

## Evaluación del rendimiento de la extracción de café tostado molido comercial

### *Evaluation of the yield of the extraction of commercial ground roasted coffee*

**Ortega C. Jessica J., Caballero P. Luz A.\*, Maldonado M. Lida Y.**

*Universidad de Pamplona, km 1 vía Bucaramanga, Programa Ingeniería de Alimentos*

Recibido 15 de Abril 2014; aceptado 30 de Mayo de 2014

### RESUMEN

---

*El proceso de extracción del café se puede definir como la operación mediante la cual el agua caliente moja el café tostado y molido, disolviendo los compuestos químicos responsables del aroma y sabor. El objetivo fue evaluar el rendimiento del proceso de extracción de muestras de café tostado comercial. El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Tecnología del Café en la Universidad de Pamplona, se seleccionaron 3 marcas comerciales de mayor consumo en la región, se realizaron análisis de granulometría y sólidos solubles. La molienda fue evaluada, según la norma NTC 2421 y el rendimiento del proceso de extracción según la norma NTC 2442 con el fin de obtener la mayor extracción de los sólidos solubles en relación a la granulometría. Se emplearon dos métodos para determinar los sólidos solubles en las bebidas de café comercial: Método por goteo directo: se aplicó para granulometría media la NTC 4602-1 y el Método por contacto directo: para café con granulometría gruesa la NTC 4602-2, para determinar el rendimiento en cada cafetera utilizada se tuvieron en cuenta las mismas condiciones y variables para cada método de extracción. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), con un grado de significancia del 5%, estableciendo si existían diferencias significativas entre las muestras evaluadas. Se concluyó que las condiciones del proceso que influyeron en el rendimiento de la extracción de las 3 muestras evaluadas fueron: la variación de tamaño de partícula y el contenido de sólidos solubles en el extracto.*

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail:  
[luzcaballero@unipamplona.edu.co](mailto:luzcaballero@unipamplona.edu.co)

**Palabras clave:** *café diluido, extracto, granulometría, rendimiento, sólidos solubles*

## ABSTRACT

---

*The extraction process of coffee can be defined as the operation by which hot water soaks ground and roasted coffee, dissolving the chemicals compounds responsible for the aroma and flavor. The objective was to evaluate the yield process of extracting samples of commercial roasted coffee. The work was developed in the laboratory of Coffee Technology at the University of Pamplona, 3 trademarks of the highest consumption from the region were selected, and granulometry and soluble solids analysis were performed. The grinding was evaluated according to the NTC 2421 standard and the yield of the extraction process according to the NTC 2442 standard in order to get the greatest extraction of soluble solids in relation to the granulometry. Two methods were used to determine the soluble solids in the commercial coffee drinks: Direct drip method: for mean granulometry the NTC 4602-1 was applied and the Direct contact method: for coffee with thick granulometry the NTC 4602-2 was applied, for determining the yield in each coffee pot the same conditions and variables were considered and used for each extraction method. The results were analyzed by analysis of variance (ANOVA), with a level of significance of 5%, establishing if there were significant differences between the evaluated samples. It was concluded that the conditions of the process that influenced the extraction yield of the three evaluated samples were: the variation of the size particle and the content of soluble solids in the extract.*

**Keywords:** *diluted coffee, extract, granulometry, yield, soluble solids*

## INTRODUCCIÓN

---

El café es uno de los productos de mayor importancia, debido a que es uno de los soportes económicos en Colombia por la venta y exportación del mismo, existen innumerables posibilidades para darle otros usos industriales al café y para utilizar los subproductos que resulten en el mismo. Sobre el tema se han realizado varios estudios coincidiendo en los factores que afectan el rendimiento en la extracción de los sólidos solubles del extracto, Castaño C, *et al.*, (2000), realizaron la caracterización del rendimiento de extracción y el contenido de la bebida del café. Efectuaron medidas de rendimiento y contenido de sólidos solubles en extractos de café consumo, café pastilla y mezcla. Las muestras se tostaron a 4 diferentes grados: muy oscuro, medio y claro, según la norma NTC 2442. Las molieron a 3 diferentes grados:

grueso, medio y fino, según la norma NTC 2421. determinaron la variación que presentó el rendimiento y la concentración de sólidos solubles. La fuente de variación que más influyó en el valor tanto el rendimiento de sólidos solubles fue el grado de molienda, presentándose diferencia significativa para los tres grados evaluados. En orden de importancia le siguió el tipo de extracción, presentándose valores de rendimientos y sólidos solubles para extracción lenta. En lo que se refiere el grado de tostión, a medida que este aumenta también aumenta el rendimiento y el contenido de sólidos solubles. Así mismo Castaño y Quintero (2001), optimizaron la torrefacción de mezclas de café sano y café brocado en función de la temperatura y el agua de apagado. Optimizaron las variables principales de la torrefacción y cantidad

de agua para tres mezclas de café almendra: café sano tipo consumo, café brocado 100% grado 1 y 2. Emplearon un diseño experimental de superficie de respuestas significativas para la prueba en taza y para otras variables complementarias. No se encontraron valores óptimos de impresión global para las tres mezclas. Cuellar y Castaño (2001), evaluaron la influencia de la materia prima, del grado de tuestión y la molienda en la densidad del café tostado y molido sobre algunas propiedades del extracto obtenido. El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto, que tienen sobre la densidad aparente del café tostado y molido medida por los métodos de caída libre y compactación, las mezclas de café verde de consumo y café pasilla como materia prima y diferentes grados de tuestión y molienda de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana vigente (NTC 2442 y NTC 2441). Determinaron la influencia de estos tres factores (mezcla, tuestión y molienda) sobre el rendimiento de extracción y de algunas propiedades de extracto de café como el pH, acidez y la concentración medida como grados brix y el porcentaje de sólidos solubles, mediante la utilización de un sistema propio de extracción para cada grado de molienda. Se observó en cuanto a las propiedades de extracción que a medida que aumenta el grado de tuestión, la densidad y la acidez disminuyen, el pH aumenta y los sólidos solubles y grados brix tienden a permanecer constantes para las moliendas medias y gruesas, aumentando para la molienda fina. Por otro lado, Villegas (1998), realizó un seguimiento al proceso evaluando la materia prima clasificada como: chorreado de pergamino, chorreado de guayaba, pasilla reposada y pasilla de máquinas, correlacionando propiedades fisicoquímicas, características de las materias primas y condiciones de operación, donde se obtuvo una relación directa entre grano aprovechable y la acidez del chorreado de pergamino, chorreado de guayaba y pasilla fresca, corroborada con una relación inversa entre el pH y la densidad y una correlación directa entre densidad y acidez. Lingle, T, R (1996), determinó que en la preparación de la bebida del café los compuestos solubles de café tostado y molido son extraídos con agua caliente. Uno de los factores de apreciar en la determinación de la calidad del café

es la concentración de los sólidos solubles en la bebida, los cuales contribuyen significativamente al sabor y otras características sensoriales de la taza. Mientras que Peters, A (1991), estableció que la extracción de los sólidos solubles del café está determinada por el número de molienda, tiempo de contacto agua- café, temperatura y presión de agua a preparación. La medición de los sólidos solubles del café ha sido motivo de estudios por varios investigadores quienes después de muchos trabajos determinaron como método el más confiable el de la European Decaffeination Association (E.D.A), el cual se adoptó por el método oficial por la A.O.A.C. Este método consiste en someter 10 gramos de café tostado y molido a extracción con agua en ebullición durante 5 minutos, generando una importante medida de la calidad del café. La proporción o la cantidad de sólidos extraídos dependen de la materia prima y son directamente proporcionales al rendimiento del café en la bebida (Lokchart, 1957; Illy, 1995). Los sólidos solubles se pueden extraer de diversas maneras y en la industria de café soluble se utilizan baterías de extracción, las cuales utilizan altas temperaturas y presiones para lograr extraer la mayor cantidad de sólidos. En sitios públicos o de manera casera mediante cafetera con diversos tipos de extracción como cafetera de goteo, cafetera express percoladores y otros. Cada sistema tiene diferentes porcentajes de sólidos solubles generando bebidas con diversas concentraciones, según la preferencia del consumidor. Davids, K (1991).

### ***Extracción del café***

La extracción es la operación clave en la manufactura a gran escala del café instantáneo, en la cual los sólidos solubles y los compuestos aromáticos son extraídos. El proceso de extracción de café es una lixiviación donde el solvente es agua líquida. Etapas de la extracción: se divide en tres fases las cuales son:

***Humectación:*** el gas que se ha liberado durante la tuestión, vuelve el grano poroso, tal que inicialmente las partículas se saturan en sus intersticios con el agua caliente. Las partículas absorben el agua en una cantidad igual al doble de su peso. La estructura fibrosa del grano lo convierte en un

secante que absorbe el agua y ayuda a la posterior extracción de los compuestos solubles.

**Extracción de solubles:** los solubles en el café se disuelven en el agua absorbida, provocando un aumento rápido de la concentración, creando un gradiente de transferencia de masa; a medida que este gradiente es más grande, mayor será el rendimiento en la extracción.

**Hidrolisis:** el café torrefacto tiene solo del 20 al 30 % de sólidos solubles extraíbles a temperatura normal de ebullición. Si se aplican condiciones de alta presión y temperatura, dependiendo el tipo de café y el grado de tuestión se puede obtener un mayor contenido de sólidos solubles, debido al rompimiento (hidrólisis) y solubilización de las grandes moléculas de carbohidratos insolubles, que dan moléculas más pequeñas solubles en agua.

Con poca o ninguna disolución de los carbohidratos por la hidrolisis, el resultado de la extracción tiende a ser un producto de buena calidad con un aroma agradable. Los productos de la hidrolisis tienden a ser glucósidos neutrales los cuales tienen poco sabor y aroma. Con un rendimiento cercano del 33% de componentes solubles aparece la contribución ácida de la reacción de la hidrolisis acompañada por un sabor y aroma furfural. Un pronunciado sabor dulce, puede estar asociado con el incremento de acetona. Cerca del 40 % en rendimiento, el débil aroma es evidente. El proceso de extracción involucra varios parámetros fundamentales como son: la calidad del café verde, el equipo y grado de tuestión, el enfriamiento, la molienda, la carga, el tiempo de inundación, la calidad de agua de extracción, el perfil de temperatura, la cantidad de extracto retirado, Clarke R, J; Macrae, R. (1987).

### **Rendimiento de la extracción**

Según Lingle Ted (1996), la concentración de la bebida de café está dada por la cantidad de sólidos que pasan a formar parte de ella después de someter el café a un proceso de extracción. Ellos son los que contribuyen en forma determinante al sabor y carácter de la taza. Por otra parte, el rendimiento en la extracción se refiere a la cantidad de café tostado y molido que se transforma en bebida. Los valores de estas mediciones se pueden ver afectados por múltiples factores como son:

Relación agua - café, temperatura del agua, sistema de preparación, tiempo de contacto agua - café, profundidad del lecho de café, grado de molienda, temperatura, materia prima utilizada, densidad relativa, grado de tueste, turbulencia y condiciones de almacenamiento de la bebida.

En varios estudios realizados por el Coffee Brewing Center se identificaron tres principios básicos para lograr un balance adecuado entre la fuerza y extracción de la bebida, lo que es fundamental si se quiere obtener una taza equilibrada:

1) Los valores óptimos de extracción de los compuestos que aportan el mejor sabor y aroma de café están entre un 18 % y un 22 %. Con valores por debajo del 18 %, se presentan sabores herbales y con gusto a maní, y son clasificados como sabores sub extraídos. Si el rendimiento arroja valores por encima del 22 % se detectan sabores astringentes y amargos desagradables que son característicos de los cafés sobre extraídos.

2) La bebida de café con una concentración en sólidos solubles por debajo de 1,15 % es considerada "débil", o sea que la intensidad del sabor ocasionada por los compuestos solubles es muy baja. Así mismo, bebidas con niveles de concentración por encima de 1,35 % son consideradas "fuertes" ya que los compuestos responsables del sabor están presentes en una concentración muy intensa. Para una persona promedio, la concentración de sólidos solubles entre 1,15 % y 1,35 % es la que ofrece una bebida equilibrada sin que ella sea percibida como fuerte o como débil.

3) Para que se alcance un sabor óptimo, debe existir una adecuada relación entre fuerza y extracción. Para alcanzar este balance, las fórmulas de preparación de la bebida deben estar entre 10 g por 200ml, sin olvidar que deben controlarse al máximo todas las variables que pueden afectar el rendimiento y concentración de la bebida, y que fueron mencionadas anteriormente. Con este estudio se pretende evaluar el rendimiento de la extracción del café diluido, en tres muestras de café, de diferentes marcas comerciales con un mismo tamaño de partícula.

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

El proyecto se ejecutó en las instalaciones de la Universidad de Pamplona en el laboratorio de Tecnología del Café, ubicado en la planta en el Edificio Antonio Betancourt Walkert. Se emplearon tres marcas café comercial de mayor venta en Cúcuta, Norte de Santander.

### **Rendimiento**

El rendimiento obtenido de la extracción de las tres marcas comerciales de café se determinó empleando la ecuación 1.

$$\text{Rendimiento} = SS \frac{\text{extraídos}}{S\text{Sextraíbles}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

### **Granulometría**

Debido al aumento de volumen durante la tostión, se realizó un análisis granulométrico, calculando el porcentaje de retención y acumulado para cada una de ellas, según la norma NTC 2441 para análisis granulométrico. Se tomaron 50 gramos de la muestra, se ensamblaron los tamices uno del otro en orden decreciente de abertura de arriba hacia abajo llevando en plato receptor en la parte inferior, depositando la muestra en el tamiz superior, cubriendo con la tapa y asegurándola, simultáneamente la puesta el equipo tamizador en seco TYLER (RO-TAP® RX-29-E) durante 20 minutos, recogiendo las fracciones acumuladas en cada tamiz, se pesaron y calculó el porcentaje de cada fracción en relación con la muestra.

### **Sólidos solubles**

A las 3 muestras de café comercial seleccionadas se les midieron los sólidos solubles según el

método 973.21 de A.O.A.C, en el cual, se tomaron 10 gramos de café tostado y molido, se mezclaron con 200ml de agua en un erlenmeyer de 500 ml con un agitador, y todo el conjunto se pesó en una balanza de precisión. El beaker se dispuso sobre una placa calefactora con agitación constante hasta llegar a un punto de ebullición y se continuó con la agitación durante 5 minutos. Posteriormente, se enfrió a temperatura ambiente (22 +/- 1°C), tomándose la segunda lectura del peso, adicionándose agua hasta llegar al peso original. Buscando un parámetro que relacione los sólidos solubles extraíbles con sólidos solubles extraídos de las cafeteras, se utilizó una misma proporción de agua 20g. /g. de café, o 200 ml de agua y 10 gramos de café empleando dos tipos de cafeteras: (1) Cafetera express (contacto directo) y (2) Cafeteras por goteo (goteo A y goteo B). Cada cafetera se precalentó inicialmente realizando un simulacro de extracción en blanco antes de la primera extracción. El café tostado y molido (3 marcas comerciales) se distribuyó uniformemente en el filtro de cada cafetera y en cada una se depositó agua realizando las extracciones hasta obtener 200 ml de bebida extraída.

### **Análisis Estadístico**

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), con un grado de significancia del 5%, para establecer si existen diferencias significativas en la extracción de los sólidos solubles de las 3 muestras de café comercial evaluadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En la figura 1 se observan los promedios de temperatura de las bebidas obtenidas en cada cafetera empleada para la extracción. Como se observa, la temperatura empleada en la cafetera express (90°C±1°C) es la más alta en comparación a las otras dos cafeteras evaluadas que mantuvieron una temperatura promedio de

85°C±1°C, aspecto relacionado con la concentración alcanzada de sólidos solubles extraídos, obteniendo con la cafetera express una bebida más concentrada y con un mayor rendimiento debido a la presión y temperatura trabajada con esta cafetera.

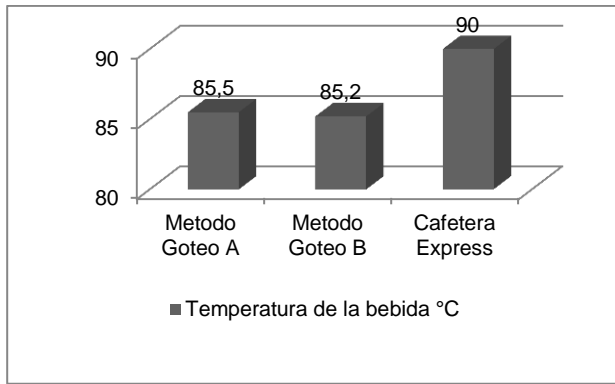


Figura 1. Valores promedio de temperatura en la extracción de sólidos solubles en muestras de café comerciales.

En la figura 2 se observa que la granulometría promedio para las 3 marcas comerciales se encuentra en el tamiz (500 micras) con luz de malla 1, donde se presenta la mayor cantidad de rechazo, indicando que las muestras comerciales analizadas están en el rango de granulometría para café tostado y molido medio (NTC 4602-1).

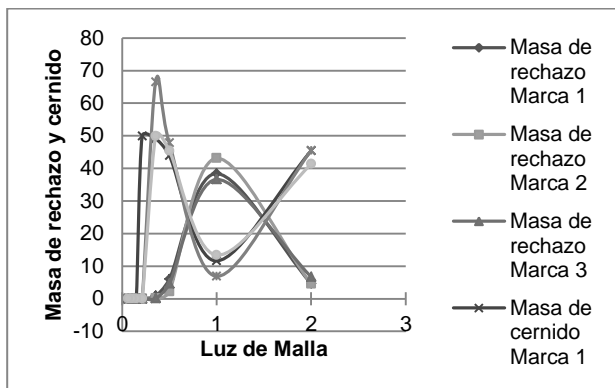


Figura 2. Resultado granulométrico de las 3 marcas de café comercial

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de los análisis realizados a las 3 marcas de café comercial. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de otros trabajos de investigación el valor de los sólidos solubles del café se relaciona con el rendimiento del proceso de extracción. El porcentaje de sólidos solubles tiende a disminuir con el aumento del tamaño de la partícula, debido a que a mayor tamaño de partícula, existe mayor área de contacto del grano de café y el agua de extracción, por lo tanto hay mayor resistencia de estos a ser extraídos. Se observaron diferentes porcentajes de sólidos solubles en las bebidas obtenidas a partir de diferentes tipos de cafetera

por lo que cada una ofrece diferentes características en taza. Se resalta la alta extracción de la cafetera express debido a la presión y temperatura de funcionamiento. La proporción o la cantidad de sólidos extraídos dependen de la marca comercial (materia prima) y estas son directamente proporcionales al rendimiento del café en la bebida coincidiendo con lo estudiado por Lokchart, E.E et al., (1957), de igual manera el medio de extracción también influye significativamente en la cantidad de sólidos solubles extraído. Las bebidas de café comercial obtuvieron niveles de concentración por encima de 1,35 % siendo consideradas “fuertes” ya que los compuestos responsables del sabor están presentes en una concentración de sólidos solubles muy intensa ofreciendo una bebida no equilibrada con un promedio 3,6 % en las 3 marcas evaluadas.

Tabla 1  
Relación del contenido de sólidos solubles extraído con el rendimiento del proceso de extracción

N°	Muestras	Sólidos Solubles	Rendimiento Método Goteo A	Rendimiento Método Goteo B	Rendimiento Cafetera Express
1	1	3,0	76,60	74,53	75,90
2	1	3,5	75,40	73,21	76,20
3	1	3,0	75,10	74,31	75,10
4	2	2,0	92,75	64,50	93,60
5	2	2,5	89,90	65,00	90,10
6	2	2,1	90,60	63,80	92,70
7	3	5,5	97,41	77,60	96,20
8	3	6,0	95,60	75,40	95,90
9	3	5,0	97,50	76,80	95,10

En la figura 3 se presentan los resultados obtenidos respecto al rendimiento obtenido en la extracción por goteo A para las tres marcas comerciales evaluadas. El rendimiento de extracción de la muestra 1 fue del 75,7% en promedio respecto al 96.8 % para las muestras de café 2 y 3, este método facilita la extracción de los sólidos solubles en dos de las 3 marcas de Café evaluadas. El tamaño de partícula y la temperatura del agua empleada, facilitan la extracción de los sólidos solubles coincidiendo con los resultados obtenidos por el estudio realizado por Medina A., (2006).

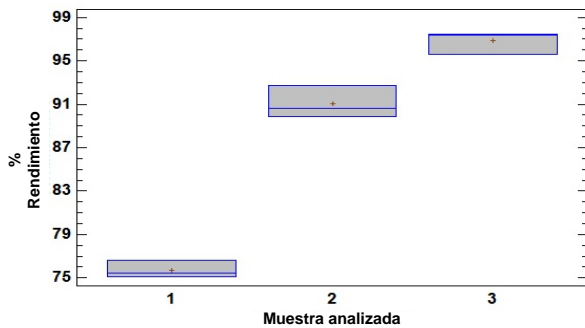


Figura 3. Caja de bigotes del rendimiento de extracción por el método de goteo A

En la figura 4, se presentan los resultados obtenidos respecto al rendimiento en la extracción por goteo B para las tres marcas comerciales evaluadas. Se obtuvo un 76.6 % en promedio en el rendimiento de extracción por el método de goteo B, para las marcas de café 1 y 3, donde el tamaño de partícula en ambas marcas es similar.

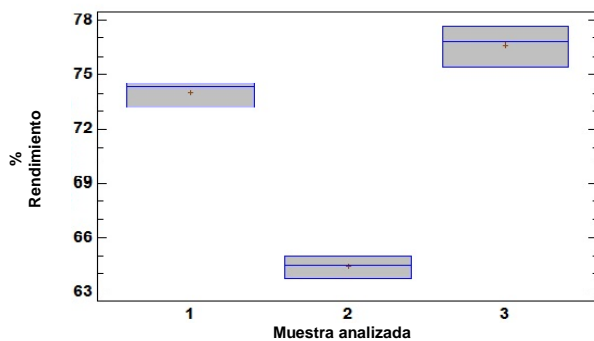


Figura 4. Caja de bigotes del rendimiento de extracción por el método de goteo B

## CONCLUSIONES

La variación del tamaño de partícula y el método de extracción influyen en la eficiencia del proceso de extracción de sólidos solubles extraídos de café tostado y molido de 3 marcas comerciales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castaño C, J.J., Quintero, G., y Vargas R.L. (2000). Caracterización del rendimiento de extracción y del contenido de la bebida del café. Revista Cenicafe 51(3): 185- 195.

En la figura 5 se observa que la cafetera expreso presenta un porcentaje promedio de rendimiento del 94% para las marcas de café comercial 2 y 3, siendo el rendimiento más alto de los 3 métodos evaluados; Indicando que la temperatura manejada en esta cafetera (90°C), permite lograr una mejor extracción en relación al tamaño de partícula de las marcas comerciales 2 y 3, obteniendo una bebida más concentrada. Coincidiendo con los resultados de Peters, A (1991), quien afirma que la concentración de los sólidos solubles en la bebida contribuye significativamente al sabor y otras características sensoriales de la taza y que la extracción de los sólidos solubles está determinada por el número de molienda, tiempo de contacto agua- café, temperatura y presión de agua a preparación.



Figura 5. Caja de bigotes del rendimiento de extracción en la cafetera expreso

Las condiciones del proceso de extracción que se ven influenciadas por la variación del tamaño de partícula de las 3 marcas son: el rendimiento (96.8%), cantidad de café tostado y molido, contenido de sólidos solubles extraídos.

Castaño C, J.J y Quintero, G. (2001). Optimización de la torrefacción de las mezclas de café sano y brocado en función de la temperatura y el agua de apagado. Revista de Cenicafe 52 (1): 49-73.

- Cuellar S, P.C y Castaño C, J.J. (2001). Influencia en la materia prima, del grado de tostión y molienda en la densidad del grano tostado y molido sobre algunas propiedades del extracto obtenido. *Revista Cenicafe* 52(2): 147-140.
- Clarke R, J; Macrae, R. (1985). *Coffee chemistry*, volume 1, London, Elsevier applied Sciences 306 p.
- Clarke R, J; Macrae, R. (1987). *Coffee Technology*, volume 2, London, Elsevier applied Sciences 321 p.
- Davids, K. *Coffee*. (1991). A guide to buying, brewing & enjoying. Santa Rosa, C.A. 101. Productions /Cole Group, Inc., 254 p.
- Illy, A; Viani, R. (1995). *Espresso Coffee: the chemistry of quality*. London. Academic Press. 253 p.
- Lingle Ted, Coffee Brewing Center. (1996). *The coffee brewing handbook. A systematic guide to coffee preparation*. Long Beach. California, Specialty Coffee Association of America. 1996. 60 p.
- Lockhart, E. E. (1957). *The soluble solids in beverage coffee as an index to cup quality*. New York the coffee brewing institute, 13 p.
- Medina A., J.L.; Riaño L., C.E. (2006). Evaluación del rendimiento de extracción en algunas cafeteras. *CENICAFE*. 57(1):31-36.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, ICONTEC. NTC 4602-1. Determinación del rendimiento de la extracción y de los solubles en la bebida del café. Parte 1. Método por goteo directo. ICONTEC, Bogotá. 1997. 4p.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, ICONTEC. NTC 4602-2. Café tostado y molido. Determinación del rendimiento de la extracción y de los solubles en la bebida del café. Parte 2. Método por contacto directo. ICONTEC, Bogotá. 1997. 5p.
- Peters, A. (1991). Brewing makes the difference. in *COLLOQUE Scientifique Internationale sur le Café*, 14 San Francisco, juillet 14-19, Paris ASIC 1991.P. 97-106.
- Veree, P.H.; Yeransian, J.A. (1973). Determination soluble solids in roasted coffee. *Journal of Association Official Analysis Chemist* 56(5): 1126-1129.
- Villegas M, C. P. (1998). *Influencia de la materia prima en las características fisicoquímicas del extracto diluido del café*. Manizales; Tesis Universidad Nacional, Ingeniería Química.