

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



ISSN: 2709-4502

Alpha Centauri

Vol. 02 Nro. 03 | 2021



Evaluación de colorantes sintéticos en bebidas comercializadas en la ciudad de Trujillo en el periodo 2018 - 2019



Evaluation of synthetic dyes in beverages marketed in the city of Trujillo during the period 2018 - 2019



Avaliação de corantes sintéticos em bebidas comercializadas na cidade de Trujillo no período 2018 - 2019

<https://doi.org/10.47422/ac.v2i3.46>

Evaluación de colorantes sintéticos en bebidas comercializadas en la ciudad de Trujillo en el periodo 2018 - 2019

Evaluation of synthetic dyes in beverages marketed in the city of Trujillo during the period 2018 - 2019

Avaliação de corantes sintéticos em bebidas comercializadas na cidade de Trujillo no período 2018 - 2019

 RODRIGUEZ ESPINOZA, Ronald Fernando
Universidad Autónoma del Perú

 RIVERO MÉNDEZ, José Felix
Universidad Nacional de Trujillo

 MENDOZA BOBADILLA, Jorge Luis
Universidad Nacional de Trujillo

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivos la identificación y cuantificación de colorantes sintéticos en bebidas expendidas en la ciudad de Trujillo. Se analizaron 9 bebidas carbonatadas y 3 refrescos instantáneos, y se usaron como patrones los colorantes Tartrazina, Amarillo Ocaso FCF, Rojo Allura y Azul Brillante FCF de uso comercial. Se usó la técnica analítica de Arata-Possetto para purificar los colorantes y para su extracción de las bebidas. La identificación se realizó mediante cromatografía en capa fina (TLC) y espectrofotometría visible, utilizando también esta última para la cuantificación de los colorantes en las bebidas. Se obtuvieron las longitudes de onda de máxima absorbancia para los colorantes patrón Tartrazina (427 nm), Amarillo Ocaso (481 nm), Rojo Allura (504 nm) y Azul Brillante (630 nm), logrando identificar la presencia de estos colorantes en las bebidas, lo cual guardó relación con lo identificado en la cromatografía. Se concluye que se puede utilizar la técnica de Arata-Possetto, la cromatografía en capa fina y la espectrofotometría visible para identificar y cuantificar colorantes presentes en las bebidas de manera confiable y que las concentraciones de colorantes sintéticos en las bebidas están dentro de los límites establecidos por la normativa.

Palabras clave: colorantes alimenticios, cromatografía, espectrofotometría.

ABSTRACT

The objectives of the study were the identification and quantification of synthetic dyes in beverages sold in the city of Trujillo. Nine carbonated beverages and three instant soft drinks were analyzed, and the commercially used dyes Tartrazine, FCF Occaso Yellow, Allura Red and FCF Brilliant Blue were used as standards. The Arata-Possetto analytical technique was used to purify the colorants and for their extraction from the beverages. Identification was performed by thin layer chromatography (TLC) and visible spectrophotometry, also using the latter for quantification of the colorants in the beverages. The wavelengths of maximum absorbance were obtained for the standard colorants Tartrazine (427 nm), Sunset Yellow (481 nm), Allura Red (504 nm) and Brilliant Blue (630 nm), identifying the presence of these colorants in the beverages, which was related to what was identified in the chromatography. It is concluded that the Arata-Possetto technique, thin layer chromatography and visible spectrophotometry can be used to identify and quantify colorants present in the beverages in a reliable manner and that the concentrations of synthetic colorants in the beverages are within the limits established by the regulations.

Keywords: food coloring, chromatography, spectrophotometry.

RESUMO

Os objetivos do estudo foram a identificação e quantificação de corantes sintéticos em bebidas vendidas na cidade de Trujillo. Foram analisadas nove bebidas carbonatadas e três refrigerantes instantâneos, e os corantes comercialmente disponíveis Tartrazina, FCF Occaso Yellow, Allura Red e FCF Brilliant Blue foram utilizados como padrões. A técnica analítica Arata-Possetto foi utilizada para purificar os corantes e para a sua extração das bebidas. A identificação foi realizada por cromatografia em camada fina (TLC) e espectrofotometria visível, sendo esta última também utilizada para a quantificação dos corantes nas bebidas. Os comprimentos de onda de absorção máxima foram obtidos para os corantes padrão Tartrazina (427 nm), Amarelo Pôr-do-sol (481 nm), Vermelho Allura (504 nm) e Azul Brilhante (630 nm), identificando a presença destes corantes nas bebidas, o que estava relacionado com o que foi identificado na cromatografia. Conclui-se que a técnica Arata-Possetto, a cromatografia em camada fina e a espectrofotometria visível podem ser utilizadas para identificar e quantificar de forma fiável os corantes presentes nas bebidas e que as concentrações de corantes sintéticos nas bebidas estão dentro dos limites estabelecidos pelos regulamentos.

Palavras-chave: corantes alimentares, cromatografia, espectrofotometria.



INTRODUCCIÓN

Desde un principio, la vida del hombre ha sido una constante lucha por la supervivencia; y un aspecto primordial lo ha constituido su alimentación. Es así que su mayor preocupación siempre ha sido tener los alimentos suficientes para alimentarse. Por lo que parte de esta preocupación ha sido por conservar el exceso de alimentos producidos, para poder aprovecharlos en épocas de escasez. Es en este contexto surgen los aditivos alimentarios, cuyo papel en la industria moderna es de gran peso, utilizándose en la mejora de las propiedades nutritivas, organolépticas y del tiempo de vida útil del alimento procesado (Aguilar et al., 2021). Es así, que los aditivos alimentarios son sustancias que están prácticamente en todos los alimentos y bebidas que ingerimos, y son añadidas a determinados alimentos, por lo que su uso está estrictamente regulado y por esta razón se deben declarar de manera obligatoria en las etiquetas en los empaques de los alimentos (Alarcón y Araujo, 2021).

Los aditivos alimenticios pueden ser naturales o artificiales, sin embargo, en la actualidad, la propensión al consumo de productos naturales es cada vez mayor y la utilización de ellos se considera una condición de la calidad del producto (Carmona, 2013). En este sentido, la tendencia en el consumo se ha inclinado hacia el consumo de alimentos que utilizan aditivos naturales; pero, el hecho de que un aditivo alimentario sea de origen natural o sintético no garantiza su seguridad. Entre los diferentes aditivos

alimentarios encontramos en el mercado, tenemos: colorantes, acidulantes, antioxidantes, emulsificantes, espesantes, endulzantes, etc. Sin embargo, el presente trabajo de investigación está orientado en el estudio de los colorantes alimentarios de naturaleza sintética.

En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS), en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se encarga de evaluar los riesgos para la salud humana de los aditivos alimentarios, a través de su órgano responsable que es el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), un grupo internacional e independiente de expertos científicos, que se encarga de verificar la inocuidad de los aditivos alimentarios naturales y sintéticos y da el visto bueno para la utilización de aquellos que no presentan riesgos sanitarios apreciables para los consumidores (Organización Mundial de la Salud, 2018).

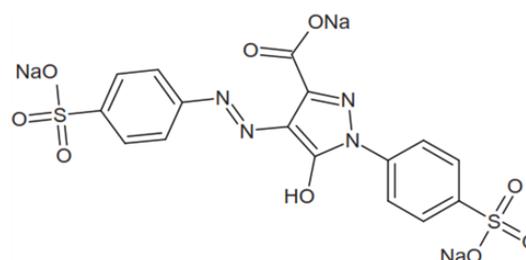
El término latino Codex Alimentarius, significa ley o código de alimentos. Se trata de un conjunto de estándares adoptados a nivel internacional presentados en una unidad coherente que contiene códigos de prácticas, guías y medidas aconsejables, previsiones y recomendaciones, relacionadas con alimentos, producción de alimentos y seguridad alimentaria (Arendt, 2018).

La coloración es una acción primordial y muchas veces decisiva al momento de escoger un alimento por el consumidor, y se utiliza en la industria alimentaria para hacer que los alimentos sean atractivos para los consumidores y para añadir variedad (Feketea y Tsabouri, 2017). La Real



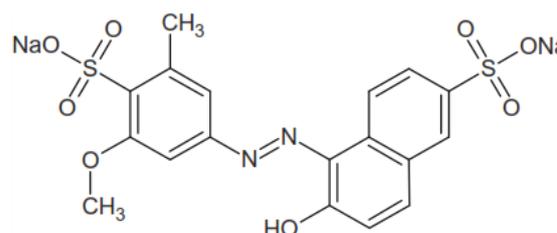
Academia Española (2021), establece que el color es la percepción que producen los rayos de luz que impresionan el órgano de la vista y que depende de su longitud de onda. También, define como colorante a la sustancia que se agrega a los alimentos y sirve para otorgarle color. Al respecto, Aceituno (2010), menciona que un colorante es aquella sustancia que confiere o intensifica el color en un alimento. Igualmente, afirma que el color es la manifestación visual de un alimento, debido a que, con sólo mirarlo se adquiere la idea acerca de la calidad del alimento y si se puede consumir o no. En Europa los colorantes alimenticios son ampliamente usados de acuerdo a la Directiva del Consejo del Parlamento Europeo N° 94/36/CE relativo a los colorantes empleados en los alimentos (Kucharska y Grabka, 2010). Por lo que los cuatro colorantes seleccionados en este estudio: Tartrazina (E102), Amarillo Ocaso (E110), Rojo Allura (E129) y Azul Brillante (E133) son permitidos en su uso en alimentos en la Unión Europea, así como en nuestro país.

El colorante Tartrazina (E102) (Figura 1), es uno de los colorantes sintéticos más usados en la industria de alimentos, le proporciona a los alimentos y bebidas un tono amarillo, tendiendo a anaranjado, dependiendo de la cantidad añadida, pertenece al grupo de los colorantes azoicos. Su Ingesta Diaria Admisible tiene un valor de 7,5 mg/kg de peso corporal (Comisión del Codex Alimentarius, 2011).

Figura 1*Tartrazina (E102)*

Nota: Tartrazina (E102) (Yamjala et al; 2016)

El colorante Rojo Allura (E129) (Figura 2), también se conoce como Rojo alimentario 7 o FD&C Rojo N° 40, pertenece al grupo de los colorantes azoicos. Es una sal disódica que se presenta en forma de un polvo color rojo oscuro. Es soluble en agua e insoluble en alcohol (Dey et al., 2019). Su Ingesta Diaria Admisible es 7 mg/kg de peso corporal (Comisión del Codex Alimentarius, 2011).

Figura 2*Rojo Allura (E129)*

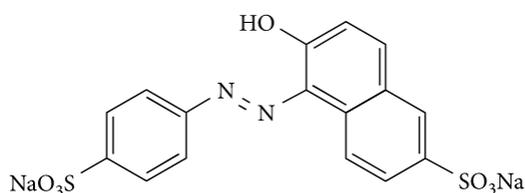
Nota: Rojo Allura (E129) (Yamjala et al; 2016)

El colorante Amarillo Crepúsculo (E110) (Figura 3), es uno de los famosos colorantes alimentarios sintéticos también conocido como Amarillo Ocaso, FD&C Amarillo N° 6 o Sunset Yellow, que pertenece al grupo de los colorantes

azoicos. Es un derivado del petróleo, se presenta como un polvo soluble en agua de color rojo anaranjado que se ha utilizado ampliamente en las industrias alimentarias con fines estéticos (Rovina et al., 2017 y Güray, 2018). Tiene una Ingesta Diaria Admisible tiene un valor de 2,5 mg/kg de peso corporal (Comisión del Codex Alimentarius, 2011).

Figura 3

Amarillo ocaso (E110)



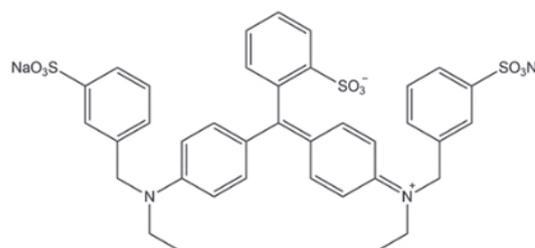
Nota: Amarillo ocaso (E110) (Alp et al; 2018)

El colorante Azul Brillante (E133), también se le conoce como FD&C Blue 1, Azul 2 y CI Food Blue 2. Se trata de una sal disódica muy soluble en agua, con peso molecular de 792,85 g/mol y tiene una absorbancia máxima a 630 nm (Maldonado et al., 2016 y Denish et al., 2021). Tiene una Ingesta Diaria Admisible: máximo 12,5

mg/kg de peso corporal (Comisión del Codex Alimentarius, 2011).

Figura 4

Azul Brillante (E133)



Nota: Azul Brillante (E133) (Floriano et al; 2017)

METODOLOGÍA

Estuvo constituido por los colorantes sintéticos encontrados en bebidas comercializadas en la ciudad de Trujillo durante el periodo 2018 – 2019. Se consideraron los colorantes que son más utilizados en la elaboración de bebidas, como son: Tartrazina (E102), Amarillo Ocaso FCF (E110), Rojo Allura (E129) y Azul Brillante FCF (E133). En cuanto a las bebidas analizadas, se consideraron bebidas no alcohólicas como bebidas gaseosas, bebidas rehidratantes y refrescos instantáneos en polvo de mayor consumo, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Colorantes presentes en bebidas expendidas en la ciudad de Trujillo.

Bebidas	Color	Colorante identificado en la etiqueta
Powerade	Azul	E-133
Guaraná	Naranja	E-110, E-129, E-133
Crush	Naranja	E-110, E-129
KR - Piña	Amarillo	E-102 y E 110
Oro	Amarillo	E-102

Fanta	Naranja	E-110, E-129
Inca Kola	Amarillo	E-102
KR - Fresa	Rojo	E-129
Concordia	Rojo	E-129
Zuco - Maracuyá	Amarillo	E-102, E-110, E-150
Zuco - Fresa	Rojo	E-102, E-129, E-132
Zuco - Mango	Amarillo	E-102, E-110, E-129, E-150

Para evaluar la presencia de los colorantes alimenticios Tartrazina E102, Amarillo Ocaso E110, Rojo Allura E129 y Azul brillante E133, primero se realizó la identificación de los mismos en algunas bebidas comercializadas en la ciudad, y una vez identificados la presencia de estos colorantes, se procedió a su cuantificación.

Preparación de las muestras

Los colorantes utilizados como estándar de comparación, se obtuvieron a partir de los colorantes comerciales previamente purificados utilizando el método de Arata-Possetto. Se utilizaron los siguientes colorantes: Tartrazina, Amarillo Ocaso FCF, Rojo Allura y Azul brillante FCF.

Las muestras de las bebidas carbonatadas, se sometieron a un calentamiento moderado a baño maría para eliminar las sustancias presentes que puedan interferir en los análisis llevados a cabo. Posteriormente, las muestras se filtraron para separar sustancias que quedaron en suspensión o que se hayan precipitado. Así mismo, en el caso de las bebidas que estaban ligeramente coloreadas, se

concentró la cantidad de colorante mediante un calentamiento en baño maría.

Identificación de colorantes sintéticos

La identificación de colorantes de tipo sintético se hará utilizando las siguientes técnicas analíticas:

- La técnica analítica de Arata-Possetto, el cual se basa según Alva y Vigo (2014) en la fijación del colorante sintético a la fibra de lana animal en medio ácido y separando luego el colorante de la lana en medio básico.
- Cromatografía en capa fina, teniendo en cuenta que, si dos muestras corren igual en la placa, se trata de muestras idénticas. En la investigación se utilizó placas cromatográficas comerciales de aluminio – sílica gel, y como fase móvil, se utilizó por separado y en forma de mezcla, un solvente polar como el etanol, un solvente medianamente polar como el isopropanol, y un solvente no polar como el ciclohexano
- Espectrofotometría visible, efectuando un barrido con el espectrofotómetro en el rango visible, desde 350 nm hasta 750 nm, a las soluciones preparadas con los colorantes patrón: a determinados rangos de



concentración. Después de desgasificar las muestras de las bebidas, estas se sometieron al análisis en el espectrofotómetro, determinando su longitud de máxima absorbancia. Después se compararon las longitudes de onda de máxima absorbancia de las bebidas con los valores correspondientes a los colorantes patrón, para de esta manera identificar los colorantes presentes.

Cuantificación de colorantes sintéticos

La cuantificación se realizó con un espectrofotómetro UV-Visible de la marca Macherey-Nagel y se encontró la longitud de onda de máxima absorbancia para los colorantes estudiados, con la cual se construye la recta de calibración para encontrar las concentraciones de los diferentes colorantes en las bebidas analizadas. Posteriormente, para cada uno de los colorantes, se midió su absorbancia para distintas soluciones, para poder establecer las ecuaciones de las rectas de calibrado, basadas en la ley de Beer-Lambert.

RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados de la identificación de colorantes sintéticos por el método analítico de Arata-Possetto para para los colorantes patrón.

Tabla 2

Resultados de la técnica analítica de Arata-Possetto para la identificación de colorantes sintéticos en los colorantes patrón.

Colorantes	Resultado
Tartrazina (E102)	Positivo
Amarillo Ocaso FCF (E110)	Positivo
Rojo Allura (E129)	Positivo
Azul brillante FCF (E133)	Positivo

En la tabla 3 se muestran los resultados del método analítico de Arata-Possetto para identificar colorantes sintéticos en las bebidas gaseosas y refrescos en polvo coloreados expandidas en la ciudad de Trujillo.

Tabla 3

Resultados de la técnica analítica de Arata-Possetto para identificar colorantes sintéticos en bebidas.

Muestra	Bebidas	Resultado
1	Powerade	Positivo
2	Guaraná	Positivo
3	Crush	Positivo
4	KR - Piña	Positivo
5	Oro	Positivo
6	Fanta	Positivo
7	Inca Kola	Positivo
8	KR - Fresa	Positivo
9	Concordia	Positivo
10	Zuco - Maracuyá	Positivo
11	Zuco - Fresa	Positivo
12	Zuco - Mango	Positivo



En la tabla 4 se muestra los promedios de los factores de retención, R_f , obtenidos utilizando el método de cromatografía en capa fina, de los colorantes patrón.

En la tabla 5 se muestran los promedios de los resultados los factores de retención utilizados para identificación de los colorantes sintéticos presentes en bebidas coloreadas carbonatadas, obtenidos mediante cromatografía en capa fina.

En la tabla 6 se muestran las longitudes de onda de los colorantes patrón que presentan una máxima absorbancia.

Tabla 4

Determinación de los Factores de retención (R_f) de los colorantes patrón obtenidos por cromatografía en capa fina.

Colorantes	Factores de retención (R_f)
Tartrazina (E 102)	0.27
Amarillo Ocaso FCF (E 110)	0.61
Rojo Allura (E 129)	0.79
Azul brillante FCF (E 133)	0.65

Tabla 5

Determinación de los Factores de retención (R_f) mediante cromatografía en capa fina de los colorantes que se encuentran en bebidas expandidas en la ciudad de Trujillo.

Muestra	Bebidas	Color	Colorantes en Etiqueta	Valores de R_f				
				Etanol	Isopropanol	ciclohexano	Relación Isopropanol/ Ciclohexano (70%)	Relación Isopropanol/ Ciclohexano (80%)
1	Powerade	Azul	E 133	ND	ND	0.1	0.51, 0.42	0.66, 0.47
2	Guaraná	Naranja	E 110, E 129, E 133	ND	ND	0.4	0.45, 0.76	0.82, 0.57, 0.54
3	Crush	Naranja	E 110, E 129	ND	ND	0.52	0.68	0.82
4	KR - Piña	Amarillo	E 102 y E 110	ND	ND	0.22	0.31	0.30
5	Oro	Amarillo	E 102	ND	ND	0.24	0.32	0.29
6	Fanta	Naranja	E 110 y E 129	ND	0.87	0.38	0.76	0.79
7	Inca Kola	Amarillo	E 102	ND	0.55	0.28	0.26	0.29
8	KR - Fresa	Rojo	E 129	0.93	0.85	0.48	0.73	0.75
9	Concordia	Rojo	E 129	0.91	0.82	0.45	0.76	0.77
10	Zuco – Maracuyá	Amarillo	E 102, E 110 y E 150	ND	0.75	0.46	0.48	0.54
11	Zuco – Fresa	Rojo	E 102, E 129, E 132	ND	0.81	0.38	0.62	0.68



12	Zuco – Mango	Amarillo	E 102, E 110, E 129, E 150	ND	0.84	0.42	0.66	0.63
----	-----------------	----------	----------------------------------	----	------	------	------	------

Tabla 6

Longitudes de onda de mayor absorbancia de los colorantes patrón obtenidos por espectrofotometría visible.

Colorantes	Longitud de onda de máxima absorción $\lambda_{m\acute{a}x}$ (nm)
Tartrazina (E102)	427
Amarillo Ocaso FCF (E 110)	481
Rojo Allura (E 129)	504
Azul brillante FCF (E 133)	630

Posteriormente se evaluaron y compararon los espectros de las muestras de gaseosas carbonatadas y de los refrescos en polvo,

comparándolas con los espectros de los patrones puros para su identificación, los resultados se muestran en la tabla 7.

En la tabla 8, se presentan las ecuaciones de las rectas de calibrado (absorbancia versus concentración) para los colorantes patrón.

En la figura 5 se detallan las concentraciones en partes por millón evaluadas por el método de espectrofotometría UV-Visible de los colorantes que se hayan en las bebidas expandidas en la ciudad de Trujillo.

Tabla 7

Longitudes de onda de máxima absorbancia de los colorantes presentes en las bebidas carbonatadas y refrescos en polvo comercializados en la ciudad de Trujillo.

Muestra	Bebidas	Color	Colorantes en etiqueta	Longitud de onda de los colorantes patrón (nm)	Longitud de onda identificada experimentalmente (nm)
1	Powerade	Azul	E 133	630	630
2	Guaraná	Naranja	E 110, E 129, E 133	481, 504 y 630	481 y 502
3	Crush	Naranja	E 110, E 129	481 y 504	481 y 502
4	KR - Piña	Amarillo	E 102, E 110	427 y 481	427
5	Oro	Amarillo	E 102	427	428
6	Fanta	Naranja	E 110 y E 129	481 y 504	478 y 504
7	Inca Kola	Amarillo	E 102	427	428
8	KR - Fresa	Rojo	E 129	504	505
9	Concordia	Rojo	E 129	504	505
10	Zuco – Maracuyá	Amarillo	E 102, E 110 y E 150*	427 y 481	428 y 480



11	Zuco – Fresa	Rojo	E 102, E 129, E 132*	427 y 504	428 y 502
12	Zuco – Mango	Amarillo	E 102, E 110, E 129, E 150*	427, 481 y 504	428, 481 y 502

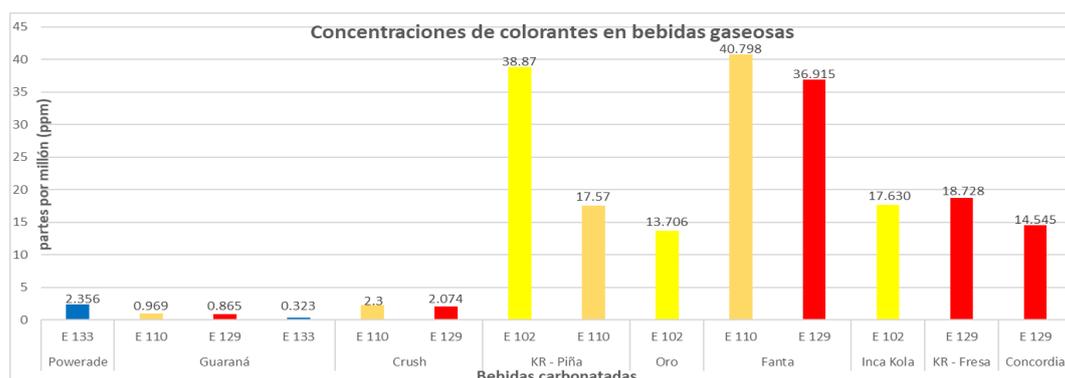
Tabla 8

Ecuaciones de las rectas de calibrado de los colorantes patrón obtenidos al representar absorbancia versus concentración.

Colorantes	$\lambda_{m\acute{a}x}$ (nm)	Ecuación de la recta de calibrado	Coefficiente de determinación R ²	Rango de concentración (ppm)
Tartrazina (E102)	427	$y = 0.0433 \cdot x + 0.0712$	0.9934	1 – 20
Amarillo Ocaso FCF (E110)	481	$y = 0.0646 \cdot x + 0.0248$	0.9991	2.5 – 20
Rojo Allura (E129)	504	$y = 0.0641 \cdot x + 0.0271$	0.999	1 - 20
Azul brillante FCF (E133)	630	$y = 0.0215 \cdot x - 0.0029$	0.9989	2 - 10

Figura 5

Concentraciones de los colorantes artificiales presentes en las bebidas expandidas en la ciudad de Trujillo.



DISCUSIÓN

El coloreado de las fibras se fundamenta en la naturaleza ácida o básica de los colorantes, es decir, teniendo en cuenta que si el colorante es ácido se fijará en la lana de oveja desgrasada en un medio ácido, y si es básico se fijará a la lana si el medio es alcalino (Molina, 2011). Se puede observar que los cuatro colorantes analizados dieron positivo al método de Arata-Posetto, es decir tiñeron las fibras

de lana, por lo que se deduce claramente que se trata de colorantes de naturaleza sintética, tal como lo establecen Komissarchik y Nyanikova (2014) y Velázquez et al. (2019).

Se observa que la totalidad de las muestras de bebidas dieron positivo al método, teniendo en cuenta que, a pesar de ser un método clásico, esta técnica con algunas modificaciones. En este sentido, se puede extraer los colorantes alimentarios sintéticos de los productos

alimenticios como las bebidas, mediante el uso de adsorbentes como las fibras de lana (Herrero et al., 2017, Rajapaksha et al., 2015 y Hosseini et al., 2013).

Con respecto a la cromatografía de los colorantes patrón, los mejores resultados se dieron con la combinación isopropanol con ciclohexano al 80 %. Se puede observar que los valores altos de R_f de los colorantes Amarillo ocaso, Rojo Allura y Azul brillante, están relacionados con la afinidad de estos colorantes con los solventes utilizados.

En la identificación de los colorantes sintéticos en las bebidas, se debe tener en cuenta lo afirmado por Cheung y Mehta (2015), que la determinación del disolvente apropiado o la mezcla de disolventes se realiza mediante ensayo y error. Por lo que encontrar un sistema de solventes adecuados suele ser para parte más difícil del método de la cromatografía en capa fina, es así que en algunos casos el disolvente consta de un solo componente, pero es muy común trabajar con mezclas, además, la mayoría de los solventes utilizados en esta técnica contienen un solvente polar y un solvente menos polar (Cai, 2014).

Los resultados de las longitudes de onda de mayor absorción de los colorantes patrón, son concordantes con los obtenidos por Rodríguez et al. (2013), quienes evaluaron cuatro colorantes comerciales, obteniendo los picos de absorbancia máxima a 482 nm para amarillo ocaso, 630 nm para azul brillante, 502 nm para rojo allura y 426 nm para tartrazina, difiriendo en 1 nm para los colorantes Amarillo Ocaso, y Tartrazina y en 2 nm para el Rojo Allura. Estos valores de longitudes de onda, además se encuentran entre los intervalos

para los colores en una solución, dados por DeMan et al. (2018), quien establece intervalos para los colores amarillo, rojo y azul como 400-450 nm, 500-550 y 600-650 nm respectivamente; el único que estaría fuera del rango de amarillo es el colorante amarillo ocaso, que estaría en el rango del color naranja (450-500 nm).

Se observa que las longitudes de onda de mayor absorbancia obtenidas a partir de los espectros de absorción encontrados experimentalmente de las muestras 1, 4, 5, 7, 8 y 9, que contienen un solo colorante de acuerdo con su etiquetado, corresponden a las respectivas longitudes de onda de mayor absorción de los colorantes patrón indicados en las etiquetas, logrando identificarlos. En la muestra 2, de los tres colorantes presentes: Amarillo Ocaso, Rojo Allura y Azul Brillante, se logró identificar mediante su espectro de absorción, los colorantes Amarillo Ocaso y Rojo Allura; la absorción del colorante Azul Brillante no aparece en el espectro de la gaseosa (630 nm), indicando que la presencia del colorante Azul brillante es mínima concordando con el color percibido a simple vista (color naranja). En las muestras 3 y 6 (gaseosa Crush y Fanta), se encontraron los dos colorantes indicados en sus etiquetas; además, los espectros de las muestras 3 y 6 (gaseosas Crush y Fanta) muestran un espectro de banda ancha cuya longitud de absorción máxima se extiende desde 478 a 504 nm, correspondiendo a la superposición de las bandas de absorción de los colorantes que se encuentran en las muestras de gaseosas (Amarillo Ocaso y Rojo Allura), cuyas longitudes de onda de máxima absorbancia son 481 y 504 nm respectivamente. En

las muestras 10 y 11, se encontraron dos de los tres colorantes indicados en sus etiquetas, los colorantes que aparecen en las etiquetas pero que no formaron parte del estudio corresponden a la Indigotina (E132) y al Color Caramelo (E150). En la muestra 12, se encontraron tres de los cuatro colorantes indicados en la etiqueta, el cuarto colorante que no forma parte del estudio es el Color Caramelo (E150).

Se evaluó su linealidad de las absorbancias en los rangos de concentración tomados en los picos de máxima absorción, y los cuatro colorantes muestran una respuesta lineal en el rango estudiado, siendo los coeficientes de linealidad mayores a 0.99. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Rodríguez et al. (2013), quienes evaluaron la linealidad mediante rectas de calibrado para estos cuatro colorantes comerciales. Según Roy et al. (2019), cuanto mayor es el valor de R^2 , es decir, valores cercanos a 1 implica que mejor se ajusta el modelo a los datos.

En las bebidas gaseosas analizadas, se observa que las concentraciones de las bebidas analizadas también cumplen las especificaciones dadas por la Comisión del Codex Alimentarius (2011), que establece las concentraciones máximas para los colorantes Tartrazina, Amarillo Ocaso FCF, Rojo Allura y Azul Brillante FCF como 100, 100, 300 y 300 mg/kg de producto respectivamente.

CONCLUSIONES

El método de arata-Possetto, a pesar de ser un método clásico, se sigue empleando en la extracción, purificación e identificación de colorantes de naturaleza sintética. En el presente estudio se utilizó para purificar los colorantes patrón y extraer los colorantes que se encuentran en las bebidas gaseosas; determinando de que los colorantes presentes en las bebidas gaseosas y refrescos en polvo comercializados en la ciudad de Trujillo son colorantes sintéticos, debido a la atracción de las moléculas de colorantes sintéticos por la fibra de lana animal.

Se identificaron por cromatografía en capa fina los colorantes sintéticos: Tartrazina (E 102), Amarillo Ocaso FCF (E110), Rojo Allura (E129) y Azul Brillante FCF (E133), presentes en las bebidas y refrescos comercializados en la ciudad de Trujillo. El método funcionó muy bien cuando se trataba de bebidas con un solo colorante, pero presentó dificultades cuando se trató de bebidas con dos o más colorantes.

El método espectrofotométrico puede ser utilizado para identificar colorantes sintéticos en bebidas y refrescos por comparación de su longitud de onda de máxima absorción del colorante presente en las bebidas y su colorante patrón respectivo. El método no presentó dificultades cuando se analizó bebidas que contenían un solo tipo de colorante. En el caso de que haya presencia de dos o más colorantes, se debe tener en cuenta que sus longitudes de onda de máxima absorción no deben ser cercanas, para evitar una superposición de las bandas de absorción de los

colorantes presentes; como es el caso de la Tartrazina (E 102) y el Amarillo Ocaso FCF (E110).

El análisis espectrofotométrico demostró ser un método muy útil y práctico cuando se trata de cuantificar las cantidades de colorantes que se encuentran en las bebidas. La principal dificultad fue debida a la baja concentración de algunos colorantes presentes en las gaseosas debido a la baja absorbancia. En el caso de las mediciones de absorbancias que estuvieron por encima de la linealidad, se tuvo que realizar diluciones y hacer una corrección con un factor.

Las concentraciones de los colorantes presentes en las bebidas gaseosas, están por debajo de 45 ppm. Las gaseosas Powerade, Guaraná y Crush, presentaron valores bajos, de menos de 2.3 ppm. Las bebidas con altos valores en sus concentraciones son la KR-Piña con 38.870 ppm de Tartrazina (E102) y 17.570 ppm de Amarillo Ocaso FCF (E110), la gaseosa Oro con 13.706 ppm de Tartrazina (E102), la Fanta con 40.798 ppm de Amarillo Ocaso FCF (E110) y 36.915 ppm de Rojo Allura (E129), la Inca Kola con 17.630 ppm de Tartrazina (E102), la KR-Fresa con 18.728 ppm de Rojo Allura (E129) y la Concordia con 14.545 ppm de Rojo Allura (E129).

Las concentraciones encontradas para las bebidas gaseosas no superan el límite máximo establecido por la Comisión del Codex Alimentarius (2011), que establece las concentraciones máximas para los colorantes Tartrazina (E102), Amarillo Ocaso FCF (E110), Rojo Allura (E129) y Azul Brillante FCF (E133)

deben ser 100, 100, 300 y 300 mg/kg de producto respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceituno M., Víctor. (2010). Propiedades de colorantes naturales secados con técnicas alternativas a nivel laboratorio como alternativa al FD&C Rojo N° 40 en alimentos. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Aguilar, N., Fernández, M. A., & Araujo, T. (2021). Food Additives Frequency in processed baby products in Cochabamba, Bolivia. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(Especial), 19–27. <https://doi.org/10.52428/20758944.v17iEspecial.3>
- Alarcón, A., & Araujo, T. (2021). Frecuencia de aditivos alimentarios en productos cárnicos procesados bolivianos expedidos en la ciudad de Cochabamba, Bolivia. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(Especial), 28–37. <https://doi.org/10.52428/20758944.v17iEspecial.4>
- Alp, H., Başkan, D., Yaşar, A., Yaylı, N., Ocak, Ü. y Ocak, M. (2018). Simultaneous Determination of Sunset Yellow FCF, Allura Red AC, Quinoline Yellow WS, and Tartrazine in Food Samples by RP-HPLC. *Journal of Chemistry*, 2018, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2018/6486250>



- Alva, E., y Vigo, H. (2014). Determinación de colorantes sintéticos en bebidas industriales no alcohólicas comercializadas en la ciudad de Trujillo en 2013. 2. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3554>
- Arendt, M. (2018). Codex Alimentarius: What Has It To Do With Me? *Journal of Human Lactation*, 089033441879465. <https://doi.org/10.1177/0890334418794658>
- Cai, L. (2014). Thin Layer Chromatography. *Current Protocols Essential Laboratory Techniques*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/9780470089941.et0603s08>
- Carmona, Iris. (2013). De colorantes sintéticos a naturales en la industria alimentaria. *Agrimundo*. Recuperado de <http://www.agrimundo.cl/?publicacion=de-colorantes-sinteticos-a-naturales-en-la-industria-alimentaria>
- Cheung, P. C. K., & Mehta, B. M. (Eds.). (2015). *Handbook of Food Chemistry*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5>
- Comisión del Codex Alimentarius (2011). Ratificación y/o revisión de dosis máximas para los aditivos alimentarios y coadyuvantes de elaboración en normas del Codex. 43ª reunión. Recuperado de: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%2BDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCcfa%252Fccfa43%252Ffa43_19s.pdf
- DeMan, J. M., Finley, J. W., Hurst, W. J., & Lee, C. Y. (2018). *Principles of Food Chemistry*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63607-8>
- Denish, P. R., Fenger, J.-A., Powers, R., Sigurdson, G. T., Grisanti, L., Guggenheim, K. G., Laporte, S., Li, J., Kondo, T., Magistrato, A., Moloney, M. P., Riley, M., Rusishvili, M., Ahmadiani, N., Baroni, S., Dangles, O., Giusti, M., Collins, T. M., Didzbalis, J., ... Robbins, R. J. (2021). Discovery of a natural cyan blue: A unique food-sourced anthocyanin could replace synthetic brilliant blue. *Science Advances*, 7(15), eabe7871. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe7871>
- Dey, R., Linares, G., Munguía, R., y Chávez, E. (2019). Construcción y Validación de un Instrumento para Evaluar el Consumo de Alimentos con Rojo Allura. *Información Tecnológica*, 30(3), 219–226. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300219>
- Feketea, G., & Tsabouri, S. (2017). Common food colorants and allergic reactions in children: Myth or reality? *Food Chemistry*, 230, 578–588. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.043>
- Floriano, L., Ribeiro, L., Saibt, N., Bandeira, N., Prestes, O., & Zanella, R. (2017). Determination of Six Synthetic Dyes in

- Sports Drinks by Dispersive Solid-Phase Extraction and HPLC-UV-Vis. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20170173>
- Güray, T. (2018). Spectrophotometric Determination of Sunset Yellow (E-110) in Powdered Beverages and Pharmaceutical Preparations After Cloud Point Extraction Method. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 479–492. <https://doi.org/10.18596/jotcsa.349382>
- Herrero, M., Castro-Puyana, M., Ibáñez, E., y Cifuentes, A. (2017). Compositional analysis of foods. In *Liquid Chromatography* (pp. 359–380). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805392-8.00012-8>
- Hosseini, S., Sadeghi, M., Ghahferkhi, B. B., Younesian, M., Khaniki, G. J., y Farzianpour, F. (2013). Evaluation of Food Color Consumption and Determining Color Type by Thin Layer Chromatography. *American Journal of Applied Sciences*, 10(2 SE-Research Article). <https://doi.org/10.3844/ajassp.2013.172.178>
- Komissarchik, S., y Nyanikova, G. (2014). Test systems and a method for express detection of synthetic food dyes in drinks. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 315–320. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.03.038>
- Kucharska, M., y Grabka, J. (2010). A review of chromatographic methods for determination of synthetic food dyes. *Talanta*, 80(3), 1045–1051. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2009.09.032>
- Maldonado, M., Zanon, M., Almanza, M., Barroso, M., Polenta, G., Denoya, G., & Sanow, C. (2016). Uso del colorante Azul Brillante en cerezas en conserva. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 22(2), 38–48. <https://doi.org/10.14642/RENC.2016.22.2.5137>
- Molina, S. (2011). Técnicas de análisis de alimentos. In *Unidad Técnica de alimentos*. Ministerio de Industria. Secretaria de Industria y Comercio. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-de-buenos-aires/nutricion-y-bromatologia/tec-deanddealim/5518997>
- Organización Mundial de la Salud. (2018, 31 enero). Aditivos alimentarios. Centro de Prensa. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Rajapaksha, G. K. M., Wansapala, M. A. J., & Silva, A. B. G. (2015). Detection of Synthetic Colours in Selected Foods & Beverages Available in Colombo District, Sri Lanka. *International Journal of Science and Research*, 6(5), 801–808. <https://doi.org/10.21275/ART20173280>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. 22ª edición. Recuperado de <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/dr>

- Rodríguez, M., Schenone, A., Sobrero, M., y Marsili, N. (2013). Cuantificación simultánea de colorantes en bebidas deportivas utilizando espectroscopia visible y PLS – 1. *Revista FABICIB*, 17, 74–84. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/6425>
- Rovina, K., Acung, L. A., Siddiquee, S., Akanda, J. H., y Shaarani, S. M. (2017). Extraction and Analytical Methods for Determination of Sunset Yellow (E110)—a Review. In *Food Analytical Methods* (Vol. 10, Issue 3, pp. 773–787). <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0645-9>
- Roy, I., Rivas, R., Pérez, M., & Palacios, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 354–360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Velázquez, G., Collado, R., Cruz, R. A., Velasco, A. A., & Rosales, J. (2019). Reacciones de hipersensibilidad a aditivos alimentarios. *Revista Alergia México*, 66(3), 329–339. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.613>
- Yamjala, K., Nainar, M. S., y Ramiseti, N. R. (2016). Methods for the analysis of azo dyes employed in food industry – A review. *Food Chemistry*, 192, 813–824. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.085>

Contacto:

Ronald Fernando Rodriguez Espinoza
ronaldferd@gmail.com

