

Llamado a realizar un adecuado uso de los subproductos del café

Call to make an adequate use of coffee by-products

Jessica P. Jiménez-Ochoa¹
Nelson Gutiérrez-Guzmán²

Resumen

En la actualidad la cantidad de residuos generados por la industria del café es aproximadamente de 784.000 ton/año de biomasa residual, que incluyen el mucilago, pulpa, cascarilla, café molido mojado (Borra), entre otros (Serna-Jiménez, 2018); Este artículo presenta una propuesta de solución a los actuales problemas de eliminación de subproductos en la industria cafetera, tomando como base el proyecto: Desarrollo de un nuevo producto de infusión a base de pulpa de café deshidratada (sultana), cofinanciado por Colciencias y la universidad Surcolombiana, en el cual se evaluó el comportamiento químico de la pulpa de café deshidratada, así como la caracterización física y sensorial de la infusión. Realizado con el propósito de transmitir los resultados a los pequeños productores del sector cafetero, incentivándolos a implementar el uso de los subproductos, generando el valor añadido al café con bajos costos de inversión.

Palabras Clave: Pulpa de café, valor añadido, sector cafetero, Minciencias.

Abstract

Currently the amount of waste generated by the coffee industry is approximately 784.000 ton/year of residual biomass, which include mucilage, pulp, husk, wet ground coffee (Borra), among others (Serna-Jiménez, 2018); This article presents a proposed solution to the current problems of by-product disposal in the coffee industry, based on the project: Development of a new infusion product based on dehydrated coffee pulp (sultana), co-financed by Colciencias and the Surcolombiana university, in which the chemical behavior of dehydrated coffee pulp was evaluated, as well as the physical and sensory characterization of the infusion. This project was carried out with the purpose of transmitting the results to small producers in the coffee sector, encouraging them to implement the use of by-products, generating added value to coffee with low investment costs.

Keywords: Coffee pulp, added value, coffee sector, Minciencias.

Generalidades del café

Los cafetos son arbustos tropicales de hojas verdes que producen frutos carnosos rojos o púrpuras, llamados cerezas de café, presentan dos núcleos que contienen cada uno un grano o semilla de café de color verde, pertenecen al género *Coffea* (Rubiaceae), que engloba a más de un centenar de especies, de las cuales dos son las más cultivadas y comercializadas: *Coffea arabica* en sus variedades Typica y Bourbon (Arábica) y *Coffea canephora* (Robusta). (Pacheco et al. 2018). El café es una de las bebidas más populares del mundo, su importancia comercial creció constantemente durante los últimos 150 años. La palabra Café se ha originado del árabe la palabra Quahweh. Hoy en día su popularidad se identifica por varios términos en varios países como café (francés), caffè (italiano), kaffee (alemán), koffie (holandés) y coffee (inglés) (Murthy y naidu, 2012). Es un producto agrícola esencial y una bebida de amplio consumo.

En Colombia, la actividad cafetera ha representado un eslabón muy importante en la economía nacional. A pesar de las crisis que han sido representadas en altos costos de producción y los bajos niveles de cosecha, el café continúa siendo un eje articulador relevante en el desarrollo rural del país. En el 2018, la federación nacional de cafeteros reportó una participación de 560.000 fincas dedicadas al cultivo de café, lo que se traduce en 948.000 hectáreas sembradas, de las cuales el 27% están sembradas con la variedad Colombia; y el resto principalmente corresponde a las variedades Típica, Caturra y Borbón, ocupando un 66% del área cultivada en el país, y logra catalogarse como el producto con mayor participación entre los demás cultivos registrados (Serna-Jiménez et al. 2018).

A pesar de ser una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, ser de gran importancia para la economía de nuestro país, se debe resaltar que durante su procesamiento de la cereza a la taza se generan alrededor de 784.000

¹ Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, Centro Surcolombiano de investigación en café "CESURCAFÉ", Ingeniera agrícola. Neiva, Colombia. Contacto: jessica-jimenez12@hotmail.com

² Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, Centro Surcolombiano de investigación en café "CESURCAFÉ". PhD. Tecnología de alimentos. Neiva, Colombia.a

toneladas/año de biomasa residual, que incluyen el mucilago, pulpa, cascarrilla, café molido mojado (Borra), entre otros (Serna-Jiménez et al. 2018), puesto que solo se da uso al 5% del peso del fruto para la preparación de la bebida. Dependiendo del tipo de beneficio, la pulpa de café y la cáscara son los primeros subproductos, y representan el 29% y el 12% del total de la cereza de café (peso en seco) respectivamente (Janissen y Huynh, 2018), comprenden cerca del 45% de la cereza (Esquivel y Jiménez, 2012).

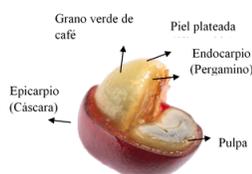


Fig. 1. Sección típica de una cereza de café.

El alto volumen de residuos lleva a un problema ambiental, teniendo en cuenta que en muchos casos se vierte a cuerpos de agua. En otros casos los residuos se dejan descomponer sobre el suelo de manera no controlada, y pueden producir problemas fitosanitarios y contaminación cruzada. Partiendo de que en estos residuos se pueden encontrar compuestos bioactivos, podrían usarse como materia prima para nuevos procesos, a través de la extracción de estos componentes (Serna-Jiménez et al. 2018). La pulpa puede ser reutilizada con diversos fines, entre ellos la extracción de cafeína y polifenoles (Esquivel y Jiménez, 2012).

Dentro de los potenciales usos de la pulpa de café se encuentra la producción de papel amate (Aguilar-Rivera y otros. 2014), además de la producción de compuestos fenólicos por medio de la pulpa fermentada, destacándose la presencia de ácidos clorogénicos (Rodríguez-Durán et al. 2014 y Heeger et al. 2017), seguido del ácido ferulico y p-cumarico (Palomino y otros., 2015). Es por esto por lo que se planteó y se desarrolló el proyecto titulado “Desarrollo de un nuevo producto de infusión a base de pulpa deshidratada de café (Sultana)”. En este trabajo se evaluó el aprovechamiento de la pulpa de café deshidratada en la preparación de infusiones, teniendo en cuenta que el consumo de una bebida a base de pulpa representa una ingesta de hasta 64% de antioxidantes (Pérez-Hernández et al. 2013).

Para dicha evaluación se establecieron puntos de partida importantes como los tratamientos térmicos en la deshidratación de la sultana (TC, T50 y T60), la cuantificación de ácido clorogénico y cafeína, como también la aceptación sensorial de la bebida. El proyecto se inició con la obtención de la materia prima en cereza de café, la cual fue

lavada, seleccionada y despulpada. Para la evaluación se realizó un análisis de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier ATR-FTIR, ésta se realizó de acuerdo a la metodología empleada por Barrios et al. 2020 y Guzmán et al. 2018, seguida por la cuantificación de ácido clorogénico y cafeína mediante cromatografía líquida, finalizando con la caracterización física y sensorial de la bebida, en la cual se determinaron parámetros como sólidos solubles, pH, acidez titulable (ICONTEC, 2004) y color; sensorialmente la bebida se evaluó con la participación de jueces semientrenados.

Con el procesamiento de los datos obtenidos a partir de la pulpa y la infusión, se obtuvo que el análisis de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier ATR-FTIR permitió identificar picos de interés asociados con diferentes compuestos químicos presentes en el café como la cafeína, los carbohidratos, el agua y las proteínas (Ribeiro et al. 2011; Reis et al. 2013a), resaltando que los valores más altos de absorbancia los presentó el TC.

Las zonas de absorbancia para los distintos compuestos químicos se asociaron a las reportadas por otros autores (Figura 2), como es el caso de las proteínas, que se asocian a los números de onda 1550- 1567 cm^{-1} y 1653 cm^{-1} , debido a la flexión del NH en los grupos amida II, y las vibraciones del NH₂ en los grupos amida I, respectivamente (Craig et al. 2014); las zonas de absorbancia relacionadas con la presencia de cafeína son los números de onda 2920 y 2850 cm^{-1} , según (Paradkar Irudayarai, 2002), éstas mismas se han asociado a la vibración del enlace C-H del grupo metilo de la molécula de cafeína reportadas (Craig et al. 2012a; Craig et al. 2012b; Reis et al. 2013a) también reportaron que los números de onda de 2922-2855 cm^{-1} están asociados principalmente con la cafeína; estos rangos de número de onda reportados por los autores se relacionan con los encontrados en el proyecto desarrollado.

Como también se encontraron reportes por otros autores que no se asocian a los resultados obtenidos, los cuales mencionan la presencia de la cafeína en el rango de 1650- 1600 cm^{-1} en el espectro infrarrojo medio, esto asociado a la absorción por parte de las amidas cíclicas (Craig et al. 2014). Los picos de absorbancia en la zona 1450-1000 cm^{-1} están asociados a la presencia de ácidos clorogénicos según lo reportado por Lyman et al., 2003, en los resultados obtenidos se observó una alta absorbancia en el número de onda 1021 cm^{-1} para los tres tratamientos, siendo esta reportada como zona asociada con la presencia del grupo funcional éster C=O=C (Silverstein, Webster, Kiemle, 2005).

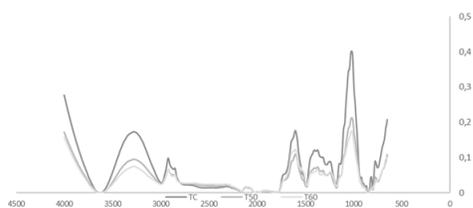


Fig. 2. Identificación de los compuestos químicos de la sultana en la espectroscopia infrarroja obtenida de ART-FTIR, sometida a normalización y corrección de línea base.

Por medio del análisis de componentes principales se evidenció una explicación del 70.3% del total de la varianza con los dos primeros componentes (Figura 3).

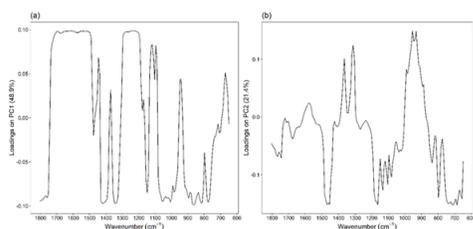


Fig. 3. Carga de las longitudes de onda 1800-600 cm^{-1} por componentes principales (PC1 y PC2).

En la Figura 3a, se logran evidenciar los rangos o números de onda relacionados con los distintos compuestos químicos, los cuales presentan asociación con uno de los dos componentes principales. Para el PC1 se evidenciaron comportamientos asociados con la presencia de ácidos clorogénicos y la cafeína, según lo reportado por Ribeiro et al., 2011, reportando los números de onda 1700-1600 cm^{-1} , y Lyman et al. 2003 reportaron para 1450 cm^{-1} . Lo obtenido para el PC2 (Figura 3b), se relaciona con lo reportado con varios autores que mencionan la presencia de ácidos clorogénicos por la absorbancia en la región 1300-1150 cm^{-1} (Clifford et al. 2006).

compuestos químicos, se realizó la cuantificación de la cafeína y el ácido clorogénico; los valores más altos de cafeína los obtuvo (TC) presentando valores entre (8.87-9.28 mg/g). Seguida por T60 con valores (7.97-8.15 mg/g) y el T50 se posicionó con el menor contenido de cafeína (5.76-5.93 mg/g). Los valores obtenidos en general no presentaron similitud con otros estudios, en Bolivia reportaron valores más altos (Pacheco, et al, 2018), otros autores reportaron valores por debajo de los encontrados a (Janissen et al. 2018; Hegge, et al. 2017). Estas diferencias dadas

por la variedad de café usada, tiempo de cosecha, estado de madurez del fruto, entre otras (Cheng et al. 2016).), recordando que en el proyecto el tratamiento con mayor contenido de ácido clorogénico fue el T50 (4.63-4.76 mg/g), en general se obtuvieron valores por debajo de los reportados por otros autores (Hegger et al. 2017; Janissen et al. 2018), estos resultados posiblemente porque solo se reporta el contenido del ácido 5-Ocafeoilquinico, cuando normalmente se reporta el contenido de los ACG totales, los cuales se encuentran valores alrededor de 37 mg/g (Clifford et al. 2006) y alrededor de 7 mg/g sultana (Clifford et al. 1991).

Los resultados fisicoquímicos obtenidos entre tratamientos presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), las diferencias de temperatura por tratamiento afectaron tanto el contenido de sólidos solubles, el pH, acidez, como el color. A nivel sensorial, se evidenció la preferencia por parte de los jueces a nivel general y por atributos por el tratamiento a 60 $^{\circ}\text{C}$, presentado los valores más altos para color, sabor, aroma y aceptación general.

El proyecto desarrollado permitió conocer la aceptabilidad de consumo de la bebida, identificar y corroborar lo reportado por otros autores en cuanto a las propiedades que posee la pulpa de café y su potencial para ser usado en la elaboración de otros productos.

Teniendo en cuenta que el café es uno de los productos más importantes a nivel mundial, su producción abarca una gran cantidad de actividades, que además de generar ingresos económicos y empleos, también genera residuos o subproductos; es por esto por lo que aparece la necesidad vital de contrarrestar la producción de residuos dando a estos un uso adecuado e inclusión en las diferentes industrias. Recordando que la pulpa y la cascara representan aproximadamente el 45% del peso del fruto (Esquivel y Jiménez, 2012), significa que más de la mitad del peso del café cosechado no genera utilidades para el agricultor; es por esto por lo que el uso de este subproducto no solamente representaría la disminución en la contaminación, sino un ingreso al caficultor o valor añadido al café.

La pulpa deshidratada o sultana ya no sería eliminada si no que entraría a presentar alta demanda por parte de otras industrias para su uso. Actualmente, a nivel nacional se encuentran empresas enfocadas en el estudio de la sultana para la preparación de bebidas o bolsas de té, como también a nivel internacional ya existe una empresa dedicadas a la producción de bebidas refrescantes donde su principal componente de preparación es la sultana.

Se debe considerar que la composición química de los subproductos del café varía muy poco, sin embargo, estas pequeñas diferencias pueden tener grandes limitaciones para sus aplicaciones de valor añadido, y es aquí donde

deben surgir nuevas ideas de investigación enfocadas en esos subproductos como la cascarilla, los granos gastados conocidos comúnmente como la borra luego de preparar una taza de café; identificar sus compuestos para así lograr darles un espacio en las industrias, bien sea de fertilizantes, biocombustibles, elaboración de compostajes, entre otros potenciales usos. El desarrollo de este tipo de proyectos en los cuales se evalúa una viabilidad con el fin de contrarrestar un problema actual, son bastante enriquecedores, no solamente por lo que se aprende a lo largo del proyecto, como el manejo de equipos, organización de actividades, cooperación con un grupo de trabajo, interpretación de resultados; si no por lo que se puede lograr y con lo que se puede contribuir a una población como en este caso son los caficultores, el poder entregar conocimiento que ellos pueden aplicar fácilmente en sus fincas, que no necesitan de grandes tecnologías para mejorar, las actividades están al alcance de ellos; sumado a eso la generación de ingresos a largo plazo por la venta de la pulpa deshidratada.

Por otro lado se debe resaltar que en el proceso no solamente se tienen cosas positivas, como joven investigador, a pesar de ser tú mismo quien formula el proyecto y establece como se va a desarrollar, en el camino te encuentras con eventos que ameritan acudir a alguien más para que te capacite, te brinde una mano o te aporte para solucionar un inconveniente, siendo estos puntos con poca relevancia, porque la experiencia adquirida en estos programas de investigación es enorme; te hacen ver más allá de un producto, te hacen estar en un estado de inconformismo contigo mismo, siempre vas a querer aprender más, saber el porqué de las cosas.

Referencias Bibliográficas

- Pacheco, Teresa M., y Torrez Álvarez, Sergio, y Almanza, Giovanna R. (2018). Cuantificación de compuestos bioactivos en cáscara de *coffea arabica* en Bolivia. *revista boliviana de química*, 35 (5), 123-132. issn: 0250-5460. disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426358213001>
- Barrios Rodriguez, Y. F., Salas Calderon, K. T., Girón Hernández, J. (2020). Comparison of sensory attributes and chemical markers of the infrared spectrum between defective and non-defective Colombian coffee samples. *Coffee Science*, 15, 1–10. <https://doi.org/10.25186/v15i.1659>
- Murthy, P. S., Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Cheng, B., Furtado, A., Smyth, H. E., Henry, R. J. (2016). Influence of genotype and environment on coffee quality. *Trends in Food Science Technology*, 57, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.003>
- Clifford, M. N., Knight, S., Surucu, B., Kuhnert, N. (2006). Characterization by LC-MS of Four New Classes of Chlorogenic Acids in Green Coffee Beans: Dimethoxycinnamoylquinic Acids, Diferuloylquinic Acids, Caffeoyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids, and Feruloyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 1957–1969. <https://doi.org/10.1021/jf0601665>
- Clifford, M., Ramirez-Martinez, J. (1991). Phenols and caffeine in wet-processed coffee beans and coffee pulp. *Food Chemistry*, 40(1), 35–42. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90017-i](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90017-i)
- Craig, A. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S. (2012a). Discrimination between defective and non-defective roasted coffees by diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy. *LWT*, 47(2), 505–511. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.02.016>
- Craig, A. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S. (2012b). Evaluation of the potential of FTIR and chemometrics for separation between defective and non-defective coffees. *Food Chemistry*, 132(3), 1368–1374. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.121>
- Craig, A. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Irudayaraj, J., Ilejki, K. (2014). Application of elastic net and infrared spectroscopy in the discrimination between defective and non-defective roasted coffees. *Talanta*, 128, 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.05.001>
- Esquivel, P., Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Guzman, N. G., Bahamón Monje, A. F., Parado Muñoz, L. X. (2018). ATR-FTIR FOR DISCRIMINATION OF ESPRESSO AND AMERICANO COFFEE PODS. *Coffee Science*, 13(4), 550. <https://doi.org/10.25186/cs.v13i4.1499>
- Heeger, A., Kosińska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E., Andlauer, W. (2017). Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage. *Food Chemistry*, 221, 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.067>
- ICONTEC., 2004. Norma Técnica Colombiana NTC 5247. Café tostado en grano o molido. Determinación de la acidez titulable.

- Janissen, B., Huynh, T. (2018). Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.001>
- Lyman, D. J., Benck, R., Dell, S., Merle, S., Murray-Wijelath, J. (2003). FTIR-ATR Analysis of Brewed Coffee: Effect of Roasting Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3268–3272. <https://doi.org/10.1021/jf0209793>
- PALOMINO García, L. R., BIASETTO, C. R., ARAUJO, A. R., BIANCHI, V. L. D. (2015). Enhanced extraction of phenolic compounds from coffee industry's residues through solid-state fermentation by *Penicillium purpurogenum*. *Food Science and Technology*, 35(4), 704–711. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6834>
- Paradkar, M. M., Irudayaraj, J. (2002). Rapid determination of caffeine content in soft drinks using FTIR-ATR spectroscopy. *Food Chemistry*, 78(2), 261–266. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(02\)00116-4](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(02)00116-4)
- Pérez-Hernández, L. M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L. N., Gámez Meza, N. (2013). COMPUESTOS FENÓLICOS, MELANOIDINAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE CAFE VERDE Y PROCESADO DE LAS ESPECIES *Coffea arabica* Y *Coffea canephora*. *BIOtecnia*, 15(1), 51. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i1.136>
- Reis, N., Franca, A. S., Oliveira, L. S. (2013). Quantitative evaluation of multiple adulterants in roasted coffee by Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy (DRIFTS) and chemometrics. *Talanta*, 115, 563–568. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.06.004>
- Ribeiro, J., Ferreira, M., Salva, T. (2011). Chemometric models for the quantitative descriptive sensory analysis of Arabica coffee beverages using near infrared spectroscopy. *Talanta*, 83(5), 1352–1358. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.11.001>
- Rodríguez-Durán, L. V., Ramírez-Coronel, M. A., Aranda-Delgado, E., Nampoothiri, K. M., Favela-Torres, E., Aguilar, C. N., Saucedo-Castañeda, G. (2014). Soluble and Bound Hydroxycinnamates in Coffee Pulp (*Coffea arabica*) from Seven Cultivars at Three Ripening Stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(31), 7869–7876. <https://doi.org/10.1021/jf5014956>
- Serna-Jiménez, J. A., Torres-Valenzuela, L. S., Martínez Cortínez, K., Hernández Sandoval, M. C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, 31(1), 37–42. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds* (7.a ed.). John Wiley Sons Inc. <https://www.researchgate.net/profile/IsamEldinElgailani2/post/FTIR-books-for-identification-of-a-compound/attachment/59ddb7274cde260ad3cea745/AS%3A548158448705536%401507702566413/download/Silverstein+-+Spectrometric+Identification+of+Organic+Compounds+7th+ed.pdf>