-la-industria-alimentaria-y-su-aplicacion-en-diferentes-productos/>
- Torrez, J., Guerra, M., Mosquera, L., & Tapia, B. (2021). *Preparación de soluciones amortiguadoras (Buffer)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/505298876/laboratorio-7-buffer>
- Tovar, Z., & Olenka, X. (2019). *Comparación in vitro del pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar*. Obtenido de Repositorio Académico Perú: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624894/Tovar\\_zo.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624894/Tovar_zo.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Vallejos, Y., Barrios, L., & Anaya, J. (2021). *Cromatografía de Capa Fina*. Obtenido de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/23788>

Vargas Martinez, E., Trejo Morales, K., Pérez Atilano, Y., López Soto, D., & Huerta Pioquinto, A. (2021). Variabilidad del pH en bebidas frecuentemente consumidas, ¿Por qué debemos evitar su consumo en el cuidado de nuestra salud? 4. Obtenido de Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1,: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/article/view/7289>

## ANEXOS



*Recolección de muestras*

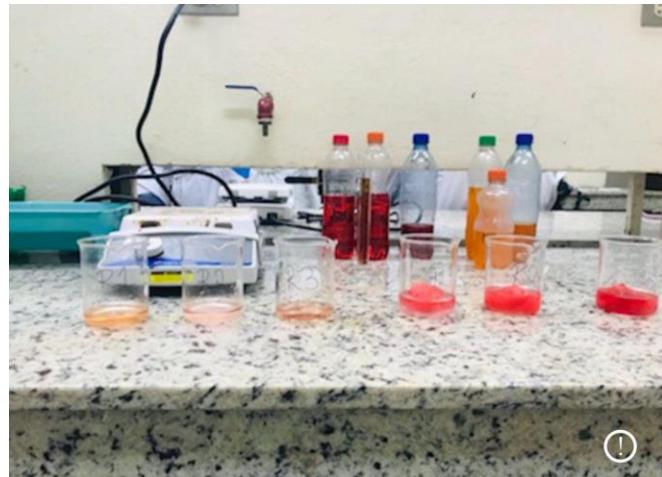


*Medición de pH*



*Acidez Titulable*





*Extracción de colorantes  
por Arata – Possetto.*