

## **Caracterización colorimétrica y propiedades fisicoquímicas en bebidas a base de café soluble.**

**García-García, J.F., Elizarraraz-Guerra, M., Sosa-Morales, M.E., Gómez-Salazar, J.A., Cerón-García, A\*.**

Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Departamento de alimentos, ex Hacienda el Copal km 9 carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Guanajuato, México. [\\*abel.ceron@ugto.mx](mailto:abel.ceron@ugto.mx)

### **RESUMEN:**

El café es una bebida que se consume en todo el mundo, gracias a esto la producción de este alcanza cifras muy altas, de las especies de café existentes dos son las más representativas: café arábica y café robusta. En el mercado podemos encontrar un sin fin de marcas comerciales que nos ofrecen café soluble a diferentes precios y aunque a simple vista todas parecen muy similares, cada una de estas tiene características fisicoquímicas y colorimétricas diferentes que se encuentran estrechamente relacionadas con su calidad. En este estudio se evaluaron diferentes parámetros relacionados con el café los cuales fueron pH, acidez titulable, concentración de cafeína y caracterización colorimétrica de diferentes muestras de café soluble que se comercializan en el municipio de Irapuato, Guanajuato. El valor de pH de las muestras se encontró en un rango de 4.96-5.24 mientras que para la acidez titulable se obtuvieron datos que varían de 10.62 a 17.95 mg/g, se determinó que la muestra con mayor contenido de cafeína tenía una concentración de 19.75 mg/g mientras que la muestra con menor contenido tenía 13.45mg/g. Con respecto al color, se observó que la muestra que presenta colores más oscuros fue la correspondiente a la muestra de menor precio, mientras que la muestra con mayor reflectancia resultó ser la muestra de mayor precio..

### **Palabras clave:**

Café soluble, cafeína, escala colorimétrica, calidad.

### **ABSTRACT:**

Coffee is a drink that is consumed throughout the world, thanks to this, the production of this reaches very high figures, of the existing coffee species two are the most representative: Arabica coffee and robusta coffee. In the market we can find endless commercial brands that offer us soluble coffee at different prices and although at first glance they all look very similar, each of them has different physicochemical and colorimetric characteristics that are closely related to their quality. In this study different parameters related to coffee were evaluated, which were pH, titratable acidity, caffeine concentration, and colorimetric characterization of different soluble coffee products marketed in the municipality of Irapuato, Guanajuato. The pH value of the samples was found in a range of 4.96-5.24 whereas for the titratable acidity the data obtained vary from 10.62 to 17.95 mg / g, it was determined that the sample with the highest caffeine content had a concentration of 19.75. mg / g while the sample with the lowest content had 13.45mg / g. Regarding color, it was observed that the sample with darker colors was the C5 sample corresponding to the lowest price sample, while C1 is the sample with the highest reflectance and represents the highest price sample..

### **Key words:**

Soluble coffee, caffeine, colorimetric scale, quality.

**Área:** Otros

## **INTRODUCCIÓN**

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, en el 2010 se alcanzó la producción de 8.1 millones de toneladas, siendo Estados Unidos, Brasil, Alemania, Japón e Italia los países que más café consumen (Farah, 2012). El sabor característico y aroma del café hacen de este una bebida única con numerosas propiedades; esta se obtiene a partir de granos tostados y molidos de diferentes especies pertenecientes a la familia Rubiaceae del género *Coffea* pero son solo dos los que representan la mayor parte de producción de café, *Coffea arabica* o café arábica y *Coffea canephora* o café robusta; el café arábica es el más consumido mundialmente representando un 70% del mercado mundial de este (Farah, 2012). El café contiene un gran número de sustancias bioactivas, entre estas la más relevante es la cafeína la cual es un derivado de las xantinas esta es la que proporciona el efecto estimulante, la acidez que presenta es reconocida como un atributo de calidad para el café esta es atribuida al tipo y grado de tostado del grano, en cambio, la amargura puede ser considerada como un defecto. El pH es otro factor importante

que se relaciona estrechamente con la acidez percibida este debe encontrarse en valores de 4.9 y 5.2 para poder decir que este tiene una buena acidez (Galindo, 2011).

Según la NMX-F-139-1981 referente a café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado, se entiende por café soluble “aquellos sólidos solubles en agua obtenidos del extracto del café puro, sin descafeinar o descafeinado, utilizando métodos físicos y agua como agente extractor y único componente que no es derivado del café”. El café soluble se puede obtener de dos formas: por liofilización y por secado por aspersión, en ambos casos primeramente el grano es tostado a temperaturas que van de 190 a 210 °C para posteriormente ser molido y solubilizado en agua caliente, se centrifuga y luego se seca; el secado por aspersión involucra temperaturas elevadas mientras que la liofilización se realiza con bajas temperaturas (Galindo, 2011). Actualmente, el café es el segundo bien genérico que se comercializa en el mundo superado solamente por el petróleo, en México, el cultivo de café es una actividad muy importante para la economía del país (CEDRSSA, 2014).

La preferencia a diferentes tipos de bebidas de café está asociada con las culturas y hábitos sociales de cada país; en México, esta bebida es consumida por sus múltiples beneficios tal es el caso de su capacidad antioxidante atribuida al ácido clorogénico, la cafeína y las melanoidinas (Vignoli et al, 2011). En el presente estudio se realizó un análisis a diferentes marcas de café comercializadas en el municipio de Irapuato Guanajuato para determinar sus propiedades colorimétricas y fisicoquímicas relacionadas con la calidad de estos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se analizaron cinco diferentes muestras de café soluble de diferentes marcas comerciales adquiridas en un centro comercial de Irapuato Gto., las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Compuestos Bioactivos y Propiedades Físicas de los Alimentos de la DICIVA para la determinación de sus características colorimétricas y propiedades fisicoquímicas. Se clasificaron en orden descendente de precio (C1 a C5) y se realizó la preparación de cada muestra la cual consistió en disolver 2 g de café soluble en 200 ml de agua purificada a 80 °C cuidando siempre que las muestras no estuvieran expuestas a la luz y procesándolas inmediatamente.

*Parámetros fisicoquímicos:* Se realizó la determinación de estos parámetros a partir de bebidas de café soluble de acuerdo a la normatividad aplicable (NMX-F-139-SCFI-2010). El pH se determinó con un potenciómetro de inmersión (Hach, USA) previamente calibrado, para determinar la acidez titulable (mg/g) se utilizó como agente titulante el NaOH 0.1 N.

*Caracterización de la calidad por colorimetría:* La determinación del color se realizó por medio de la escala CIE  $L^*a^*b^*$  con la ayuda de un colorímetro ColorFlex (HunterLab, USA) bajo condiciones de operación estandarizadas (D65/10°), se colocaron 25 ml de cada muestra por separado en la celda de medición con sus correspondientes trampas de luz realizando cada medición por triplicado. Adicionalmente, el color también fue determinado por medio de una medición del espectro de reflectancia en la escala de luz visible (400 a 700 nm) bajo las condiciones de medición descritas anteriormente.

*Determinación de cafeína:* Para realizar la determinación de cafeína de cada muestra primeramente se prepararon con 2 g de café soluble y 200 ml de agua purificada a 80 °C por 5 min, posteriormente se adicionó 2.5 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y se enfrió en un baño de hielo, se utilizó cloroformo como solvente orgánico, la extracción se hizo por duplicado recuperando las fracciones orgánicas y evaporándolas a sequedad, el residuo obtenido fue resuspendido en agua acidificada para posteriormente medir la absorbancia a 276 nm. La extracción de cafeína se realizó por duplicado y el contenido de cafeína se expresó en mg/g de café soluble a partir de una curva de patrón de cafeína (Calle, 2011).

*Análisis estadístico:* Los resultados obtenidos de cada medición son expresados como valores promedio  $\pm$  su desviación estándar. Dichos resultados fueron analizados estadísticamente mediante una prueba de ANOVA simple ( $p < 0.05$ ) así como por una prueba de rangos múltiples de Fisher LSD ( $p < 0.05$ ) haciendo uso del programa estadístico NCSS (Keyville, USA).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para determinar la acidez de una muestra se pueden emplear tanto el pH como la acidez titulable (Wang y Lim, 2012). En la tabla 1 podemos observar los valores de acidez titulable y pH obtenidos para cada muestra de café

analizadas, observando que existe una relación entre ambos atributos pues entre mayor sea el valor de acidez titulable, menor será el valor de pH.

El café es un alimento de baja acidez cuyo ácido predominante es el ácido clorogénico, la acidez titulable es inversamente proporcional al nivel de tostado del grano ya que entre mayor sea este tratamiento, menor será su acidez (Valencia et al, 2015). Para las bebidas analizadas en este estudio, se observa que la muestra de café que presenta una mayor acidez es la muestra C1 con 17.45 mg/g que representa a la muestra de café de mayor precio, mientras que la muestra con una menor acidez es la muestra C3 con 10.62 mg/g que se encuentra en un rango intermedio de precio. No se observó diferencia significativa entre las muestras C2 y C4 ( $p > 0.05$ ). Se observa un comportamiento característico en el que las muestras de mayor precio y menor precio presentan los valores de mayor acidez respectivamente, mientras que la muestra C3 que se encuentra en un rango intermedio de precios tiene el valor de acidez más bajo (tabla 1). La acidez es un atributo relacionado con la calidad del café, esta está influenciada por muchos factores por ejemplo en nivel de maduración del grano, el proceso de tostado, su  $a_w$  y el proceso de elaboración (Wang y Lim, 2012).

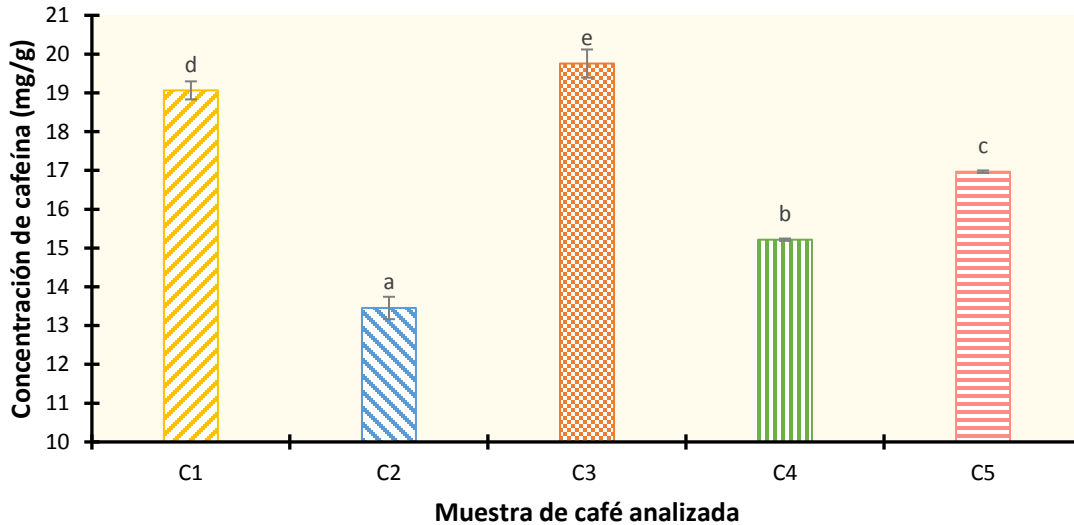
**Tabla 1.** Valores de pH y Acidez Titulable a las diferentes bebidas de café soluble.

Muestra	Acidez Titulable (mg/g)	pH
C1	17.952 <sup>d</sup> ± 1.0824	4.967 <sup>a</sup> ± 0.0208
C2	13.464 <sup>b</sup> ± 0.6137	5.240 <sup>e</sup> ± 0.01
C3	10.629 <sup>a</sup> ± 0.7086	5.120 <sup>c</sup> ± 0.01
C4	13.228 <sup>b</sup> ± 0.7376	5.020 <sup>b</sup> ± 0.0173
C5	15.117 <sup>c</sup> ± 0.409	5.150 <sup>d</sup> ± 0.0173

El pH del café es otro factor importante para la determinación de la calidad del café, este tiene una influencia significativa sobre el sabor, el pH del café se debe encontrar entre 4.9 y 5.2, cuando el café tiene un pH menor a 4.9 este adquiere un sabor demasiado ácido y por encima de 5.2 es más amargo (Valencia et al, 2015). Respecto a la determinación del pH (Tabla 1) podemos decir que la muestra con un mayor pH fue la C2 con un valor de 5.24 que correspondería a un sabor amargo, seguida de la muestra C5 con un valor de 5.15, la muestra con un menor pH fue la C1 con 4.94 que correspondería a un sabor más ácido que amargo, esta representa a la muestra que presenta mayor acidez, se puede observar que la muestra con menor pH corresponde a la muestra con mayor precio mientras que la muestra que presenta el segundo pH más elevado es la muestra más económica de las variedades de café analizadas. Según la NMX-F-139-1981. Se establece que el pH del café soluble debe estar entre un rango de 4.4 y 5.5, observamos que todas las muestras se encuentran dentro del rango establecido por la norma.

En un estudio realizado por Valencia et al (2015) se encontraron diferencias de pH en diferentes tipos de café de entre 4.84 y 5.2, se observa que son valores muy similares a los obtenidos en el presente estudio. La variación del pH es debida al grado de tostado del grano ya que conforme pasa el tiempo de este tratamiento, se producen diferentes ácidos como ácido fórmico acético y glicólico provocando la disminución del pH, sin embargo, cuando son sometidos a un proceso de tostado muy largo para obtener granos más oscuros el pH tiene un aumento debido a que los ácidos formados se destruyen (Wang y Lim, 2012).

El café posee más de 2000 sustancias diferentes, entre estas encontramos la cafeína que es una de las sustancias más representativas del café, esta bebida es de las consumidas con mayor frecuencia en el mundo (Calle, 2011). A partir de los datos analizados (Figura 1) para cada muestra de café se observó que la concentración de cafeína en las muestras analizadas fue diferente ( $p < 0.05$ ). La muestra de café que presentó una mayor concentración de cafeína fue C3, seguida de C1. Así mismo se observa que la muestra con menor concentración de cafeína es la C2. Se observa también que la muestra C5 que representa a la muestra de menor precio tiene una alta concentración de cafeína (16.9 mg/g), mientras que C2 que es la segunda muestra de mayor precio es la que presenta un menor contenido en cafeína (13.45 mg/g).



**Figura 1.** Determinación de cafeína en diferentes bebidas a base de café soluble. Letras diferentes representan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

En un estudio presentado por Profeco (2016) se determinó la concentración de cafeína en diferentes marcas de café comerciales, se encontró una diferencia entre las marcas analizadas por nosotros y las analizadas por Profeco (2016) ya que estas van de 2.82 a 3.33% de cafeína representando una cantidad mayor a los resultados obtenidos en el presente estudio. La NMX-F-139-SCFI-2010 referente al café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado indica que el café soluble sin descafeinar debe tener una concentración mínima de 1.8% de cafeína, se observa que tres de estas muestras se encuentran por debajo de este valor, la muestra C5 con 1.69%, la muestra C4 con 1.52% y la muestra C2 con 1.34% de cafeína. Estas diferencias pueden ser atribuidas a los diferentes métodos de extracción y estimación de este compuesto.






En la tabla 2 podemos observar los valores obtenidos de la escala CIE  $L^*a^*b^*$  para cada una de las muestras con una representación gráfica del color obtenido a partir de las coordenadas de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  observamos que la muestra que presenta un color rojizo más claro es la muestra C1, la cual tiene los valores más elevados de estas coordenadas colorimétricas, mientras que la muestra que presenta un color rojizo más oscuro es la muestra C4 que corresponde a la muestra con los valores más bajos correspondientes a las coordenadas de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Es considerable notar que según la NMX-F-139-1981 el color del café soluble se evalúa o aprecia, pero no es considerado como un parámetro de calidad.

La luminosidad ( $L^*$ ) representa que tan oscura es la muestra esta es una escala que va del blanco al negro donde 0 es negro y 100 es blanco, aunque los colores parezcan iguales a simple vista en realidad no lo son, equipos como el colorímetro son capaces de detectar estas pequeñas diferencias (Konica Minolta, 2012). En la tabla 2 podemos observar los diferentes valores de luminosidad obtenidos para cada muestra de café soluble analizada, observamos que las muestras de C1 a C4 presentan una tendencia descendente del valor de luminosidad, se observa también que la muestra con el precio más elevado presenta una mayor luminosidad que el resto de las muestras ( $35.37 \pm 3.30$ ) mientras que la muestra con menor luminosidad es la muestra C4 que tiene a colores más oscuros que el resto de las muestras ( $22.71 \pm 2.94$ ), no se observan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los valores de luminosidad para las muestras C3 y C5 siendo estas las muestras de precio intermedio y menor respectivamente, observamos que existe una relación entre el precio y la luminosidad ya que entre menor es el precio menor es la luminosidad que presenta el café.

El tono es un término utilizado para clasificar los diferentes colores, este se puede obtener sometiendo un producto a un análisis colorimétrico, en este análisis podemos encontrar diversas coordenadas del color, una de ellas es la coordenada colorimétrica  $a^*$  que representa el color siendo rojo para  $+a^*$  y verde para  $-a^*$  (Konica Minolta, 2012).

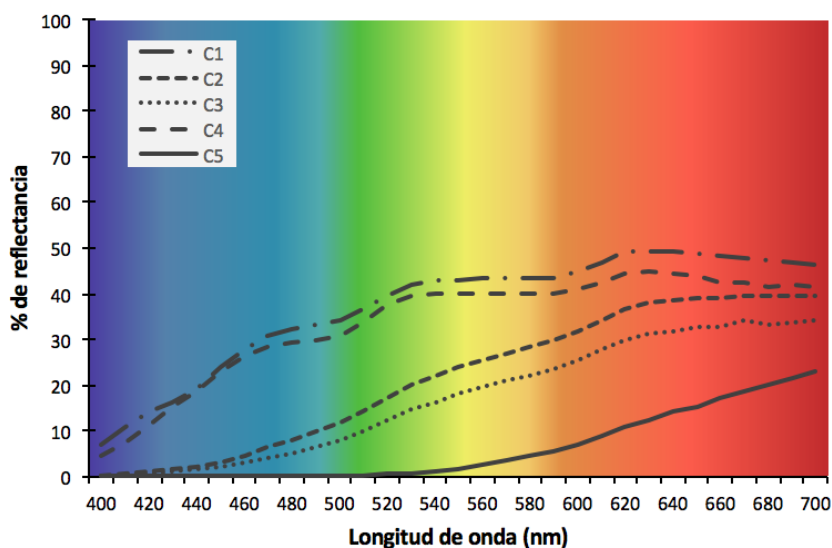
En la tabla 2 observamos el valor de  $a^*$  obtenido para cada muestra de café analizada, observamos que todas las muestras tienden hacia los colores rojizos, el valor más alto lo posee la muestra C1, mientras que el valor menor está representado por la muestra C4, una de las muestras más rojiza (C1) corresponde también a la muestra de mayor precio. Se observa que las muestras C3 y C5 no presentan una diferencia significativa ( $p>0.05$ ), a pesar de ser muestras con precios muy diferentes entre ellas.

**Tabla 2.** Escala CIE  $L^*a^*b^*$  para cada muestra analizada

Muestra	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Representación gráfica
C1	$35.37^d \pm 3.30$	$35.97^d \pm 3.35$	$35.71^d \pm 3.30$	
C2	$29.19^c \pm 2.71$	$27.31^c \pm 2.62$	$28.63^c \pm 2.67$	
C3	$25.96^b \pm 2.66$	$25.69^b \pm 2.63$	$26.48^b \pm 2.70$	
C4	$22.71^a \pm 2.94$	$22.71^a \pm 2.99$	$23.91^a \pm 2.87$	
C5	$26.72^b \pm 2.46$	$26.67^b \pm 2.55$	$26.92^b \pm 2.47$	

La coordenada colorimétrica  $b$  representa los colores amarillo para  $+b^*$  y azul para  $-b^*$  a medida de los valores de  $a^*$  y  $b^*$  se separan del centro la saturación del color va aumentando (Konica Minolta, 2012), como podemos observar en la tabla 2, todas las muestras tienden a colores amarillos siendo la muestra C1 la que tiene el valor más alto seguida por la muestra C2 y posteriormente las muestras C3 y C5, las cuales no presentan una diferencia significativa ( $p>0.05$ ), la muestra con el menor valor en la escala colorimétrica  $b^*$  es la C4.

Cuando la luz impacta en un objeto una parte de esta es absorbida y otra parte es reflejada, el color característico de un objeto está determinado por la cantidad de luz que refleja (Amézquita y Mendoza, 2008). Las muestras analizadas fueron sometidas a medición del espectro de reflectancia dentro del rango de luz visible (400 a 700 nm). Se observa que la muestra C1 es la que presenta un mayor porcentaje de reflectancia la cual tiende a colores naranja-rojizos siendo esta la muestra de mayor precio, la muestra que resulto más oscura a partir de este análisis es la muestra C5 ya que tiene un menor índice de reflectancia que el resto de las muestras y tiende más a colores rojizos, esta muestra corresponde a la muestra de menor precio comercial (Figura 2). En general, se observa que todas las muestras presentan colores rojizos ya que el porcentaje de reflectancia aumenta considerablemente en la longitud de onda correspondiente a estos colores. Observamos también que no se observa reflectancia en las zonas de baja longitud de onda lo que nos indica que esta gama de colores es absorbida por la muestra.



**Figura 2.** Espectro de reflectancia de diferentes bebidas a base de café soluble.

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Los colores se crean a partir de la mezcla de diferentes longitudes de ondas de luz, un objeto absorbe cierta cantidad de la luz que choca contra él y refleja la luz restante, cada objeto lo hace de diversa forma, esta luz reflejada llega a nuestros ojos y es lo que nos da la diversidad de colores (Konica Minolta, 2012), en el caso del café, se observa claramente que las regiones en las que la luz es reflejada es en los tonos rojizos además de que tienen un índice bajo de reflectancia lo que determina que son muestras oscuras en general.

## CONCLUSIÓN

Los diferentes cafés solubles analizados presentaron buenas características en general, sin embargo, se observaron diferencias entre cada muestra de café analizada, se considera que el café debe presentar un pH de entre 4.9 y 5.2 para considerarse de buena calidad mientras que la Normatividad Mexicana establece un rango de 4.4 -5.5, en general todas las muestras se encuentran dentro de estos rangos y las posibles variaciones pueden deberse al nivel de tostado del grano. Respecto al contenido de cafeína, la muestra que presentó una mayor concentración fue C3 correspondiente a un café de precio intermedio, la Normatividad Mexicana establece que el café soluble in descafeinar debe contener como mínimo 1.8% de cafeína, sin embargo, en este estudio tres de las muestras (C5, C4 y C2) se encuentran por debajo de este rango. Los datos obtenidos de color en la escala CIE L\*a\*b\* nos indican el color y la luminosidad característico de cada muestra, en este caso, la muestra C1 es la que presenta los valores más altos en los tres parámetros siendo la muestra más rojiza mientras que los valores más bajos los obtuvo C4. En cuanto a la reflectancia se observó que la muestra más oscura es la muestra C5 con un menor porcentaje de reflectancia. En general se observa que la muestra correspondiente a menor precio (C5) presenta buenas características fisicoquímicas y colorimétricas en comparación de las muestras con precios más elevados analizadas en el presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amézquita L., Mendoza O. (2008). Fundamentos de la Espectroscopia Aplicada a la Instrumentación Química, Universidad de Guanajuato, pp 2-5.
- Calle S. (2011). Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Universidad Politécnica de Barcelona. Vol. 1, pp. 156. (Tesis).
- CEDRSSA (2014). Producción y mercado de café en el mundo y en México, pp. 2-18.
- Farah A. (2012). Coffee Constituents. En Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention. Editado por Yi-Fang Chu. Primera edición, pp 22-34.
- Galindo X. (2011). Producción e Industrialización de Café Soluble, Caso: Solubles Instantáneos; Universidad de Guayaquil, pp 40-50. (Tesis).
- Konica Minolta (2012). Comunicación Precisa de los colores, pp 2-9.
- NMX-F-139-SCFI-2010. Café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado, especificaciones y métodos de prueba, pp 3-6.
- PROFECO (2016). Café soluble y polvos para preparar bebidas estilo café cappuccino. Sabor y aroma con sólo dos cucharaditas; Revista del consumidor, pp 58-69.
- Valencia J., Pinzón M., Gutiérrez R. (2015). Caracterización fisicoquímica y sensorial de tazas de café producidas en el departamento del Quindío. Revista Alimentos hoy; Vol. 23, Núm. 36, pp 153-154.
- Vignoli J., Bassoli D., Benassi M. (2011). Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material; Food Chemistry 124, pp 863-864.
- Wang, N., & Lim, L. T. (2012). Fourier transform infrared and physicochemical analyses of roasted coffee. Journal of agricultural and food chemistry, 60(21), pp. 5446-5453.