



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 05 de abril de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito

Lina Ximena Parrado Muñoz con C.C. No. 1075288975, autor del trabajo de grado titulado: Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de café especial origen Huila y su influencia en la encapsulación y extracción de bebidas de café en máquinas monodosis y su aceptación por consumidores, presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingeniera Agrícola; autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Lina Ximena Parrado Muñoz

Firma:

*Lina Ximena Parrado*

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de café especial origen Huila y su influencia en la encapsulación y extracción de bebidas de café en máquinas monodosis y su aceptación por consumidores.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Parrado Muñoz	Lina Ximena

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gutiérrez Guzmán	Nelson
Bahamón Monje	Andrés Felipe

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Agrícola

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Agrícola

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 19

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_x\_ Grabados\_\_\_  
Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas  
o Cuadros\_x\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>inglés</u>
1. Cápsulas de café	Pods coffee
2. Bebida de café	Coffee brewing
3. Propiedades físicoquímicas	Fisicochemycal propierties
4. Análisis sensorial	Sensory analysis

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Este estudio presenta la aceptación por consumidores de bebidas de café obtenidas de cápsulas de café espresso (CCE) y cápsulas de café americano (CCA). Se evaluaron seis atributos de calidad para cafés especiales y aceptación global; el panel sensorial fue integrado por catadores expertos en metodología SCAA de nacionalidad colombiana (p1), consumidores americanos (p2), consumidores habituales de cafés especiales de nacionalidad colombiana (p3) y consumidores inexpertos de nacionalidad colombiana (p4), evaluaron doce muestras de capsulas de café extraídas en cafeteras monodosis tipo americano y clasificadas en tres tratamientos. También evaluaron cinco muestras de capsulas de café tipo espresso (CCE) en bebida extraída y se compararon con cinco capsulas comerciales de café americano (CCA). Se realizó una caracterización fisicoquímica de CCA y CCE en el café molido y en la bebida para observar la influencia de esos parámetros en la aceptación del consumidor. Los resultados demostraron de manera general baja aceptación de estos cafés por la acentuada costumbre del consumo de cafés filtrados. El contenido de humedad (Hbh) y la aw son parámetros que pudieron incidir en la baja aceptación sensorial ya que se ha demostrado que contribuyen en el deterioro del café almacenado. No se encontró correlación entre el pH y la acidez titulable frente a la acidez sensorial. Finalmente se demostró que las capsulas de café tipo espresso presentan mayor aceptación que las capsulas de café tipo americano.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This study presents the consumer acceptance of coffee beverages obtained within espresso coffee capsules (CCE) and American coffee capsules (CCA). Six attributes of quality were evaluated for special coffees and global acceptance; the sensory panel was integrated by, Colombians expert tasters in SCAA methodology (P1), American consumers (P2), and Colombians regular consumers of special coffees (P3) and inexperienced consumers of Colombian nationality (p4). On the other hand, the panelists also evaluated five samples of espresso coffee capsules (CCE) extracted in single-dose machine and compared with five commercial capsules of American coffee (CCA). A physicochemical characterization of CCA and CCE in ground coffee and beverage was conducted to observe the influence of these parameters on consumer acceptance. The results showed low acceptance of these coffees due to the marked habit of consumption of filtered coffees. The amount of moisture (Hbh) and the  $a_w$  are parameters that could affect the low sensory acceptance since it has been shown to contribute to the deterioration of stored coffee. No correlation was found between pH and titratable acidity versus sensory acidity. Finally, it was demonstrated that the espresso coffee capsules have greater acceptance than the american coffee capsules.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: Nelson Gutiérrez Guzmán



PH. D. NELSON GUTIÉRREZ GUZMÁN  
Director

Firma:

Nombre Jurado: Orlando Guzmán Manrique

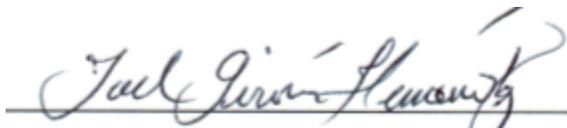


FIRMA DEL JURADO

Firma:

Nombre Jurado: Joel Lunier Giron Hernández

Firma:



# EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CAFÉ ESPECIAL ORIGEN HUILA Y SU INFLUENCIA EN LA ENCAPSULACIÓN Y EXTRACCIÓN DE BEBIDAS DE CAFÉ EN MÁQUINAS MONODOSIS Y SU ACEPTACIÓN POR CONSUMIDORES.

Parrado, Lina X<sup>1</sup>; Bahamón, Andrés<sup>1</sup> y Gutiérrez, Nelson<sup>1</sup>

## RESUMEN

Este estudio presenta la aceptación por consumidores de bebidas de café obtenidas de cápsulas de café espresso (CCE) y cápsulas de café americano (CCA). Se evaluaron seis atributos de calidad para cafés especiales y aceptación global; el panel sensorial fue integrado por catadores expertos en metodología SCAA de nacionalidad colombiana (p1), consumidores americanos (p2), consumidores habituales de cafés especiales de nacionalidad colombiana (p3) y consumidores inexpertos de nacionalidad colombiana (p4), evaluaron doce muestras de cápsulas de café extraídas en cafeteras monodosis tipo americano y clasificadas en tres tratamientos, cuatro muestras de café arábica encapsulado comercial (T1), cinco muestras de café arábica comercial adquirido en mercados internacionales y encapsulados manualmente en laboratorios del centro Surcolombiano de Investigación en Café-CESURCAFÉ (T2) y tres muestras de café arábica origen Huila procesado y encapsulado manualmente en laboratorios de CESURCAFÉ (T3). Por otro lado, los panelistas también evaluaron cinco muestras de cápsulas de café tipo espresso (CCE) extraídas en máquina monodosis y se compararon con cinco cápsulas comerciales de café americano (CCA). Se realizó una caracterización fisicoquímica de CCA y CCE en el café molido y en la bebida para observar la influencia de esos parámetros en la aceptación del consumidor. Los parámetros fisicoquímicos evaluados en el café tostado-molido y en el extracto de la bebida incluyeron, conteniendo de humedad en base húmeda ( $H_{bh}$ ), Actividad de agua  $a_w$ , color en grano tostado L, pH, Índice de refracción (expresados en °Brix), color de la bebida extraída L y acidez titulable (expresado en porcentaje de ácido clorogénico). Los resultados demostraron de manera general baja aceptación de estos cafés por la acentuada costumbre del consumo de cafés filtrados. El contenido de humedad ( $H_{bh}$ ) y la  $a_w$  son parámetros que pudieron incidir en la baja aceptación sensorial ya que se ha demostrado que contribuyen en el deterioro del café almacenado. No se encontró correlación entre el pH y la acidez titulable frente a la acidez sensorial. Finalmente se demostró que las cápsulas de café tipo espresso presentan mayor aceptación que las cápsulas de café tipo americano.

*Palabras clave:* cápsulas de café, bebida de café, propiedades fisicoquímicas, análisis sensorial.

---

## **ABSTRACT**

This study presents the consumer acceptance of coffee beverages obtained within espresso coffee capsules (CCE) and American coffee capsules (CCA). Six attributes of quality were evaluated for special coffees and global acceptance; the sensory panel was integrated by, Colombians expert tasters in SCAA methodology (P1), American consumers (P2), and Colombians regular consumers of special coffees (P3) and inexperienced consumers of Colombian nationality (p4). Twelve samples of coffee capsules extracted in American type single-dose coffee machines and classified in three treatments, our samples of commercial arabica encapsulated coffee (T1), five samples of commercial Arabica coffee purchased in international markets and manually encapsulated in laboratories of the Surcolombian center of investigation in Coffee (CESURCAFÉ) (T2) and three samples of arabica coffee origin Huila processed and encapsulated manually in laboratories of CESURCAFÉ (T3). On the other hand, the panelists also evaluated five samples of espresso coffee capsules (CCE) extracted in single-dose machine and compared with five commercial capsules of American coffee (CCA). A physicochemical characterization of CCA and CCE in ground coffee and beverage was conducted to observe the influence of these parameters on consumer acceptance. The physicochemical parameters evaluated in the roasted-ground coffee and in the beverage extract included, amount of moisture in wet base (Hbh), water activity  $a_w$ , color in roasted grain L, pH, refractive indices (expressed in °Brix), color of the extracted drink L and titratable acidity (expressed as percentage of chlorogenic acid). The results showed low acceptance of these coffees due to the marked habit of consumption of filtered coffees. The amount of moisture (Hbh) and the  $a_w$  are parameters that could affect the low sensory acceptance since it has been shown to contribute to the deterioration of stored coffee. No correlation was found between pH and titratable acidity versus sensory acidity. Finally, it was demonstrated that the espresso coffee capsules have greater acceptance than the american coffee capsules.

**Keywords:** coffee capsules, coffee brew, physicochemical properties, sensory analysis.

## INTRODUCCIÓN

Para obtener una buena taza de café, el paso de tueste es muy importante para desarrollar las propiedades organolépticas como sabores, aromas y color que determinan la calidad del café (J.A. Hernández *et al.*, 2007). Durante el proceso de tostado, el grano de café está sometido a altas temperaturas, lo que provoca cambios físico-químicos en su estructura (Bustos Vanegas *et al.*, 2018), el proceso se divide en dos fases: el secado y el tostado, el secado se produce a temperaturas inferiores de 160°C, en esta fase el grano de café se deshidrata, liberando vapor e iniciando la expansión de la matriz sólida (Bustos Vanegas *et al.*, 2018). La segunda fase, ocurre a temperaturas entre 160 y 260 °C. Cuando el grano de café alcanza temperaturas superiores a 180°C se produce una reacción exotérmica que involucra polisacáridos, proteínas, ácido clorogénico y trigonelina que comienza a formar los compuestos responsables del color, sabor y aroma de los granos de café tostados (J.A. Hernández *et al.*, 2008); En esta segunda etapa, el CO<sub>2</sub> se libera como el producto de la reacción, lo que contribuye a la expansión de la matriz (S. Schenker, 2000). Al final del proceso de tostado, los granos deben enfriarse para garantizar que la reacción exotérmica se detenga para evitar el exceso de tostado. El enfriamiento debe ser rápido, por lo que se realiza mediante convección de aire forzado (Bustos Vanegas *et al.*, 2018).

Después de garantizar un buen proceso del tueste de café, se busca una preparación correcta de la bebida. Durante la preparación de café se da un proceso de extracción sólido-líquido en el cual ocurren los siguientes pasos: (1) la absorción de agua del café molido; (2) la transferencia masiva de soluble de las moliendas de café al agua caliente; y (3) la separación del extracto de la bebida y los sólidos de café gastados. El tercer paso generalmente se logra por filtración, aunque también se pueden usar otros medios como la centrifugación y la decantación (X. Wang *et al.*, 2016).

Entre las diversas técnicas de elaboración, el café de filtro (filtro de goteo) es el café más utilizado obtenido por el método de infusión, mientras que el café espresso es el café más apreciado producido por el método de presión. En los métodos de filtración por goteo, el agua a 92-96 °C fluye a través de un lecho de café molido apenas comprimido y el extracto gotea verticalmente. La turbulencia generada en la elaboración evita que el agua se sature (I.A. Ludwig *et al.*, 2012). Las propiedades sensoriales del café preparado por goteo al pasar agua caliente a través del grano molido sobre un filtro, se ven afectadas por el tamaño de partícula, la relación solido/agua, el tiempo de contacto y la temperatura (Corrochano *et al.*, 2014). A medida que el agua entra en contacto con el café, los primeros sabores que se extraen son los sabores brillantes, dulces, ácidos y afrutados. Luego, los sabores terrosos y caramelizados, formados por carbohidratos y aceites más complejos, entran a la taza. Finalmente, se extraen compuestos amargos y astringentes del café (Petracco, 2001). Mientras que el café espresso es obtenido por el método de presión, el agua a

aproximadamente 9 bares y 88-92 °C se ve obligada a atravesar entre los granos de café compactados en una cámara de preparación pequeña (I.A. Ludwig *et al.*, 2012), es necesario un tiempo de preparación rápido y un tamaño de partícula fino (Lingle, 1996) ya que el resultado se ve fuertemente afectado por la condición física que controla el proceso de filtración (grado de molienda, temperatura y presión del agua y tiempo de percolación). El espresso es producido por máquinas profesionales y luego de operaciones específicas realizadas por manos expertas que definen la calidad y la cantidad, el grado de molienda y la compresión del café para obtener una taza de espresso con propiedades sensoriales específicas (D. Albanesse *et al.*, 2009); el mismo autor define que un espresso de buena calidad, debe tener atributos sensoriales específicos relacionados con el aspecto visual, el gusto y el aroma. Un buen café espresso debe tener un sabor ácido/amargo equilibrado, un cuerpo fuerte, un aroma potente y fino, y una espuma de avellana de persistencia con una textura muy compacta.

Las propiedades sensoriales del café se han estudiado durante muchos años y, con el aumento del consumo en todo el mundo, el interés en el sabor y aroma del café ha cobrado impulso de la industria y los científicos por igual. Ejemplos recientes de lenguaje sensorial que se han utilizado para describir las propiedades del sabor del café incluyen atributos como astringencia, cuerpo, sabor amargo, aroma quemado, sabores "típicos" y quemados (N.C. Bicho *et al.*, 2013), caramelo dulce, terroso, asado/azufre y características ahumadas (M. Czerny *et al.*, 1999). Más detalles sobre el léxico aromático incluye café, tostado, quemado / acre, marrón, bean, nuez, cacao, mohoso/terroso, floral, afrutado, verde, ceniciento/hollín, aromático dulce, agrio aromático y picante (N. Bhumiratana *et al.*, 2011). En el café se han identificado aproximadamente 800 compuestos volátiles en tostado y alrededor de 40 de ellos son responsables del aroma (Belitz *et al.*, 2009). El sabor del café de buena calidad se ha descrito como una sensación agradable, una combinación equilibrada de sabor, cuerpo y aroma en ausencia de fallas. El sabor sigue siendo el parámetro del consumidor más importante y garantiza una investigación exhaustiva desde una perspectiva sensorial y compositiva (Mori *et al.*, 20013).

La composición del café tostado variará con las condiciones de procesamiento, caracterizándose por el grado de tostado, que se refleja en el color externo de los granos (que varían de marrón claro a oscuro), el sabor desarrollado, la cantidad de materia seca perdida que ocurre y cambios específicos en la composición química (R.J Clarke, 1987). En términos simples, se describe que el café tostado presenta un grado de tostado ligero, medio u oscuro, dependiendo de su color (A.S. Franca *et al.*, 2009). El café tiene varias características fisicoquímicas además del color, como la cantidad de humedad, el pH y los compuestos volátiles. Los cafés comerciales varían en apariencia del color marrón claro al marrón oscuro, en relación con el grado de tostado (Farah, 2012). Anteriormente, se informó que la cantidad de humedad durante el café es de 8-12% en grano de café verde y de 5% en un grano de café tostado (J.A Hernández *et al.*, 2007).) El contenido de humedad afecta la forma, el pH, la densidad y los compuestos volátiles de los granos de café. Los compuestos volátiles en el café se producen a partir de varios compuestos que van junto con los granos de café verde, incluyendo azúcar, aminoácidos , lípidos, trigonelina, ácido clorogénico y carotenoides . La

acidez se puede caracterizar por la medición del pH, con valores típicos que varían de 5,51 a 5,92 (Gloess *et al.*, 2013). Otros investigadores sugirieron que la acidez titulable es más preferible porque proporciona una correlación más fuerte con la acidez percibida del consumidor en el café que el valor del pH (Voilley *et al.*, 1981).

En los espressos, la presencia de espuma en la parte superior de la infusión es una característica típica ausente en otros tipos de café (D. Albanesse *et al.*, 2009). Dentro de una taza de café espresso es posible encontrar dos tipos de sustancias que pueden clasificarse como compuestos solubles y emulsionables. La clase soluble incluye sustancias volátiles como pirotenos, aldehídos y cetonas que son responsables del aroma (sustancias no volátiles como la cafeína, ácidos, azúcar responsable del sabor del espresso (Buffo y Cardelli-Freire, 2004), mientras que los compuestos emulsionables incluyen proteínas, lípidos, polisacáridos y melanoidinas que afectan el cuerpo y la espuma de la infusión (Nunes *et al.*, 1997).

Los cafés de goteo, preparados en máquinas cafeteras de cápsulas de un solo uso (monodosis), han ganado considerable popularidad debido a su conveniencia de uso final y mayor vida útil en almacenamiento secundario que el café convencional (X. Wang *et al.*, 2016). El punto clave de este éxito es permitir que cualquier persona, experta o no experta, lo prepare en cualquier momento y en todos los lugares (casa, auto, oficina y avión) donde las cantidades limitadas consumidas no justifican o permiten el uso de profesionales máquinas (D. Albanese *et al.*, 2009). Las cápsulas compatibles con Keurig® están compuestas de una capsula termoformada de alta barrera multicapa, en la que un papel u otro medio filtrante se une a la pared lateral cerca de la parte superior de la capsula, formando un filtro que separa la cápsula en los compartimentos superior e inferior. Se introducen los granos tostados y molidos de café en el compartimiento superior, y luego se sella con una tapa de lámina de aluminio para formar el producto final de la cápsula (X. Wang *et al.*, 2016). El tiempo de preparación en café individual es considerablemente más corto que el café convencional (30-60 segundos versus 8-12 minutos), y como resultado, el tiempo de contacto con el agua es relativamente más corto. Además, dado que el tiempo de preparación, la temperatura del agua, el volumen de colado y los parámetros de caudal son controlados por el microprocesador y controlador de la cafetera, y las moliendas de café son de tamaño de porción en la cápsula, la intervención del usuario se elimina en gran medida durante la preparación proceso (X. Wang *et al.*, 2016). Este método involucra también a las cápsulas de café espresso, ya que estas han revolucionado el mercado del café que registra ventas equivalentes a 10 miles de millones de euros /año (F. Tozzi, 2007) .El café espresso en capsula utiliza una tecnología simple que incluye el uso de una máquina de café espresso específica y dosis individuales preenvasados que contienen café molido previamente medido y pretapado. El café molido está sellado herméticamente entre dos capas finas de papel de filtro, en cápsulas de aluminio o plástico (D. Albanese *et al.*, 2009). A pesar de la considerable popularidad, la información sobre la elaboración de cápsulas de café, la preparación de la bebida y la aceptación por consumidores no se encuentra disponible en la literatura. El objetivo de este estudio es investigar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la encapsulación y aceptación por consumidores de café.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

En la tabla 1 y 2 se presenta la caracterización del empaque de las muestras de café empleadas en el estudio; Cuatro muestras de café arábica encapsulado comercial tipo americano (T1), cinco muestras de café arábica comercial adquirido en mercados internacionales (T2) y tres muestras de café arábica origen Huila procesado y encapsulado manualmente en laboratorios de CESURCAFÉ (T3) fueron caracterizados en grano molido y en bebida extraída y sometidos a evaluación sensorial para aceptación en panel especializado. Adicionalmente se incluyeron en el estudio cinco cápsulas comerciales de café espresso (CCE) para ser comparadas con las cápsulas de café comercial extraídas de café tipo americano que correspondieron a los tratamientos T1 y T2 (CCA).

**TABLA 1.** Características de empaque de los cafés en cápsulas comerciales.

Muestra	Origen	Especie	Certificaciones (según etiqueta de empaque)	Procedencia
T1 (CCA)	Colombia	Arábico	Rainforest Alliance	Estados Unidos
T1 (CCA)	Colombia	Arábico	Sin certificación	Estados Unidos
T1	Colombia	Arábico	Sin certificación	Colombia
T1	Colombia	Arábico	Sin certificación	Estados Unidos
T2	Colombia	Arábico	Sin certificación	España
T2 (CCA)	Colombia	Arábico	Indicación Geográfica protegida	Francia
T2 (CCA)	Bolivia	Arábico	Fairtrade agricultura biologique	Francia
T2 (CCA)	Guatemala	Arábico	Fairtrade agricultura biologique	Francia
T2	Etiopia	Arábico	Fairtrade agricultura biologique	Etiopia
CCE	Colombia	Arábico	0,7% en proyectos solidarios	España
CCE	Colombia	Arábico	Utz, FSC, Indicación geográfica	Países Bajos
CCE	Colombia	Arábico	Sin certificación	España
CCE	Brasil	Robusta	Sin certificación	España
CCE	Colombia	Arábico	AAA	Suiza

(CCA) Los subíndices corresponden a las muestras para comparaciones entre tipos de bebidas.

**TABLA 2.** Características de café colombiano origen Huila

Muestra	Variedad cafeto	Municipio de siembra	Edad del cafeto	Altura de siembra	Beneficio
T3	Caturra	Algeciras	5 años	1850 m.s.n.m	Húmedo
T3	Colombia	Algeciras	4 años	1870 ms.n.m	Húmedo
T3	Caturra	San Agustín	6 años	1728 m.s.n m	Natural

### Encapsulación manual de muestras

Las muestras de café del tratamiento T2 fueron encapsuladas manualmente a partir de los cafés comerciales adquiridos en mercado internacional; mientras que las muestras del

tratamiento T3, por ser de origen Huila, se procesaron en tostadora Quantik TC 150/AR (industrias quantik S.A.S, Colombia), se molieron en molino GPX.WCI con una distribución de partícula de 53.2% >500  $\mu\text{m}$ ; 27.6% < 500  $\mu\text{m}$ ; 13.9% < 125  $\mu\text{m}$ , el análisis de partícula se realizó por difracción laser (Mastersizer 3000, Malvern Instruments Limited, Reino Unido). Las muestras de café tostado y molido se empacaron inmediatamente en cápsulas de café de un solo uso, selladas en prototipo de selladora manual compatibles con cafeteras Keurig® con un peso de embalaje de 12 g cada una.

### **Preparación del extracto de la bebida para análisis fisicoquímico**

Las muestras de café encapsulado se extrajeron en máquinas monodosis. Para la extracción de las cápsulas tipo espresso se utilizó la cafetera C50-US-CW-NE (Nespresso®, Suiza) con 19 bares de presión. Las cápsulas de tipo americano se extrajeron en la cafetera K50 CLASSIC SERIES (Keurig®, Estados Unidos). El agua utilizada fue tipo bidestilada, con ella se llenó los tanques del depósito del agua para la bebida, la temperatura de esta para espressos fue de  $70\pm 2$  °C y para café americano fue de  $80\pm 2$  °C. El volumen de extracción fue configurado en las cafeteras, para espressos fue de 40 ml, que se divide en 35 ml y 5 ml para el café y la espuma respectivamente con un tiempo de extracción de  $14\pm 2$  segundos. El café americano tuvo un volumen de extracción de  $177\pm 2$  ml (6 oz) y un tiempo de extracción de  $25\pm 2$  segundos. La relación agua-café fue de 20 g/ 100 ml para café espresso y 7 g/ 100 ml para café americano.

### **Contenido de humedad ( $H_{bh}$ ) en café molido**

Para iniciar el procedimiento se destaparon las cápsulas para extraer el café molido y se midió su contenido de humedad inmediatamente. Se pesaron  $5\pm 1$  g de café y se determinó el porcentaje de humedad en balanza de infrarrojos OHAUS-MB45 (Parsippany, EE. UU.) (105 °C durante 5 min) según metodología de R.C. Zanin *et al.* (2016). Las mediciones se hicieron por triplicado.

### **Actividad de agua ( $a_w$ ) en café molido**

Se midió por triplicado en cada una de las muestras de café agregando  $3\pm 1$  g de café tostado y molido al equipo AQUALAB VSA (Vapor Sorption Analyzer) de Decagon Devices, Inc. a una temperatura de  $25\pm 1$  °C.

### **Color de grano tostado L**

Se evaluó por triplicado en los granos tostados y molidos que atravesaron el tamiz Standard No. 20 (850  $\mu\text{m}$ ), las muestras se llevaron a una caja Petri enrasando cada muestra para determinar el grado de Luminancia (L) mediante el colorímetro digital CR-410 (Konica Minolta Sensing Inc., Japón) con iluminante D65, observador 10°, previamente calibrado según la metodología de R.C. Zanin *et al.*, 2016

### **Índice de refracción en extracto de las bebidas**

Se midió con el refractómetro digital Atago PR-201α previamente calibrado con agua destilada. Se tomó 2±1 ml de cada muestra con una pipeta de pasteur (una por muestra) y se ubicó en el lente del refractómetro. Cada muestra se midió por triplicado.

### **Acidez titulable en extracto de las bebidas**

Se determinó por titulación con el potenciómetro digital BP-3001 (Trans Instruments, Singapore) previamente calibrado con los patrones de pH de 4.0 y 7.0 según las instrucciones del equipo. Se pesaron 5.0 gramos de café de cada muestra y se disolvieron en 100 ml de agua destilada a 90 °C, se agitó durante tres minutos y se filtró sobre el papel filtro cualitativo de laboratorio. Cuando este presentó una temperatura de 25°C se vertió 50 ml en un vaso de precipitados para realizar la titulación y se colocó el electrodo del potenciómetro, se tituló potenciométricamente con una solución de NaOH 0,1 mol/l hasta un pH de 6.5, este fue el volumen de equivalencia. Las medidas se tomaron por duplicado. Una vez realizado el procedimiento a todas las muestras, se expresaron los resultados en mg de ácido clorogénico en 1 g de café. El contenido de acidez se determinó mediante la ecuación 1.

$$\frac{V_{final} * 0,1 \frac{mol}{l} * 2.0 * 354.31 \frac{g}{mol} * \frac{1L}{1000} m * 1000 \frac{mg}{1} g}{5.0 g} \quad (1)$$

Dónde: Vfinal = volumen del hidróxido de sodio en el punto de equivalencia (pH 6.5); el valor de 2.0 representa el factor de dilución; 354.31 g/mol es el peso molecular del ácido clorogénico.

### **Color del extracto de la bebida**

Se midió el color del café extraído de las cafeteras monodosis en 30 ml de la bebida de cada muestra a temperatura ambiente de 25°C, cada muestra se vertió al accesorio para líquidos CR-A33e Light Protection Tube con protección de vidrio del colorímetro digital. Las mediciones se hicieron con el colorímetro digital CR410 (Konica Minolta, Japón). Cada muestra se midió por triplicado.

### **Análisis sensorial**

Las propiedades sensoriales de las muestras se midieron usando un análisis descriptivo cuantitativo QDA. Fue realizado por un panel que se clasificó según su grado de conocimiento en el área, colombianos expertos en catación por metodología SCAA (p1), consumidores americanos (p2), colombianos consumidores habituales de cafés especiales (p3) y colombianos consumidores inexpertos (p4), la descripción del panel se encuentra en la tabla 3. A los panelistas se les instruyó antes de realizar las pruebas. Durante la prueba evaluaron en cada taza los atributos sensoriales explicados en la tabla 4 y la aceptación global de la taza según la metodología planteada por TL Kreuml *et al.* (2013). Los atributos considerados fueron clasificados en una escala de 6 valores discretos en la que “Me disgusta extremadamente” se evaluó con 0 y “Me gusta extremadamente” correspondía a 5.

**TABLA 3.** Descripción de los panelistas evaluadores de las muestras de café.

<b>Panelistas</b>				
	Panelistas1 (p1)	Panelistas2 (p2)	Panelistas3 (p3)	Panelistas4 (p4)
<b>Cantidad</b>	2.0 (16.6 %)	4.0 (33.3 %)	4.0 (33.3 %)	2.0 (16.6 %)
<b>Genero</b>				
<b>Femenino</b>	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Masculino</b>	2.0 (100 %)	4.0 (100 %)	4.0 (100 %)	4.0 (100 %)
<b>Nivel de educación superior</b>				
<b>Pregrado</b>	2.0 (100 %)	4.0 (100 %)	3.0 (75 %)	1.0 (50 %)
<b>Posgrado</b>	0.0	0.0	1.0 (25 %)	1.0 (50 %)
<b>Nacionalidad</b>				
<b>Colombiano</b>	2.0 (100 %)	4.0 (100 %)	4.0 (100 %)	0.0
<b>Estadounidense</b>	0.0	0.0	0.0	2.0 (100%)

**TABLA 4.** Los atributos sensoriales del café y sus definiciones. (TL Kreuml, 2013)

<b>Categoría</b>	<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>
Apariencia	Color	Intensidad del color.
	Oleaginosidad	Apariencia grasosa y de recubrimiento. (Este atributo se evaluó únicamente en las bebidas tipo americano).
	Espuma	Masa de burbujas que se forma en la superficie del espresso. (Esta característica se evaluó en los espressos)
Olor	Aroma	Olor asociado al café en húmedo.
Gusto	Sabor	Percepción de los sabores a través de la lengua.
	Sabor residual	Percepción general de larga duración después de haber probado la bebida.
	Balance	Armonía de todos los aspectos de sabor, sabor residual, acidez y cuerpo después de haber probado la bebida.
Calificación del panelista	Aceptación global	Calificación integrada de todos los atributos que le da el panelista a la taza.

### **Análisis estadístico**

Se realizaron pruebas de Anova de una vía ( $p < 0,05$ ) para observar las diferencias y similitudes de los tres tratamientos de café tipo americano individualmente sobre las variables fisicoquímicas y sobre los atributos de calidad evaluados en el panel sensorial, también se realizó el mismo análisis para comparar la bebida tipo americano con las bebidas tipo espresso frente a las mismas variables; Se verificaron los supuestos para la aplicación de Anova, las diferencias estadísticamente significativas fueron definidas mediante el test de Fisher LSD; También se realizó un anova multivariable para observar la influencia simultanea de dos factores (Tratamiento y panelista) frente a la aceptación global; un análisis de componentes principales (PCA) se utilizó para estudiar las relaciones entre panelistas y la

evaluación de los atributos de cada taza. Se utilizó el paquete estadístico StatGraphics Plus 5.1 para Windows (Manugistics, Inc., Rockville MD).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización fisicoquímica de café tipo americano

Los resultados del anova simple para las muestras de café de los tratamientos T1, T2 y T3 para extracción en bebidas tipo americano se ilustran en la tabla 5.

**TABLA 5.** Comparación de los tratamientos evaluados por propiedades fisicoquímicas en café molido y en bebida de cada tratamiento.

Estado de café	Parámetro /Tratamiento	T1	T2	T3
Grano tostado-molido	Humedad (%)	4.42 ± 0.42 a	3.24 ± 0.45 b	2.13 ± 0.65 c
	a <sub>w</sub>	0.42 ± 0.15 a	0.29 ± 0.04 b	0.15 ± 0.34 c
	Color de grano (L)	23.25 ± 1.08 a	24.71 ± 1.41 ab	25.88 ± 0.58 b
Extracto de la bebida	pH	4.93 ± 0.16 a	4.87 ± 0.08 a	5.02 ± 0.07 a
	Índice de refracción (°Brix)	1.27 ± 1.14 a	1.94 ± 0.56 a	1.64 ± 0.06 a
	Color del extracto (L)	30.50 ± 1.66 a	29.43 ± 0.80 a	29 ± 0.59 a
	Acidez (%)	29.88 ± 7.07 ab	30.56 ± 3.46 b	22.86 ± 2.95 a

n=3 y media ± desviación estándar. Promedios con letras distintas, en la misma fila, indican diferencias significativas (P≤0.05).

En la tabla 5 se evidencia que los parámetros medidos en café molido presentaron diferencias entre los tratamientos evaluados, se observan diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en la humedad en todos los tratamientos; así mismo en a<sub>w</sub> para T2 y T3 y el color del grano tostado para T1 y T3. Mientras tanto, los parámetros medidos en el extracto como pH, índice de refracción y color del extracto de la bebida no presentaron diferencias estadísticamente significativas (p>0.05); la acidez por el contrario si presentó diferencias significativas (p<0.05) en T2 y T3.

### HUMEDAD, a<sub>w</sub> Y COLOR EN CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO TIPO AMERICANO

Los parámetros fisicoquímicos del café molido dentro de la capsula pueden asegurar la calidad final de la taza debido a su relación con los parámetros de extracción, por esta razón se evaluó el café molido y su extracto para verificar este supuesto en las muestras evaluadas de los tres tratamientos.

El contenido de humedad (H<sub>bh</sub>) fue significativamente más alto en T1 frente a T2 y T3 (P<0.05), sin embargo, T1 y T2 presentan un porcentaje de humedad alto (4.42 ± 0.42, 3.24 ± 0.45) comparados con los evidenciados por SJ. Lee *et al.* (2017) quien encontró contenidos de humedad para café tostado y molido de 2.04 ± 0.07 % muy cercanos al T3 (2.13 ± 0.65 %). De manera general la a<sub>w</sub> encontradas para T1 y T2 (tabla 5) fueron altas

comparadas con la  $a_w$  de T3 muy similar a los valores de 0.106 reportados por Cardelly y Labuza (2000), quienes además indican que este parámetro influye en la vida útil del café almacenado ya que un aumento de la  $a_w$  de 0.1 puede conducir a un aumento del 60% en deterioro; este resultado puede estar asociado a una baja aceptación sensorial.

El color del grano tostado es un indicador del grado de tostión, que puede ser ligero, medio u oscuro, la coordenada L viene siendo utilizada como índice de tostado (A.S Franca, *et al.*, 2009); en nuestro estudio T1 y T3 (Tabla 5) presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). Según la metodología planteada por A.S Franca *et al.* (2009) el rango de tostado L para T1 y T2 se clasificaría como grado de tosti3n oscuro y T3 en el rango de medio/oscuro. Según los mismos autores el color por sí solo no es un criterio confiable para la evaluaci3n del grado de tosti3n y es importante evaluar tambi3n la p3rdida de peso durante el proceso de tosti3n y volumen del grano.

#### ÍNDICE DE REFRACCIÓN, pH, ACIDEZ TITULABLE Y COLOR DEL EXTRACTO DE LA BEBIDA DE CAFÉ TIPO AMERICANO

Los parámetros pH, índice de refracci3n y color del extracto en coordenada L no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), seg3n Gloess *et al.* (2013) la acidez se puede caracterizar por la medici3n del pH, por lo tanto si el pH aumenta la acidez disminuye, resultados que coinciden con los evidenciados en este trabajo, donde T3 presenta menor acidez y pH mayor comparado con T1 y T2 (Tabla 5); La acidez titulable y el pH se relaci3n entre sí, sin embargo, el mismo autor concluy3 que no es posible relacionarlos con la acidez sensorial; otros autores como Andueza *et al.* (2007) estudiaron este tema y tampoco determinaron ninguna relaci3n entre ellos; mientras que autores como Fuse *et al.* (1997) encontraron una correlaci3n entre el pH del extracto, la acidez titulable y el grado de tostado con la acidez sensorial en café filtrado de Guatemala mediante análisis de inyecci3n de flujo con detecci3n electroquímica y Kampmann *et al.* (1982) identificaron el 67% de los ácidos en el café que contribuyen a la acidez titulable como a la acidez sensorial, siendo el ácido acético y cítrico los de mayor importancia. En relaci3n al contenido de s3lidos solubles, los valores de la tabla 5 son comparables con los reportados por Gloess *et al.* (2013) para un café filtrado, del orden de  $1.03 \pm 0.01$  °Brix.

#### **Análisis sensorial de café tipo americano**

Los resultados obtenidos del anova simple para la evaluaci3n sensorial de cada uno de los seis atributos asociados a la calidad del café y la aceptaci3n global para cada muestra de los tres tratamientos se observan en la tabla 6; Como se puede observar, los atributos visuales o de aspecto como color y oleaginosidad, así como el balance y el sabor residual no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos. El aroma por el contrario si presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para T2 y T3; En el sabor se encontraron similitudes entre T1 y T2 pero ambos tratamientos diferentes a T3; En la aceptaci3n global se observ3 que T3 no tiene diferencias frente a T1 y T2 mientras estos dos últimos si presentaron diferencias entre sí. En ambos atributos el T3 result3 con mayor valoraci3n, consecuentemente con su aceptaci3n global, probablemente por ser el café que se proces3 tres días antes de su encapsulaci3n y extracci3n para evaluaci3n sensorial.

**TABLA 6.** Promedio de la calificación de atributos de calidad en café para cada uno de los tratamientos.

Atributo/Tratamiento	T1	T2	T3
Color	3.33 ± 0.95 a	3.38 ± 1.15 a	3.55 ± 1.18 a
Oleaginosidad	3.21 ± 1.49 a	3.03 ± 1.35 a	3.08 ± 1.36 a
Aroma	2.64 ± 1.22 ab	2.11 ± 1.36 a	2.69 ± 1.48 b
Sabor	1.85 ± 1.45 a	2.07 ± 1.28 a	2.80 ± 1.47 b
Balance	2.73 ± 1.28 a	2.25 ± 1.30 a	2.58 ± 1.44 a
Residual	2.64 ± 1.66 a	2.09 ± 1.49 a	2.61 ± 1.71 a
Aceptación global	2.69 ± 1.45 a	1.12 ± 1.16 b	2.63 ± 1.47 ab

n=3 y media ± desviación estándar. Promedios con letras distintas, en la misma fila, indican diferencia significativa según (P≤0.05).

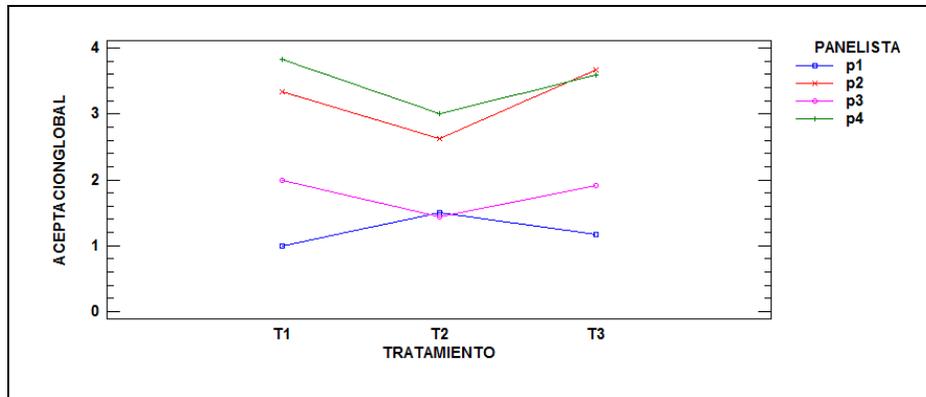
La tabla 7 muestra los resultados del anova simple para calificación global por tipo de panelistas; en general se observa un comportamiento similar en los tres tratamientos con valores bajos otorgados por los evaluadores p1 y p3, mientras que valores altos otorgados por p2 y p4; Como resultado general se observa que los panelistas tipo p2 y p4 otorgaron mayor valoración a los tratamiento T1, T2 y T3.

**TABLA 7.** Promedio de la evaluación de los panelistas para cada tratamiento

Evaluador	Calificación global
<b>T1</b>	
p1	1,0 ± 0,6 a
p2	3,3 ± 1,4 b
p3	2,0 ± 1,3 ab
p4	3,8 ± 0,7 b
<b>T2</b>	
p1	1,5 ± 1,1 a
p2	2,6 ± 0,9 b
p3	1,4 ± 0,9 a
p4	3,0 ± 1,1 b
<b>T3</b>	
p1	1,2 ± 0,7 a
p2	3,7 ± 1,5 b
p3	1,9 ± 1,1 a
p4	3,6 ± 1,1 b

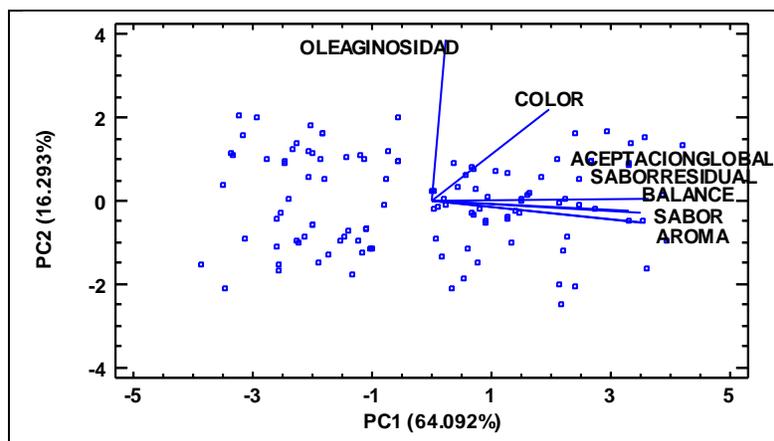
n=3 y media ± desviación estándar. Promedios con letras distintas, en la misma columna para cada tratamiento, indican diferencia significativa (P≤0,05).

En la figura 1 se puede observar el efecto simultaneo de los panelistas y los tratamientos sobre la aceptación global. En todos los casos el T2 resulto con menor valoración sensorial por todos los panelistas, aunque los panelistas p2 y p4 dieron mayor puntaje que los panelistas tipo p1 y p3 para todas las muestras evaluadas; indicando que mayor conocimiento de los atributos sensoriales mayor exigencia en la evaluación de una taza de café.



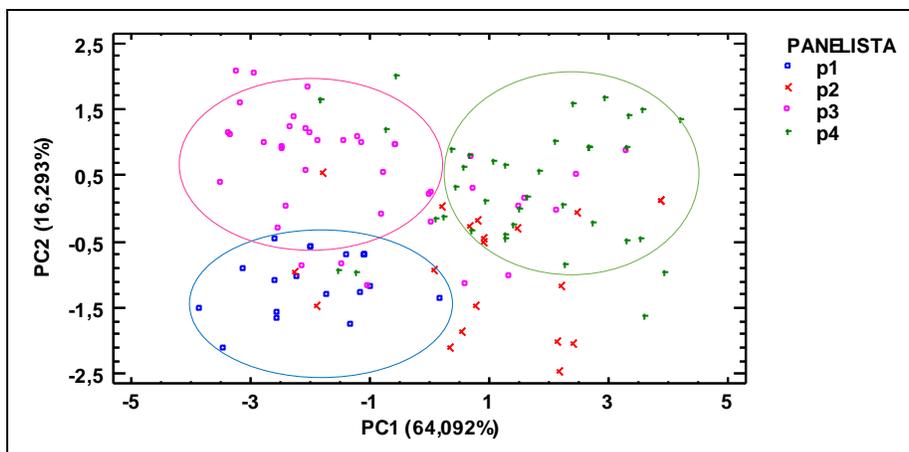
**FIGURA 1.** Gráfico de interacciones de la aceptación global de los cafés tipo americano frente a la aceptación por panelistas.

En la Figura 2 se observa la dimensión conjunta (biplot) entre los componentes 1 y 2 obtenidos del análisis de componentes principales (atributos y panelistas). Se observa que los panelistas asocian los atributos de sabor, sabor residual, balance, aroma y la aceptación global a la hora de aceptar o rechazar este producto; mientras que el color y la oleaginosidad, demostrando una diferenciación entre los atributos visuales y de aspecto y los atributos gustativos y olfativos, resaltando la predominancia de éstos en la aceptación global.



**FIGURA 2.** Gráfico Biplot de los atributos de calidad en el café tipo americano evaluados por los panelistas

La figura 3 muestra las diferencias entre las opiniones de los panelistas en la valoración de las muestras. En esta grafica se observa la tendencia de calificación de los atributos por los panelistas en el panel sensorial en agrupaciones mostradas por los círculos. Es notoria la diferenciación de los grupos de panelistas p1, p3 y p4 en el momento de valorar las muestras, mientras que los p2 presentan dispersión generalizada.



**FIGURA 3.** Comportamiento de resultados del análisis de componentes principales del café tipo americano en su evaluación sensorial por panelistas.

### Comparación fisicoquímica y sensorial de café en cápsulas tipo americano y tipo espresso.

#### CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA EN ESPRESSOS Y AMERICANOS

La tabla 8 presenta los resultados de la comparación del café molido contenido en cápsulas tipo espresso (CCE) y cápsulas tipo americano (CCA), además se incluye la comparación de los parámetros obtenidos en los extractos resultantes de las cápsulas extraídas con las cafeteras monodosis tipo espresso y tipo americano. El contenido de humedad (%H<sub>bh</sub>) en CCE presentó diferencias estadísticamente significativas frente a CCA. En el análisis de los extractos, la a<sub>w</sub> y el color de tostión no presentaron diferencias significativas en los dos tipos de bebidas; mientras que el pH y el índice de refracción medidos en el extracto de la bebida si presentaron diferencias estadísticamente significativas en ambos casos.

**TABLA 8.** Parámetros fisicoquímicos en café tostado molido y en la bebida para cápsulas comerciales de café tipo americano y tipo espressos.

Parámetros fisicoquímicos	Tipo de pods	
	Espresso (CCE)	Americano (CCA)
Humedad (%)	2,5 ± 0,4 a	4,0 ± 0,5 b
a <sub>w</sub> a 25°C	0,2 ± 0,09 a	0,4 ± 0,1 a
Color de tostion (°L)	23,1 ± 0,5 a	24,1 ± 1,7 a
pH	5,2 ± 0,1 a	4,9 ± 0,1 b
Índice de refracción (°Brix)	4,0 ± 0,6 a	1,5 ± 0,6 b
Color del extracto (°L)	31,2 ± 2,3 a	29,0 ± 1,0 a
Acidez titulable (%)	27,1 ± 5,0 a	29,6 ± 5,2 a

n=3 y media ± desviación estándar. Promedios con letras distintas, en la misma fila para cada tratamiento, indican diferencia significativa (P≤0,05).

El contenido de humedad en CCA es significativamente más alto que en CCE, presentándose un alto contenido de humedad en CCA (4,0 ± 0,5 %), este resultado puede estar influenciado por el proceso de almacenamiento que depende principalmente de factores relacionados con aspectos ambientales y tecnológicos como la disponibilidad de oxígeno y humedad, el área

superficial expuesta, la temperatura y el material del empaque (Manzocco y Lagazio, 2009); mientras las CCE presentaron un  $\%H_{hb}$  ( $2,5 \pm 0,4 \%$ ) similar al encontrado por Lee *et al.* (2017) para café tostado y molido. Aparentemente el resultado indica que las CCE permiten menor intercambio de vapor de agua entre el interior del empaque y el medio ambiente circundante. Adicionalmente, teniendo en cuenta que Cardelly y Labuza (2000) reportaron  $a_w$  de 0,106% para café tostado y molido, los valores de  $a_w$  encontrados para CCA ( $0,4 \pm 0,1 \%$ ) fueron mucho más alta, a diferencia de los valores de  $a_w$  para CCE ( $0,2 \pm 0,09 \%$ ) que estuvieron más cercana a la encontrada por el mismo autor.

El color de tosti3n en el café molido de las CCE y las CCA no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), las magnitudes de la coordenada L obtenidas ( $23,1 \pm 0,5$  y  $24,1 \pm 1,7$ ) corresponden al grado de tosti3n oscura de acuerdo a la clasificaci3n planteada por Franca *et al.* (2009), este resultado est3 ligado al concepto generalizado para la preparaci3n de caf3s americanos y espressos, en el que para niveles de tosti3n similares la diferencia se expresa en el volumen de agua utilizada para la extracci3n de la bebida.

El 3ndice de refracci3n expresado en °Brix medido en el extracto de las bebidas, dan como resultado que el contenido de s3lidos disueltos son mayores en el caf3 espresso que en caf3 americano como lo muestra la tabla 8 para CCE con  $4.0 \pm 0.6 \%$  y para CCA con  $1.5 \pm 0.6 \%$ ; Estos resultados refuerzan la teor3a de Gloess *et al.* (2013) donde determin3 que los espressos presentaron un 3ndice de refracci3n mayor al 4.0 %, el autor evalu3 este par3metros en diferentes maquinas: una m3quina para caf3 espresso semiautom3tica, una maquina autom3tica y una m3quina para monodosis marca Nespresso. En el caso del caf3 tipo americano, el mismo autor determin3 3ndices de refracci3n un poco mayor al 1.0 %; encontrando para el extracto del caf3 filtrado un 3ndice de refracci3n de  $1.03 \pm 0.01 \%$  y para la prensa francesa  $1.43 \pm 0.01 \%$ , estos resultados tienen similitud con los encontrados para las CCA.

La acidez evaluada mediante pH de la bebida es mayor en caf3s americanos que en caf3s epressos, caracter3stica que podr3a insinuar mayor acidez sensorial en el caf3 tipo americano seg3n los resultados mostrados en la tabla 8. El pH para las CCE es de  $5,2 \pm 0,1$  y para las CCA de  $4,9 \pm 0,1$ , estos resultados son similares a los encontrados por Ludwig *et al.*, (2012) donde el caf3 filtrado con relaci3n agua-caf3 del 6.0 % y tiempo de extracci3n de 75 segundos presenta un pH  $5.12 \pm 0.01$  y para espresso (15% relaci3n agua-caf3 y 16 segundos de extracci3n) se encontr3 un pH de  $4.9 \pm 0.01$ . Otros resultados como los obtenidos por Fujioka *et al.*, (2008) mostraron que el pH en la bebida est3 relacionado con la presencia de 3cidos clorog3nicos; este autor encontr3 que el pH en siete tipos de caf3s comerciales (con una relaci3n agua-caf3 de 3% y filtrados) var3a desde  $4.95 \pm 0.01$  hasta  $5.99 \pm 0.01$  resultados muy parecidos a los mostrados en la tabla 8.

## COMPARACI3N SENSORIAL ENTRE ESPRESSOS Y AMERICANOS

La tabla 9 muestra la aceptaci3n sensorial de bebidas tipo espresso y americano. El panel sensorial clasificado en p1, p3 y p4 (catadores expertos en metodolog3a SCAA, consumidores colombianos habituales de caf3 de calidad y consumidores inexpertos) obtuvieron resultados

homogeneos (figura 3), por esta razón no involucramos a p2 para no alterar los resultados. En la misma tabla Se observa que no existen diferencias entre bebidas, sin embargo, en un análisis detallado los p1 y p3 valoran con menos magnitud los atributos gustativos y olfativos en los dos tipos de bebida.

**TABLA 9.** Evaluación de los atributos de calidad para cápsulas comerciales tipo café americano y espressos por el panel seleccionado.

Atributos de calidad	Panelistas	Tipo de bebida	
		CCE	CCA
Color	P1-P3	3.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	3.1 ± 1.0 <sup>a</sup>
	P2	3.8 ± 0.9 <sup>b</sup>	3.6 ± 0.8 <sup>a</sup>
Aroma	P1-P3	2.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.9 <sup>a</sup>
	P2	3.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.8 <sup>b</sup>
Sabir	P1-P3	1.9 ± 0.9 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.9 <sup>a</sup>
	P2	3.0 ± 1.3 <sup>b</sup>	3.0 ± 1.2 <sup>b</sup>
Balance	P1-P3	1.9 ± 0.9 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.8 <sup>a</sup>
	P2	3.2 ± 1.3 <sup>b</sup>	2.6 ± 1.2 <sup>b</sup>
Sabor residual	P1-P3	1.7 ± 1.1 <sup>a</sup>	1.2 ± 1.2 <sup>a</sup>
	P2	3.1 ± 1.8 <sup>b</sup>	2.9 ± 1.1 <sup>b</sup>
Calificación global	P1-P3	1.8 ± 0.9 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.9 <sup>a</sup>
	P2	2.8 ± 1.3 <sup>b</sup>	2.8 ± 1.3 <sup>b</sup>
Espuma	P1-P3	2.9 ± 1.2 <sup>a</sup>	-----
	P2	4.6 ± 0.5 <sup>b</sup>	-----

n=3 y media ± desviación estándar. Promedios con letras distintas, entre columnas y tipo de bebida, indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

La espuma se evaluó solo en espressos ya que los americanos no generan espuma. Los panelistas describieron notablemente la espuma de las cápsulas de espresso, aunque fue criticada por ser dispersa y poco homogénea. Según Gloess *et al.* (2013) que comparo varios métodos de preparación de espressos, encontró que la espuma de las cápsulas de espresso era notablemente mayor y de color más intenso comparada y que el espresso de la maquina semiautomática tenía la mejor espuma.

Según los resultados mostrados en la tabla 8, la mayor acidez titulable y la concentración de pH se da en el café tipo americano, lo que llevaría a pensar que es posible relacionarlo con la acidez sensorial, pero los panelistas describieron mayor acidez sensorial en los espressos. Para demostrar esto, es necesario hacer investigación a profundidad de la acidez titulable, el pH y la acidez sensorial en un panel experto. El objetivo de este trabajo de investigación no fue evaluar solo catadores expertos, sino un panel de aceptación de consumidores de café, por esta razón, no podemos asegurar que la acidez en el café americano se debe directamente a la acidez sensorial percibida por el panel.

En las bebidas tipo espresso se presentó mayor aceptación por los panelistas en comparación con los cafés tipo americano.

## CONCLUSIONES

Se encontró un alto contenido de humedad y  $a_w$  en el café molido en cápsulas comerciales tipo americano y espresso, esto puede afectar considerablemente la aceptación sensorial ya que altos contenidos de humedad pueden ser indicadores de interacción del producto con el medio ambiente dado el alto grado de higroscopicidad del café. Así mismo, los parámetros fisicoquímicos estudiados no permitieron demostrar la correlación entre pH y acidez titulable frente a la acidez sensorial por lo que se recomienda profundizar en el tema evaluando el contenido de acidez mediante análisis químico, acidez titulable, pH y acidez sensorial.

En todos los casos se encontró que los panelistas valoraron de manera separada los atributos de color, oleaginosidad y espuma en relación a los demás atributos asociados a los sentidos del olfato y del gusto; A pesar de que se encontraron diferencias en los parámetros sensoriales evaluados y entre los tipos de panelistas estudiados, de manera general el grado de aceptación de las bebidas extraídas para cápsulas tipo espresso y americano fue bajo, en ningún caso alcanzo puntuaciones iguales o superiores a 4.0, esto puede estar asociado a la costumbre del consumo de cafés filtrados de los panelistas.

Finalmente se encontró que los panelistas tuvieron preferencias por el café espresso extraído en monodosis. En general, las cápsulas de café tipo americano y espresso tuvieron una baja aceptación.

## REFERENCIAS

- 1) Andueza, S., Vila, M.A., Paz de Peña, M. y Cis, C. (2007) "Influence of coffee/water ratio on the final quality of coffee", *J Sci Food Agric*, 87, pp. 586-592.
- 2) Albanese, D., Di Mateo, M., Poiana, M. y Spagnamusso, S. (2009) "Espresso coffee (EC) by POD: Study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical-physical and sensorial properties", *Food Research International*, 42 (5-6). Pp. 727-732.
- 3) Belitz, H.D., Grosch, W. y Schieberle, P. (2009) "café, té y cacao" Vaticano Springer, Berlin.
- 4) Bicho, N.C., Leitao, A.E., de Albarenga, N.B. y Lidon, F.C. (2013) "Impact of roasting time on the sensory profile of Arabica and Robusta coffee", *Ecology of Food and Nutrition*, 52 (2), pp. 163-177.
- 5) Bhumiratana, N., Adhikari, K. y Chambers, E. (2011) "Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee", *LWT - Food Science and Technology*, 44 (10), pp. 2185-2192.
- 6) Bustos-Vanegas, J.D., Correa, P.C., Martins, M.A., Baptestini, F.M., Campos, R.C., de Olivera, G.H.H. y Nunes, E.H.M. (2018) "Developing predictive models for determining

- physical properties of coffee beans during the roasting process”, *Industrial Crops & Products*, 112, pp. 839-845
- 7) Buffo, A y Cardelli-Freire, C. (2004) “Coffee flavour: An overview” *Flavour and Fragrance Journal*, 19, pp. 99-104.
  - 8) Cardelli, C. y Labuza, T.P. (2001) “Application of Weibull Hazard analysis to the determination of the shelf life of roasted and ground coffee”, *LWT-Food Science and Technology*, 34 (5), pp. 273-278.
  - 9) Clarke, R.J. (1987) “Roasting and Grinding” R.J. Clarke, R. Macrae (Eds.), *Coffee*, Vol 2: Technology, Elsevier Applied Science, London, pp. 73-108.
  - 10) Corrochano, B.R., Melrose, J.R., Bentley, A.C., Fryer, P.J. y Bakalis, S. (2014) “A new methodology to estimate the steady-state permeability of roast and ground coffee in packed beds”, *Journal of Food Engineering*, 150, pp. 106-116.
  - 11) Czerny, M., Mayer, F. y Grosch, W. (1999) “Sensory study on the character impact odorants of roasted Arabica coffee”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (2), pp. 695-699.
  - 12) Farah, A. (2012) “Coffee 21”, Y.F. Chu (Ed), *Coffee: Emerging health effects and disease prevention*, Wiley-Blackwell, Chacago, II, USA, pp. 21-58.
  - 13) Franca, A.S., Oliveira, L.S., Oliveira, R.C.S., Agresti, P.C.M. y Augusti, R. (2009) “A preliminary evaluation of the effect of processing temperatura on coffee roasting degree assessment”, *Journal of Food Engineering*, 92 (3), pp. 345-352.
  - 14) Fujioka, K. y Shibamoto, T. (2008) “Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees”, *Food Chemistry*, 106 (1), pp. 217-221.
  - 15) Fuse, T., Kusu, F. y Takamura, K. (1997) “Determination of acidity f coffee by flow injection analysis with electrochemical detection” *J Agric Food Chem*, 45, pp. 2124-2127.
  - 16) Gloess, A.N., Schonbachler, B., Klopprogge, B., D’Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., Strittmatter, A., Rast, M. y Yeretzián, C. (2013) “Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis”, *Eur Food Res Technol*, 236 (4), pp. 607-627.
  - 17) Hernandez, J.A., Heyd, B., Irlés, C., Valdovinos, B. y Trystram, G. (2007) “Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting”, *Journal of Food Engineering*, 78 (4), pp. 1141-1148.
  - 18) Hernandez, J.A., Heyd, B., y Trystram, G. (2008) “Prediction of brightness and surface area kinetics during coffee roasting”, *Journal of Food Engineering*, 89, pp. 156,163.
  - 19) Kampmann, B. y Maier, H.G. (1982) “Sauren des Kaffes”, *I Chinasaure Z Lebensm Unters Forsch*, 175, pp. 333-336.
  - 20) Kreuml, M.T.L., Majchrzak, D., Ploederl, D. y Koenig, J (2013) “Changes in sensory quality characteristics of coffee during storage”, *Food Science & Nutrition*, 1 (4), pp. 267-272.
  - 21) Lee, S.J., Kim, M.K. y Lee, K.-G. (2017) “Effect of reversed coffee grinding and roasting process on physicochemical properties including volatile compound profiles”, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, pp. 97-102.

- 22) Lingle, T.R (1996) "The coffee brewing handbook", Specialty Coffee Association, Long Beach, California.
- 23) Ludwig, I.A., Sanchez L., Caemmerer, B., Kroh, L.W., de Peña, M.P. y Cid, C. (2012) "Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method", *Food Research International*, 48 (1), pp. 57-64.
- 24) Manzocco, L. y Lagazio, C. (2009) "Coffee brew shelf life modelling by integration of acceptability and quality data", *Food Quality and Preference*, 1 (20), pp. 24-29.
- 25) Mori, E.M.M., Bragagnolo, N., Morgano, M.A., Anjos, V.D.A, Yotsuyanagi, K. y Faria, E.V. (2003) "Brazil coffee growing regions and quality of natural, pulped natural and washed coffees", *Food and Food Ingredients Journal of Japan*, 208 (1), pp. 416-423.
- 26) Nunes, F.M., Coimbra, M.A., Duarte, A.C. y Delgado, I. (1997) "Foamability, foam stability and Chemical composition of espresso coffee as affected by the degree of roast" *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 45, pp. 3238-3243.
- 27) Petracco, M. (2001) "Chapter 7-Technology IV: Beverage preparation: Brewing trends for the new millennium", R.J. Clarke, O.G. Vitzthum (Eds.), *Coffee-Recent developments*, Blackwell Science.
- 28) Schenker, S. (2000) "Investigations on the hot air roasting of coffee beans", Thesis, Swiss Federal Institute of Technology.
- 29) Tozzi, F. (2007) "Dalla moka alla cialda", *Largo Consumo*, 7, pp. 26-28
- 30) Voilley, A., Sauvageot, F., Simatos, D. y Wojcik, G. (1981) "Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew", *Journal of Food Processing and Preservation*, 5 (3), pp. 135-143.
- 31) Wang, X., Willian, J., Fu, Y. y Lim, L.-T. (2016) "Effects of capsule parameters on coffee extraction in single-server brewer", *Food Research International*, 89 (1), pp. 797-805.
- 32) Zanin, R.C., Corso, M.P., Kitzberger, C.S.G., Scholz, M.B.D.S y Benassi, M.D.T (2016) "Good cup quality roasted coffee show wide variation in chlorogenic acids content", *LWT-Food Science and Technology*, 74, pp. 480-483