Extracción de aceite de café

Extracting oil from coffee

Elkin Mauricio López Fontal[1]

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza la extracción de aceite de café mediante el método de extrusión. En dicho proceso se obtienen dos productos: el aceite de café y la torta. Para tal propósito se utilizó café tostado, el cual se caracteriza por poseer una elevada cantidad de compuestos odoríferos; es importante saber que un criterio significativo en la valoración de la calidad del café, es su aroma. Al extraer el aceite, una parte significativa del contenido aromático del café tostado, que varía según el método de extracción usado, sale con él. Es así como se obtiene un aceite fijo con una alta carga volátil, el cual presenta características organolépticas favorables. Al segundo producto que se obtiene, se le realizó análisis físico-químico en aras de mostrar sus bondades y propiedades particulares, y de acuerdo a los resultados obtenidos, es un producto que presenta un amplio potencial de utilización.

Palabras clave: aceite de café, extrusión, industrialización, torta, volátiles del café, análisis sensorial, características organolépticas, aceite fijo.

ABSTRACT

The present work describes oil being extracted from toasted coffee by the extrusion method; two products are obtained from this process: coffee oil and pulp. Toasted coffee was used which has a high amount of sensorial compounds. It should be noted that a significant criterion in evaluating the quality of coffee lies in its aroma. When extracting oil from coffee, a significant part of toasted coffee's aromatic content leaves with it, varying according to the extraction method. A fixed oil having a high volatile load is thus obtained, presenting favourable sensory characteristics.

The pulp was physically and chemically analysed to show its benefit and particular properties and, according to the results so obtained, it is a product having potential usefulness.

Keywords: coffee oil, extrusion, industrialisation, coffee pulp, volatile of the coffee, sensory analysis, sensory characteristics, fixed oil.

Recibido: junio 10 de 2005
Aceptado: junio 20 de 2006

Introducción

El aroma del café, característico en una prueba de taza, es debido a la alta cantidad de compuestos odoríferos que presenta el café tostado, por efecto de transformaciones y degradaciones químicas, logradas al someter el café verde a un proceso térmico (tostión). El café tostado presenta un contenido de aceite fijo que varía entre 12% y 18% en peso, dependiendo de la variedad de café de que se trate. El aceite fijo contenido en el grano de café tostado tiene una composición química similar a la de muchos aceites vegetales comestibles tales como el de la semilla de algodón, soya, maíz, coco, oliva y linaza, entre otros; es líquido a temperatura ambiente y presenta una porción grande de insaponificables que varían del 7% al 12% (Bailey E,A. 1961, Calle, V., 1975). Al extraer este aceite, parte significativa del contenido aromático del café tostado, que varía según el método de extracción usado, sale con él. Existen algunos métodos de extracción con los cuales se obtiene un aceite fijo con una alta carga volátil, la cual puede emplearse en diversos usos, principalmente en la rearomatización del café soluble (Vargas.; Sánchez, 1993; Cardozo, 1990).

En la extrusión de los granos de café tostado se obtienen dos productos: el aceite fijo de café, con una elevada carga volátil, y la torta, producto mayoritario en el proceso, la cual se define como parte constitutiva del café tostado, sin la misma composición de aceite fijo que la materia prima original. Al aceite de café se le evaluaron los siguientes factores de variación: rendimiento, análisis sensorial, análisis cualitativo de los compuestos volátiles y análisis de la durabilidad.

[1] Ingeniero químico M.Sc., en automatización industrial, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. emlopezf@unal.edu.co , emlopezf@gmail.com

A la torta se le evaluaron los siguientes factores de variación: el pH, porcentaje de sólidos solubles, humedad, rendimiento de la bebida, contenido de aceite y análisis sensorial (Sivetz, M., 1963).

Materiales y métodos

Materia prima

En toda la parte experimental se utilizó café verde (almendra), tipo consumo, variedad Colombia, procedente de Supía (Caldas). El café utilizado fue recibido después de estar aproximadamente cuatro meses almacenado como café pergamino. El café pergamino recibido fue trillado y posteriormente clasificado. En la clasificación se separaban el café en buen estado (almendra sana), del café pasilla (café brocado o con otro tipo de daño) (Icontec, 1989).

Torrefacción del café verde

Figura 1. Café tostado

La tostación del café verde en buen estado se realizó hasta obtener un porcentaje de humedad entre 2% y 4%, grado de tostación intermedio (Figura 1) en un tostador con capacidad máxima de 5 kg, modelo TDR Kaffemat, fabricado por Café y Equipos Ltda. (Icontec, 1987).

Extracción de aceite de café

Extracción por extrusión

En la extracción de aceite de café por extrusión se utilizó un extrusor, prensa de husillo, tornillo sinfín, (Figura 2), marca Komet, modelo DD 85, de fabricación alemana, el cual consiste básicamente en un sistema de prensado o compresión del grano de café tostado, logrando así la separación del aceite, del resto de los componentes del café (torta). Se utilizaron las condiciones de operación reportadas (López *et al*., 1998; López; Castaño, 1999; Park, *et al.,* 1993).

Unidad experimental

En la extracción por extrusión se utilizó como unidad experimental café tostado, entero y en buen estado. Este experimento se realizó por quintuplicado y para cada repetición se emplearon 2 kg, de café tostado.

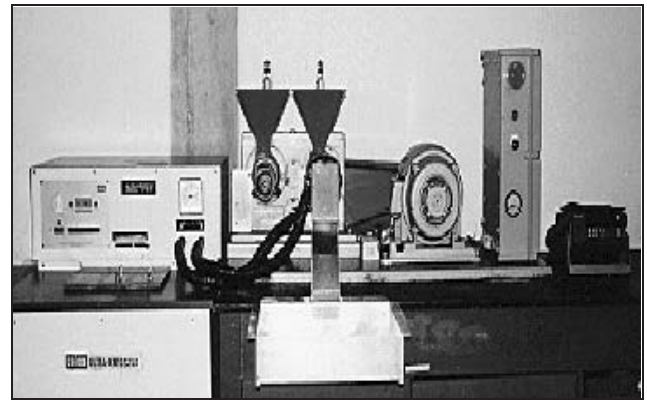


Figura 2. Extrusor utilizado en la extracción de aceite de café

Factores de variación medidos al aceite de café

- **Rendimiento del proceso:** Se define como:

  Rendimiento = 100* Aceite obtenido (g)/
  Café tostado utilizado (g)

- **Análisis sensorial.** Tan pronto como el aceite de café era extraído, se tomaban alícuotas de 1 ml para cada repetición, y se sometían a proceso de catación. El análisis sensorial fue realizado por un panel de expertos catadores. Consistió únicamente en la valoración del aroma del aceite, y para tal efecto se empleó una escala de calificación que va de 1 a 9, siendo la calificación 1 un aroma de total rechazo, y la 9, de excelentes características odoríferas (Federacafé, 1982).
- **Análisis cualitativo de los volátiles del aceite de café,** por cromatografía de gases acoplado a un detector selectivo de masas (GC/MS) (Hammel ,1979).
- **Extracción de volátiles:** Este desarrollo se efectuó con el propósito de realizar un análisis cualitativo a los volátiles del aceite de café, en el cual se dispusiera de una matriz formada totalmente por compuestos volátiles. Se utilizó dicloro metano como disolvente y aceite de café obtenido de acuerdo a la unidad experimental descrita con anterioridad. Mediante nitrógeno gaseoso de alta pureza se efectúa el arrastre de los volátiles y su posterior dilución. La muestra de aceite de café se depositó en un balón de fondo redondo, el cual disponía de calentamiento aprox. entre 60 °C y 80 °C, al baño María. El calentamiento del aceite de café genera una cabeza de presión, es decir, el desprendimiento de los volátiles de la matriz original, los cuales son arrastrados por una corriente de 0.5 l /min. de nitrógeno, que se hace burbujear en la muestra de aceite de café. La corriente de nitrógeno rica en compuestos volátiles es sometida luego a enfriamiento, entre 10 °C y 15 °C, al pasar a través de un condensador en forma de serpentín. La corriente de nitrógeno luego de ser enfriada, burbujea con dicloro metano, el cual absorbe los compuestos volátiles acarreados por esta. Este fenómeno de absorción se realiza manteniendo el dicloro metano a baja temperatura, entre 0 °C y 5 °C,

para evitar la posibilidad de difusión del solvente. Este proceso se realiza durante un tiempo de dos horas. Al final del proceso se obtiene un diclorometano rico en compuestos volátiles, del aceite de café. Este diclorometano enriquecido se analizó posteriormente por cromatografía de gases acoplado a un detector selectivo de masas (Federacafé, Liqc, 1982; Montes, 1987). En la Figura 3 se muestra un esquema del montaje realizado.

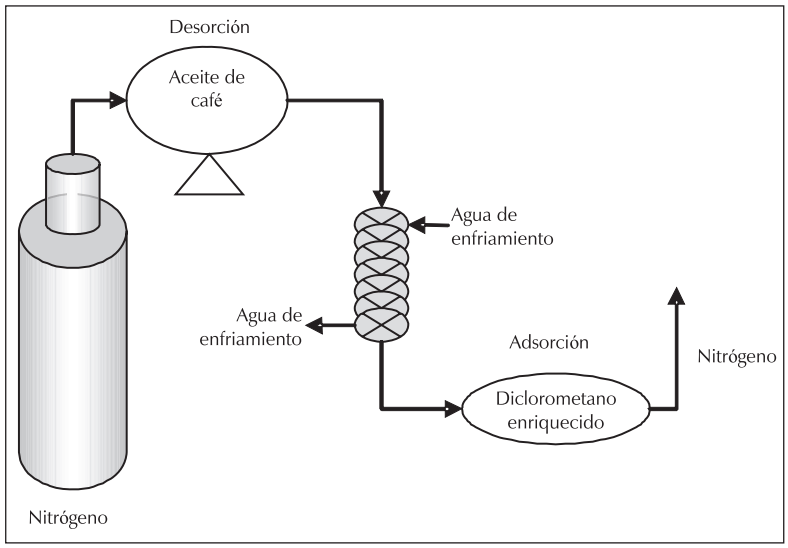


Figura 3. Montaje para la extracción de los volátiles del aceite de café.

- Equipo utilizado: El análisis GC/MS de los volátiles se realizó en un cromatógrafo de gases 5890A series II Hewlett-Packard (HP) interfasado a un detector selectivo de masas HP5972 y un detector FID (detector de ionización de llama), equipado con un procesador de datos HP MS ChemStation (versión 1,05) e inyector automático dual. Se emplearon columnas capilares de sílica fundida con fase estacionaria entrecruzada, DB-5 (J & W Scientific, Folsom, CA) 50 m y 60 m, 0.20 mm d.i, recubiertas con 0.25 m de 5%-fenil-metil polisiloxano (medianamente polar). La temperatura del horno se programó de 40 °C (10 min) hasta 250 °C (45 min) con un calentamiento de 5 min^{-1}. Se empleó como gas de arrastre helio (AGA Fano S.A. alta pureza), con una presión de entrada en la columna de 78 kPa y una velocidad lineal de 20 cms^{-1}. La temperatura del inyector se mantuvo a 250 °C, mientras la cámara de ionización y la línea de transferencia a 180 °C y 280 °C, respectivamente. El volumen de inyección fue siempre de 1L. La energía de los electrones bombardeantes fue de 70 eV. Los espectros de masas y las corrientes iónicas totales se registraron por medio del barrido automático de radiofrecuencia (2.2 scan s^{-1}, analizador cuadrupolar) en el intervalo de masas m/z 50-400 u.m.a's. Los componentes del aceite se identificaron en forma automática, empleando las bases de datos NBS75K y WILEY138 de 75.000 y 138.000 espectros de masas respectivamente. En todas las corridas se utilizó 1ml de dicloro-metano, enriquecido. El volumen de inyección fue siempre de 1µl. En total se realizaron tres corridas (Perry, 1992).
- **Análisis de durabilidad del aceite.** Se tomaron cuatro muestras de aceite de café con buenas características sensoriales, con el fin de determinar el tiempo de duración o permanencia de sus propiedades odoríferas, a condiciones ambiente y a condiciones de refrigeración. Las cuatro muestras contaron con un duplicado, estas cuatro muestras adicionales (duplicado) se conservaron refrigeradas a una temperatura entre -10 °C y -5 °C. La variable de respuesta evaluada fue la calificación del panel de catación, de acuerdo a la escala antes mencionada. Las muestras a condiciones ambiente fueron evaluadas durante cinco semanas, con una evaluación por semana. Y las muestras refrigeradas se evaluaron durante tres meses, con una evaluación por mes.

Figura 4. Torta, obtenida en el proceso de extrusión

Factores de variación medidos a la torta

- **Análisis físico-químico:** la torta era obtenida en forma de varillas cilíndricas, muy compactas (Figura 4), las cuales se dejaban enfriar, para posteriormente ser molidas, a un tamaño de partícula específico, entre 0.2 y 0.8 mm (Icontec, 1988), lo que permitía iniciar la medición de las variables físico-químicas. Para este análisis se utilizó torta procedente de café tostado en buen estado, y como testigo se utilizó café tostado y molido, con un grado de tostación intermedio. Y se midieron los siguientes factores de variación: pH, porcentaje de sólidos solubles, humedad y rendimiento de la bebida (Gutiérrez,1987).
- **Aceite presente en la torta:** torta molida (300 g) a un tamaño de partícula entre 0.2 y 0.6 mm, se sometió a un proceso de separación, mediante extracción con solventes (n-hexano), utilizando un equipo de extracción Soxhlet. El aceite obtenido era separado del solvente mediante un proceso de destilación al vacío. Se realizaron cinco repeticiones.

- **Análisis sensorial de la torta:** muestras de torta fueron evaluadas sensorialmente por un panel de expertos catadores, de acuerdo a la escala de calificación antes mencionada. Se evaluaron variables típicas de un análisis sensorial de café tostado y molido, tales como: intensidad del aroma, aroma de la bebida, acidez, amargo, cuerpo e impresión global. Se contó con un total de 32 repeticiones.

Resultados y discusión

Para el aceite de café

Rendimiento del proceso

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis estadístico realizado a la variable de respuesta rendimiento en el método de extracción, de aceite de café, por extrusión.

En cuanto a la cantidad de aceite de café obtenido se tiene que el rendimiento en un proceso de extrusión varía entre 7% y 9%, con un coeficiente de variación menor de 5%.

Tabla 1. Análisis de la variable Rendimiento, en la extracción por extrusión

Unidad experimental	*Rendimiento*		
	F	(%)	C.V.
Café tostado (buen estado)	5	8.78	4.67

Donde:

F es el número de repeticiones realizadas.

C.V es el coeficiente de variación medido.

Análisis sensorial del aceite de café

Para efectos del desarrollo estadístico fue necesario transformar los resultados dados por los catadores, según la escala de calificación, en resultados de proporción, es decir, la frecuencia de calificaciones obtenidas por encima de un valor específico de la escala, sabiendo además que según la escala de calificación, el valor con el cual se considera que el aceite tiene buenas características de aroma corresponde al valor por encima o igual a 6.

Para el análisis estadístico se utiliza la proporción de catadores con calificación por encima o igual a 6, además de la proporción de estos con calificación por encima o igual a 7, con el fin de comparar resultados. La proporción de catadores con calificación por encima o igual a 7 resulta ser mucho más confiable y de mayor reproducibilidad.

En las Tablas 2 y 3 se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 2. Análisis estadístico del aroma del aceite de café

Unidad experimental	*Proporción de calificaciones es a 6*			
	F	Proporción (%)	C.V.	x
Café tostado (buen estado)	5	100	0	7

Tabla 3. Análisis estadístico del aroma del aceite de café

Unidad experimental	*Proporción de calificaciones es a 7*			
	F	Proporción (%)	C.V.	x
Café tostado (buen estado)	5	83.35	23.01	7

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico se observa que el aceite de café obtenido por extrusión presenta buenas características sensoriales, de acuerdo a la escala de calificación utilizada. Por tanto a partir de café tostado en buen estado se obtiene aceite de buenas características sensoriales.

Análisis cualitativo de los volátiles por GC/MS

En la Figura 5 se observa el cromatograma obtenido de los volátiles de aceite de café, de acuerdo a la metodología de extracción de volátiles utilizada:

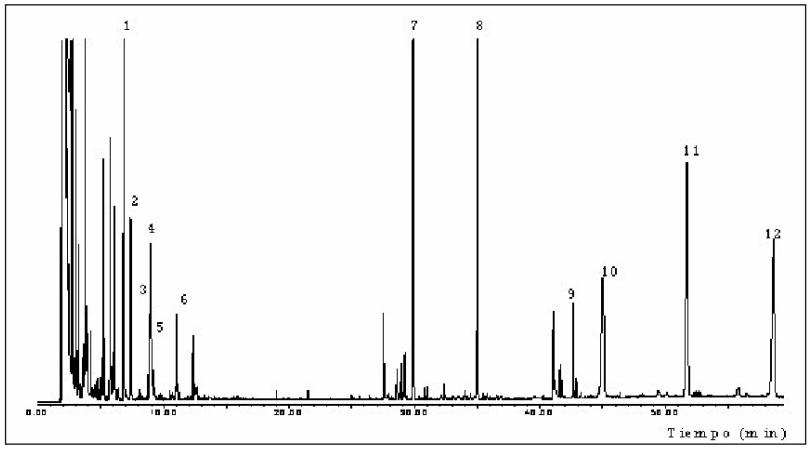


Figura 5. Cromatograma de los compuestos volátiles del aceite de café. Los volátiles fueron obtenidos mediante el método antes descrito.

El método utilizado en la extracción de los volátiles del aceite de café presenta resultados favorables lo cual indica que esta forma de extracción pueda ser ampliamente utilizada para cualquier tipo de producto que presente compuestos volátiles. Es necesario mencionar que el análisis realizado de los volátiles del aceite de café fue cualitativo.

Tabla 4. Compuestos volátiles típicos del aceite de café

Número del pico	*Nombre del compuesto*
1	2-Furanometanol
2	1-(acetiloxi)-2-propanona
3	2,6-dimetil pirazina
4	Butilrolactona
5	5-metil-2-furanocarboxaldehido
6	Acetato-2-uranometanol
7	2,6-bis (1,1-dimetiletil)-4-metil fenol
8	1-etil-1-metil ciclohexano
9	2-metil-3-decen-5-ona
10	Triacontano
11	Hexatriacontano
12	Tetratriacontano

En la parte inicial del cromatograma, los primeros 15 minutos, se observa un tiempo de retención casi igual para muchos de los compuestos volátiles (los picos no se resuelven), lo que impide su fácil identificación. Este fenómeno podría solucionarse teniendo unas condiciones de operación diferentes en el cromatógrafo, como por ejemplo, operar a otra programación de temperatura, lo cual se espera realizar en un futuro trabajo. A continuación, en la Tabla 4 se listan los compuestos volátiles típicos del café tostado, que fueron totalmente identificados de la matriz de volátiles obtenidos del aceite de café.

Análisis de durabilidad del aceite de café

Para el análisis de durabilidad del aceite de café se utilizó la misma metodología descrita con anterioridad para el análisis sensorial del mismo. Se realizó análisis de varianza de los tiempos de observación manejados, además de la prueba de comparación de Duncan.

- **Muestras a condiciones ambiente:** el análisis de varianza no mostró efecto entre dichos tiempos de observación, para la variable de respuesta Aroma. En la Tabla 5 se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 5. Análisis estadístico de la variable aroma

Tiempo (días)	*Proporción de calificaciones es a 6*			
	F	Proporción (%)	C.V.	x
T	4	100	0	7
8	4	70.83 A	40.2	6
16	4	50 A	27.27	5
24	4	50 A	60.83	5
32	4	66.65 A	28.85	6
40	4	33.35 A	135.31	5

Letra igual en las proporciones indica que no hay diferencias estadísticas (corresponde a la prueba de comparación de Duncan), entre los tiempos de observación; letra diferente indica lo contrario. T es la calificación inicial (calificación testigo), no se incluye en el análisis. En la Figura 6 se pueden observar los resultados obtenidos para la variable de respuesta Aroma (análisis sensorial). De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico, no se presentan diferencias significativas entre los tiempos de evaluación, por lo tanto puede considerarse que el aceite de café a condiciones ambiente presenta una clara tendencia de conservar sus características organolépticas durante un tiempo máximo de 32 días (Perry, 1982).

- Muestras refrigeradas

El análisis de varianza mostró efecto entre dichos tiempos de observación, para la variable de respuesta Aroma. En la Tabla 6 se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

En la Figura 7 se pueden observar los resultados obtenidos para la variable de respuesta Aroma (análisis sensorial). De acuerdo a los resultados en el análisis estadístico, se presentan diferencias significativas entre los tiempos de observación, siendo favorable para el segundo mes; el aceite de café presenta en los tres tiempos de evaluación una calificación promedio aceptable, por lo tanto puede considerarse que el aceite de café a condiciones de refrigeración presenta una clara tendencia de conservar sus características organolépticas durante un tiempo máximo de tres meses.

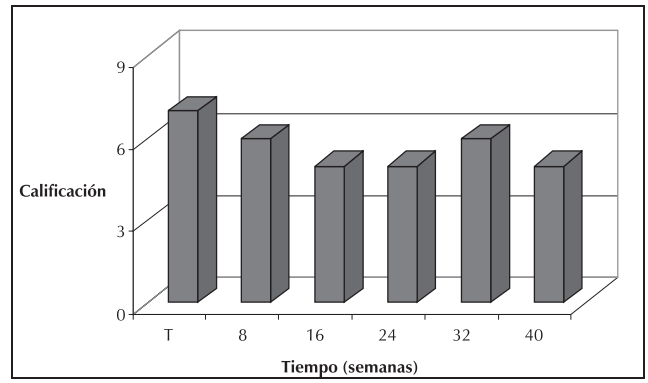


Figura 6. Calificación promedio del aroma del aceite de café, a condiciones ambiente, en los tiempos de observación evaluados

Tabla 6. Análisis estadístico de la variable aroma

Tiempo (meses)	*Proporción de calificaciones es a 6*			
	F	Proporción (%)	C.V.	x
T	4	100	0	7
1	4	66.7	0	6
2	4	100	0	6
3	4	83.33	0	6

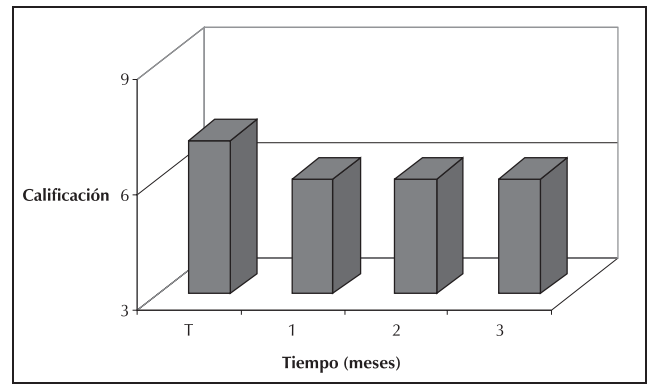


Figura 7. Calificación promedio del aroma del aceite de café, a condiciones de refrigeración, en los tiempos de observación evaluados

Para la torta

- Análisis físico-químico de la torta

En las Tablas 7 y 8 se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 7. Análisis estadístico de la torta de café. Variables físico-químicas

Tiempo (meses)	*Proporción de calificaciones es a 6*			
	F	Proporción (%)	C.V.	x
T	4	100	0	7
1	4	66.7	0	6
2	4	100	0	6
3	4	83.33	0	6

Tabla 8. Análisis estadístico de la torta de café. Variables físico-químicas

Tratamientos	*F*	*pH*		*% sólidos solubles*	
		x	C.V.	x	C.V.
Café tostado normal	3	4.99 C	1.56	1.19 A	19.02
Torta, de café tostado en buen estado	3	5.1 BC	1.11	1.65 B	4.29

Letra igual en los promedios de las variables de respuesta indica que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos (Sivetz, 1963). El análisis de varianza mostró efecto entre dichos tratamientos, para la variable de respuesta pH. El rango de variación, además del coeficiente de variación de esta variable en los tratamientos, es muy pequeño, por lo que podría considerarse que el pH de la torta se encuentra en el mismo rango que el pH de café tostado y molido normal.

El análisis además mostró efecto entre dichos tratamientos, para la variable de respuesta: % sólidos solubles. Los tratamientos difieren estadísticamente entre ellos. Esto es muy explicable debido a las diferencias entre el porcentaje de humedad de la torta y el café tostado y molido. La variable de respuesta rendimiento de la bebida, está directamente relacionada con el porcentaje de sólidos solubles, lo que explica los resultados del análisis de varianza para dicha variable.

-Aceite presente en la torta

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos

Tabla 9. Resultados de la extracción de aceite de la torta

Unidad experimental	*F*	*Aceite en la torta (%)*	*C.V.*
Torta, de café tostado en buen estado	5	9.438	4.51

El promedio de aceite presente en la torta de café, luego de ser extruida, es de 9.44%, el cual es un valor considerablemente alto teniendo en cuanta que la torta es producto de la extrusión. Esto indica que es necesario disponer de métodos de aprovechamiento de este material, como también modificar el equipo de extrusión, intentando mejorar los rendimientos obtenidos.

-Análisis sensorial de la torta

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos

Sensorialmente la torta de café no presenta buenos resultados, pero es un producto que por este hecho no puede ser descartado, ya que potencialmente es un material que puede ser ampliamente utilizado (extracción de aceite, obtención de celulosa, extracción de colorantes, etc.) y es necesario investigar mucho más al respecto.

Tabla 10. Resultados de la extracción de aceite de la torta

Variable	*F*	*Calificación promedio*	*Desviación estándar*
Intensidad del aroma	32	2	1.19
Aroma de la bebida	32	2	1.32
Acidez	32	2	0.75
Amargo	32	2	0.94
Cuerpo	32	2	0.57
Impresión global	32	1	0.48

Conclusiones

A partir del método de extracción por extrusión se obtiene aceite de café con un rendimiento que varía entre 7% y 9%.

De la extrusión de café tostado en buen estado se obtiene aceite fijo con una elevada carga volátil, la cual presenta características sensoriales de muy buena calidad, lo que la hace un producto especialmente atractivo para la re-aromatización del café soluble.

El método de extracción de los compuestos volátiles del aceite de café arrojó resultados favorables, lo que indica que puede ser un método con posibilidades de utilización.

El aceite de café almacenado a condiciones ambientales conserva sus características sensoriales durante un tiempo máximo de 32 días.

El aceite de café, cuando es refrigerado (-10°C a -5°C), conserva sus características sensoriales durante un tiempo máximo de tres meses.

El pH de la torta es similar al de café tostado y molido, mientras que el porcentaje de sólidos solubles es mayor en la torta, lo que contribuye a que el rendimiento de la bebida también sea mayor con respecto al obtenido para el café tostado y molido normal.

A partir de la torta obtenida en el proceso de extrusión, no se obtiene una bebida de café con buenas características organolépticas.

La torta presenta un alto contenido de aceite (9% a 10%), lo que sumado a sus otras características favorables lo hacen un producto con amplio potencial de utilización.

Bibliografía

Bailey, E. A., Aceites y grasas industriales., Editorial Reverté S.A., Barcelona, España, 1961.

Calle, V., Aceites de Café., Cenicafé, Colombia, 11(9), 1972, pp. 251-258.

Cardozo, L., Optimización del rendimiento en e l proceso de micro encapsulación del aceite de café., Tesis de Ing.eniería de Alimentos, Universidad Inca de Colombia, Bogotá, 1990.

López, F, y Castaño C. J., Determinación de las condiciones de operación para la extracción de aceite de café por extrusión., Cenicafé, Colombia, 49(3), 1998, pp. 186-196.

López, F. y Castaño, C., J., Extracción d e aceite a partir de subproductos de la trilla de café pergamino., Cenicafé , Colombia, 50(1), 1999, pp. 66-77.

Falla López, L., Determinación de las Condiciones de Extracción de Aceite de Café por Extrusión., Tesis especialización Procesamiento de Alimentos, LIQC-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988, pp. 92.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia., LIQC. Contribución al Estudio de los Métodos de Aromatización., Informe Interno, LIQC, Bogotá, Colombia, 1982.

Gutiérrez, E., Extracción de aceite aromatizado a partir de café tostado., Tesis Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1987, pp. 221.

Hammel, M., Sims, R. and Feldman, J., Stabilization of Purified Coffee., U.S.A. Patent 4.155.031, United States, 1979.

ICONTEC. Café tostado y Molido. Análisis de tamaño de partículas. (grado de molienda)., Norma 2441, Bogotá, Colombia, 1988. pp. 6.

ICONTEC. Café tostado y molido. Determinación del grado de tostión. Método Infrarrojo.,. Norma 2442, Bogotá, Colombia, 1987, pp. 4.

Mishkin, A., Marsh, W. and Wertheim, J., Aromatization of Powdered Coffee Products., U.S.A.. Patent 3.148.070, United States, 1961.

Montes, E.R., Recuperación de volátiles de la tostación y extracción para el enriquecimiento del aceite extraído del café., Tesis Ingeniero Químico, LIQC Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1987.

Morrillo, R.A., Contenido de aceite y de cafeína en el grano de café., Agronomía tropical, Venezuela, 29(2), 1979.

Njoroge , S.M., Notes on the chemical basic of coffee quality., Kenya coffee, Kenya, 57(610), 1987, pp. 152-154.

Park, J., Rhee, K.S., Kim, B.K. and Rhee, K.C., Single-Screw Extrusion of Defatted Soy Flour, Corn Starch and Raw Beef Blends., Journal of Food Science, United States, 58(1), 1993, pp. 9- 19.

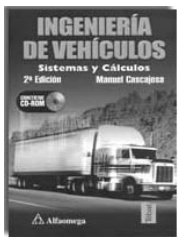
Perry, T., Manual del Ingeniero Químico., Sexta Edición, M c Graw Hill, México, 1992.

Riveros, T., Contribución al estudio de los ácidos grasos en el aceite de café., Tesis Químico, Universidad Nacional de Colombia., Bogotá, 1985.

Sivetz, M., Coffee Processing Technology., The AviPublishing Company, INC. London, England,1963, pp. 379.

Vargas, A.. y Sanches, A., Micro encapsulación de aceite de café., Tesis de Ingenieros Químicos, Fundación Universitaria América, Bogotá, Colombia, 1993.

Alfaomega Colombiana S.A.



MÁQUINAS TÉRMICAS MOTORAS

ÁLVAREZ, Andrés y
CALLEJÓN, Ismael
536 págs. Rústica, 17 x 23 cm
ISBN 970-15-1027-5
Coedición: Alfaomega-Edicions UPC

NOVEDAD

Esta es una obra que reúne, en un solo libro, los conocimientos más modernos de las diferentes máquinas térmicas motoras existentes; estudiantes y profesionales de la ingeniería encontrarán un panorama completo de las distintas tipologías de motores térmicos que se emplean en la actualidad. Profusamente ilustrado con numerosas fotografías, gráficas, esquemas y tablas.

Explica la importancia de los ciclos termodinámicos en el panorama de las transferencias de energía, que son la base del aprovechamiento de las fuentes energéticas disponibles en la actualidad.

Adquiera nuestros textos en el punto de venta **Alfaomega Carrera 15 No 64a - 29** o en las principales librerías del país.

Afíliese a nuestro **CLUB DEL CONOCIMIENTO** a través de nuestra página web**,** y reciba descuentos en nuestro punto de venta, contenidos actualizados vía Internet, información de novedades, prioridad en productos promocionales y entregas a domicilio sin costo adicional.

Visite nuestra página Web:
www.alfaomega.com.co