

USO DE TÉCNICAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS Y COLORIMÉTRICAS PARA EL ANÁLISIS DE BEBIDAS A BASE DE CAFÉ SOLUBLE

Granados Zenni, Karla Mariana (1), Sosa Morales, María Elena (2), Cerón García, Abel (3)

1 [Ingeniería en Alimentos, Universidad de Guanajuato] | [Dirección de correo electrónico: km.granadoszenni@ugto.mx]

2 [Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [Dirección de correo electrónico: msosa@ugto.mx]

3 [Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [Dirección de correo electrónico: abel.ceron@ugto.mx]

Resumen

Las bebidas de café han sido ampliamente consumidas por el mundo, produciendo así gran incertidumbre debido a su calidad atribuido por su diversidad de costos a los que se encuentran en el mercado, por lo cual, a partir de las determinaciones fisicoquímicas como la concentración de cafeína, determinación de pH y acidez titulable, así como estimación colorimétrica de las mismas se buscó establecer la calidad de estas. La mayor concentración de cafeína fue determinada en la muestra C3, de precio intermedio, (19.75 ± 0.3622 mg/g), mientras que para el pH menor (4.96 ± 0.02) y acidez titulable mayor (17.95 ± 1.082 mg/l) se reflejó en la muestra C1 (de menor precio). El color se apreció en tonalidades rojizas, indicando mayor oscurecimiento en la muestra C5 (mayor precio). La apreciación de la calidad de estas bebidas a base de café soluble no esta en función del precio de adquisición de las mismas y las diferentes pruebas analíticas determinadas.

Abstract

Coffee beverages have been widely consumed by the world, thus producing great uncertainty due to their quality attributed by their diversity of costs to those found in the market, which is why, based on physicochemical determinations such as the concentration of caffeine, pH determination and titratable acidity, as well as colorimetric estimation of the same, it was sought to establish the quality of these. The highest concentration of caffeine was determined in the C3 sample, intermediate price, (19.75 ± 0.3622 mg/g), while for the lower pH (4.96 ± 0.02) and higher titratable acidity (17.95 ± 1.082 mg/l) was reflected in sample C1 (lower price). The color was appreciated in reddish tones, indicating greater darkening in the sample C5 (higher price). The appreciation of the quality of these drinks based on soluble coffee is not based on the purchase price of the same and the different analytical tests that were determined.

Palabras Clave

Cafeína; Ácidos clorogénicos; Sustancias bioactivas; Absorbancia; Reflectancia

INTRODUCCIÓN

Las bebidas a base de café son altamente consumidas alrededor de todo el mundo; el café es obtenido a través del tostado de las semillas de los cafetos [1], dicho grano contiene diversas sustancias bioactivas (aprox. 2,000 sustancias) predominando ácidos clorogénicos y cafeína. Es sabido que, dependiendo de la técnica de extracción y condiciones de tostado, será el contenido de compuestos bioactivos en la bebida. Así mismo, el tipo de bebida (americano, soluble, etc.) tiene influencia en la concentración de compuestos bioactivos [2]. El biocomponente característico del café, es la cafeína; resultando ser una sustancia de sabor amargo e inodora [3]. La calidad de las bebidas de café ha sido altamente cuestionada por los consumidores debido a la variedad de precios establecido en el mercado, tal como se presenta en café soluble, por lo cual, se propone la determinación de propiedades fisicoquímicas y colorimétricas de las bebidas obtenidas de diferentes marcas comerciales de café soluble y así, establecer niveles de calidad asociados a estos atributos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Se obtuvieron 5 muestras de café soluble en un centro comercial de Irapuato, Gto., las cuales fueron identificadas de acuerdo a su precio de adquisición (menor a mayor costo, C1-C5, respectivamente). Posteriormente, se realizó una preparación estandarizada (2 g de muestra en 200 ml de agua a 80°C) de cada una de las muestras de cafés soluble.

Determinación de cafeína

A partir de la bebida recién preparada se añadió 2.5 g de Na_2CO_3 , y se dejó enfriar, para posteriormente, realizar la extracción de cafeína usando cloroformo y evaporando la fracción orgánica obtenida, la cual se resuspendió en agua acidificada [1]. Se leyó a una absorbancia a 276 nm y el resultado fue expresado en mg de cafeína/g café soluble.

Determinaciones fisicoquímicas

Evaluación de pH: A partir de las muestras preparadas, se midió el pH de cada una de ellas mediante un electrodo de inmersión (Hach) previamente calibrado con los buffers de referencia. El procedimiento se realizó por triplicado.

Determinación de acidez titulable: La acidez titulable fue medida a partir de 10 ml de cada bebida de café soluble, las cuales fueron tituladas con NaOH 0.1 N hasta registrar un valor de pH de 8.3. La acidez fue reportada como mg/L.

Medición espectrofotométrica

Se realizó un barrido espectral (200 a 800 nm) en un espectrofotómetro UV-Visible (Thermo Science) para determinar los máximos de absorbancia para cada una de las bebidas a base de café soluble. Adicionalmente, se determinó la absorbancia múltiple a 276, 325, 420 y 510 nm que corresponden a los máximos de absorbancia para cafeína, ácido clorogénico y compuestos de oscurecimiento enzimático y no enzimático, respectivamente.

Color

Espectro de Reflectancia: Esta medición fue realizada en el colorímetro ColorFlex EZ de Hunter Lab (D65/10, modo absoluto) en un rango de 400 a 700 nm (luz visible) para establecer diferencias en cuanto a la reflectancia de cada bebida a base de café soluble evaluada.

*Color CIEL*a*b*:* La medición objetiva de color se realizó en el colorímetro ColorFlex EZ de Hunter Lab (D65/10, modo absoluto, espacio CIEL*a*b*) a partir de 25 ml de bebida dispuesta en la celda de medición para muestras líquidas, así como con el uso de las trampas de color correspondientes.

Análisis estadístico

Cada determinación fue realizada por triplicado y se presenta como promedio \pm desviación estándar. Los resultados fueron analizados por medio de un Análisis de variancia de una vía ($p < 0.05$) y además, fue aplicada una prueba de comparación múltiple Fisher ($p < 0.05$) para el establecimiento de diferencias significativas. Todo esto mediante el programa estadístico Statgraphics (StatPoint Inc).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad de la bebida de café, así como su contenido de sustancias bioactivas depende de un gran número de factores entre los que destacan: la variedad, las condiciones ambientales, la tecnología del procesado y la forma comercial como se ofrece; impactando de manera directa sobre su precio en el mercado [4]. Por lo cual, la concentración de cafeína es una característica buscada por el consumidor. Como se observa en la Imagen 1, independientemente del costo de cada muestra de café soluble, existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las concentraciones de cafeína, siendo la bebida C2, la muestra con el costo más elevado, resultando con la menor concentración de cafeína (13.45 ± 0.2889 mg/g). Sin embargo, la muestra C3, de costo medio, mostro la mayor cantidad de cafeína (19.75 ± 0.3622 mg/g), siguiéndole la muestra C1 (19.06 ± 0.2325 mg/g) a pesar de que esta última bebida fue preparada con el producto más caro de las muestras analizadas.

De acuerdo con la Norma Mexicana NMX-F-139-SCFI-2010 [5], la cual regula el café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado dentro del país mexicano, entre las especificaciones fisicoquímicas del café puro soluble indica un pH entre 4.2 a 5.5. Considerando las cinco marcas comerciales de café soluble analizadas en este estudio, todas ellas cumplen con el parámetro de pH establecido por la normatividad (Tabla 1). Por otro lado, la bebida C1 fue la muestra con la mayor acidez evaluada (17.95 ± 1.082 mg/L), mientras que la bebida obtenida con la muestra C3 reporto un valor de 10.62 ± 0.708 mg/L. Considerando el costo de la materia prima para la elaboración de estas bebidas se tiene que, muestras de café soluble con precio elevado e intermedio representan muestras con valores elevados de acidez titulable. Mientras que las muestras de bajo precio se ubicaron en valores intermedios de acidez titulable (Tabla 1). En cambio, la muestra C2 obtuvo el pH mas alto con 5.24 ± 0.01 , sin embargo, su acidez titulable se encuentra con valor intermedio (13.46 ± 0.613 mg/L). La muestra C5 presento un valor de acidez de 15.11 ± 0.409 mg/L). Dados estos resultados, solamente la muestra C1 presento una relación inversamente proporcional entre el pH de la muestra y su correspondiente acidez titulable, mientras que para el resto de las muestras no es posible apreciar el mismo patrón.

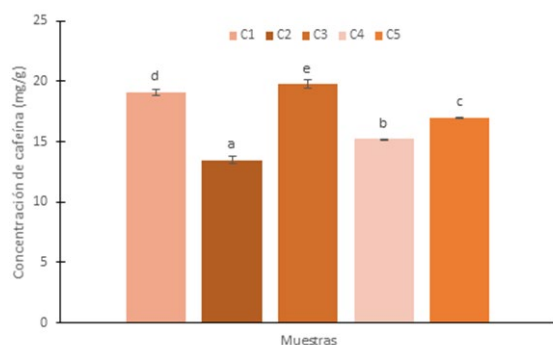


IMAGEN 1. Concentración de cafeína en bebidas a base de café soluble (C1 a C5, representan diferentes marcas comerciales ordenadas de mayor a menor precio). Letras diferentes representan diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de bebidas a base de café soluble.

Muestra	Pruebas fisicoquímicas	
	pH	Acidez titulable (mg/L)
C1	4.96 ^a ±0.02	17.95 ^d ±1.082
C2	5.24 ^d ±0.01	13.46 ^b ±0.613
C3	5.12 ^c ±0.01	10.62 ^a ±0.708
C4	5.02 ^b ±0.017	13.22 ^b ±0.737
C5	5.15 ^c ±0.017	15.11 ^c ±0.409

Por otro lado, dentro de los biocomponentes más predominantes en el café se encuentran la cafeína y los ácidos clorogénicos, ambos relacionados fuertemente con la actividad antioxidante con la que cuenta dicha

bebida [6]. La presencia de estos compuestos fue representada mediante un barrido de absorbancia en las diferentes bebidas a base de café soluble (Imagen 2), observándose una gran similitud entre las muestras C1 y C5, cabe mencionar la magnitud de diferencia en precio entre ambas, ya que la muestra C5 es una marca de café soluble comercial de bajo prestigio, así como de precio más bajo. Contrario a la muestra C1, la cual representa la muestra de precio mayor analizada. En cuanto a la muestra C2, esta muestra representa la mayor presencia de cafeína (280 nm), así como ácido clorogénico (320-350 nm). De los cuales, entre 70 a 350 mg corresponden a ácidos clorogénicos en café [7].

Analizando de manera particular, la presencia de los principales biocomponentes en las diferentes bebidas a base de café soluble (Imagen 3), se realizó un análisis multionda, donde se buscó encontrar valores de absorbancia correspondientes a la cafeína (276 nm), ácidos clorogénicos (325 nm), y compuestos de oscurecimiento enzimático y no enzimático (420 y 510 nm, respectivamente). Destacando el contenido de cafeína reportado a 276 nm, correspondiente a las muestras C4 y C5, seguidas por C3, lo cual debe de ser considerado por el consumidor de acuerdo con las características que este prefiere, destacando que estas son las bebidas de café soluble de menos costo. Así mismo el contenido de ácidos clorogénicos (325nm) se reportó alto para las mismas muestras al igual que para C3, mientras que las muestras C1 y C2, ambas con los precios más elevados no presentaron valores de absorbancia que superaran al resto de las muestras analizadas. En cuanto a los compuestos de oscurecimiento enzimático y no enzimático el café C3 indico mayor presencia par ambos compuestos de oscurecimiento seguido de C5, es decir que las bebidas de más bajo precio se caracterizan por presentar abundancia en este tipo de compuestos de oscurecimiento enzimático y no enzimático. Por otro lado, la bebida C1 obtuvo la menor concentración para compuestos de oscurecimiento enzimático y no enzimático, considerando la bebida de mayor costo ofertado en el mercado.

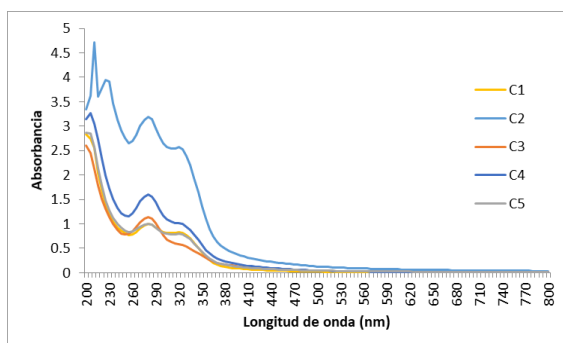


IMAGEN 2. Barrido espectral (200-795 nm) en diferentes bebidas a base de café soluble comercial (C1 a C5, representan diferentes marcas comerciales ordenadas de mayor a menor precio).

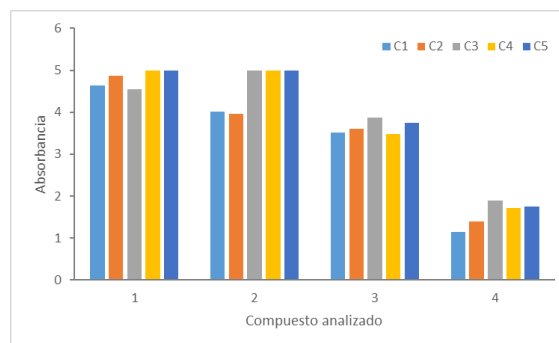


IMAGEN 3. Determinación de compuestos mayoritarios en bebidas a base de café soluble comercial (C1 a C5, representan diferentes marcas comerciales ordenadas de mayor a menor precio).

Así mismo, cada una de las diferentes bebidas a base de café soluble fue sometida a un análisis de color con la finalidad de conocer si existen diferencias asociadas al espectro de reflectancia de cada una de estas. En general, todas las muestras reflejaron colores que corresponden a tonos rojos cobrizos (Imagen 4). Considerando el grado de oscurecimiento en las muestras, es decir una menor reflectancia, la muestra C5 representa la bebida con tonalidad de rojo más oscuro seguido de la muestra C3. Por otro lado, las muestras C1 y C2, las cuales representan a las muestras de café soluble con un mayor precio de venta, se ubicaron como las muestras con tonalidades rojizas más claras, esto puede deberse al proceso a que se somete la elaboración del café soluble usado como materia prima en la elaboración de las diferentes bebidas analizadas. De este espectro de reflectancia, puede apreciarse diferencias claras en el color de las bebidas de café soluble de acuerdo con el costo de venta, siendo más oscuras aquellas que presentan los menores precios contrario a aquellas muestras con precios elevados.

El color de las muestras (Tabla 2) se reflejó en tonalidades rojizas, por lo cual las coordenadas indicadas para el parámetro a^* se reflejaron en $a (+)$ indicando así el color rojo, en cuanto al parámetro b^* los valores se mostraron en $b (+)$ indicando coloración amarilla, resultante a la combinación de ambas coordenadas se obtiene la coloración característica del café. La bebida C1 se inclino al color rojo (35.97 ± 3.35) lo mismo sucede con la coloración amarilla (35.71 ± 3.30) mientras que C4 indico coloración en a^* (22.74 ± 2.99) y en b^* (23.91 ± 2.87) considerando que la muestra referida es de bajo costo. En el parámetro L^* se mostrando mayor luminosidad en la bebida C1 (35.37 ± 3.30) siendo el café soluble con mayor costo de adquisición. Por lo anterior, en base a los resultados obtenidos, la mayor calidad en bebidas se presenta en aquellas con poca saturación de color. Por lo contrario, C4 (22.71 ± 2.94) indico la mayor saturación, por lo cual la luminosidad fue la menor reportada.

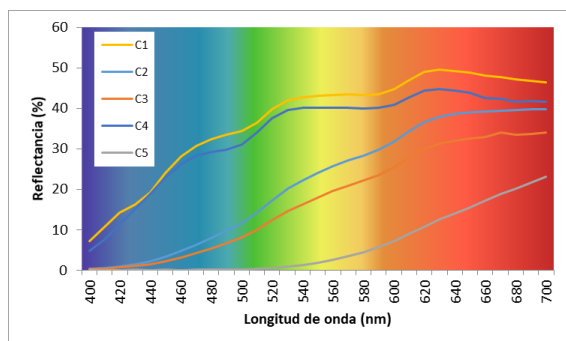







IMAGEN 4. Espectro de reflectancia (400-700 nm) en bebidas a base de café soluble comercial (C1 a C5, representan diferentes marcas comerciales ordenadas de mayor a menor precio).

Tabla 2. Escala CIE L^*a^*b con representación gráfica de color, con respectivos valores de luminosidad (L^*), así como coordenadas a^* (rojo-verde) y b^* (amarillo-azul)

Muestra	L^*	a^*	b^*	Imagen gráfica
C1	$35.37^d \pm 3.3$	$35.97_d \pm 3.3$	$35.71^d \pm 3.3$	
C2	$29.19^c \pm 2.7$	$27.31^c \pm 2.6$	$28.63^c \pm 2.6$	
C3	$25.96^b \pm 2.6$	$25.69^b \pm 2.6$	$26.48^b \pm 2.7$	
C4	$22.71^a \pm 2.9$	$22.74^a \pm 2.9$	$23.91^a \pm 2.8$	
C5	$26.72^b \pm 2.4$	$26.67^b \pm 2.5$	$26.92^b \pm 2.4$	

CONCLUSIONES

Los valores de colorimetría reflejados tuvieron similitud con los datos esperados por la percepción de color, mientras que para la concentración de cafeína se esperaba un valor mayor en aquellos productos de mayor costo. No se encontró relación entre los parámetros fisicoquímicos evaluados y la calidad de las bebidas a base de café soluble.

AGRADECIMIENTOS

Tomo este espacio para agradecer a mi asesor de verano Dr. Abel Cerón García por su paciencia y tiempo brindado, así como el aprendizaje otorgado por su parte para reforzar áreas importantes y habilidades personales. Así mismo, ala Universidad de Guanajuato y su programa de Verano de Investigación.

REFERENCIAS

- [1] Calle Aznar, S. (2011). Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- [2] Wang, N. & Lim, L. T. (2012). Fourier transform infrared and physicochemical analyses of roasted coffee. Journal of Agricultural and food chemistry, 60, 5446-5453.
- [3] NMX-F-552-1998. Café verde descafeinado. Especificaciones y métodos de prueba. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- [4] Vega, A., De León, J. A. & Reyes, S. M. (2017). Determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de 34 cafés comerciales de Panamá. Información tecnológica, 28(4), 29-37, doi: 10.4067/S0718-07642017000400005.
- [5] NMX-F-139-SCFI-2010. Café puro solubles, sin descafeinar o descafeinado – especificaciones y métodos de prueba.
- [6] Oliveira, A., Paludo, G., Santana, I., Bizzo, H. R., Cabral, L. M. C. & Freitas, S. P. (2011). Determinación de compuestos fenólicos totales en los residuos solidos de café instantáneo. Universidad Federal de Rio de Janeiro, 1-4.
- [7] Londoño L., J., Naranjo C., M. & Quintero O., M. M. (2013). Estudio de los cambios de la actividad antioxidante de bebidas de café durante su periodo de vida útil usando métodos in-vitro y ex-vivo, Vitae, 20 (2), 95-104.