

CARACTERIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN Y DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES DE LA BEBIDA DE CAFÉ

José Jaime Castaño-Castrillón*; Gloria Patricia Quintero*; Ricardo León Vargas**

RESUMEN

CASTAÑO C., J.J.; QUINTERO G.P.; VARGAS R.L. Caracterización del rendimiento de extracción y del contenido de sólidos solubles de la bebida de café. *Cenicafé* 51 (3): 185-195. 2000.

Se efectuaron medidas de rendimiento y contenido de sólidos solubles en extractos de café obtenidos por dos métodos de extracción manuales. Se utilizó materia prima clasificada como café consumo, café pasilla y la mezcla. Las muestras se tostaron a 4 diferentes grados: muy oscuro, oscuro, medio y claro, según norma NTC. Se molieron a 3 diferentes grados: grueso, medio y fino, según norma NTC. Luego se determinó la variación que presentaron el rendimiento y la concentración de sólidos solubles. La fuente de variación que más influyó en el valor tanto del rendimiento como de los 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 mayores valores de rendimiento y sólidos solubles para extracción lenta. En lo que se refiere al grado de tostión, a medida que este aumenta también aumentan el rendimiento y el contenido de sólidos solubles, aunque en general no de manera muy considerable. Se puede afirmar que la materia prima usada, también afectó significativamente los valores de rendimiento y sólidos solubles. El café consumo y la mezcla presentaron valores de rendimiento y sólidos solubles significativamente mayores que la pasilla. Este trabajo, entre otros, sirvió de base para la elaboración de dos Normas Técnicas Icontec, sobre el tema.

Palabras Claves: Productos del café, extractos de café, bebida, sólidos solubles, tostación, grado de tostado, extractos de café, molienda, grado de molienda, normalización.

ABSTRACT

Yield and content of soluble solids in coffee extracts obtained by two manual extraction methods was measured. Raw material classified as consumption coffee, pasilla coffee, and a mixture of both, was used. Samples of four toasting degrees: very dark, dark, medium, and light; and three grinding degrees: coarse, medium, and fine, were considered. Variation of yield and concentration of soluble solids was determined. The source of variation with the greatest influence was the degree of grinding, with significant differences among the three degrees. In order of importance, the type of extraction followed, with highest yield and concentration of soluble solids for slow extraction. The raw material used also affected yield and concentration of soluble solids significantly, with consumption coffee and mixtures being significantly higher than pasilla. This work, along with others, is the basis for the development of two Icontec (Colombian Institute of Technical Standards) technical standards to be applied in the near future.

Keywords: Coffee products, coffee extracts, beverage, soluble solids, toasting, degree of toasting, grinding, degree of grinding, standardization.

* Investigador Científico II y Tecnóloga Química, respectivamente. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná. Caldas, Colombia.

** Analista II de Procesos Industriales, Mercado Interno, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogotá.

Al interior del Comité Icontec 312102 “Café y sus productos”, y dentro del propósito que se tenía de elaborar una norma que estandarizara las medidas de rendimiento de extracción y contenido de sólidos solubles del café tostado y molido, se propuso un estudio sistemático de un método de determinación con dos variantes, con el objeto de determinar la dependencia del Rendimiento y el contenido de Sólidos Solubles (9, 10), con variables independientes como son: tipo de materia prima, grado de tostión, grado de molienda y las dos variantes del método de extracción propuesto.

El Comité Icontec encomendó este estudio al Departamento de Mercado Interno de la Federación Nacional de Cafeteros, el cual a su vez lo delegó en Cenicafe. El presente artículo constituye un resumen de los resultados obtenidos, que junto con otros estudios sirvieron de base para la elaboración de dos Normas Técnicas Colombianas. Dichas normas son: “Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles de la bebida de café. Parte 2, “Método por contacto directo” correspondiente a la NTC 4602-2, y Parte 1, “Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles de la bebida de café. Método por goteo”, Norma Técnica Colombiana NTC 4602-1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El trabajo se realizó en la Planta Piloto de Física Técnica del Programa de Industrialización de Cenicafe, localizada a una altitud de 1425m, 5° 01’ Latitud Norte y 75° 36’ de Longitud Oeste (4).

Materia Prima. Se utilizó café consumo proveniente de la Estación Central Naranjal de Cenicafe, y pasilla de máquinas procedente de la Cooperativa de Caficultores de Manizales, de su planta en Chinchiná. Se procesaron tres tipos de

materia prima: 100% consumo, 100% pasilla, y una mezcla (50% consumo, 50% pasilla) (2). La variable materia prima se denominó tipocafé y sus niveles consumo, mezcla y pasilla.

Grado de tostión. Se emplearon en este trabajo 4 grados de tostión definidos según Norma Icontec (8) de la siguiente forma (todas las medidas de color para determinar el grado de tostión se efectuaron empleando un colorímetro Quantik IR-800 y con el procedimiento definido por la Norma Icontec (5): Muy Oscuro (moscuro) 135-155; Oscuro (oscuro): 185-205; Medio (medio): 235-255 y Claro (claro): 285-305 (Figura 1).

Cada intervalo de color es de 20, pues este es el intervalo mínimo de color para reproducibilidad entre tostaciones logrado. La variable grado de tostión se denominó tostión. Las tostaciones se efectuaron en un tostador de 1kg de capacidad, diseñado y construido anteriormente en Cenicafe, y se efectuaron tres tostaciones por cada grado de tostión, para un total de 12.

Grados de molienda. Se emplearon tres, definidos según la norma Icontec (8) de la siguiente forma: Molienda fina: 0,25mm; molienda media: 0,63mm y molienda gruesa: 0,83mm. La Figura 2 muestra los grados de molienda empleados.

Las moliendas gruesa y media se obtuvieron con un molino Probat Kenia graduado en 4,5 y 3, respectivamente, y la fina con un molino LaSan Marco graduado en la octava raya a partir del tope. Las medidas de diámetro promedio se efectuaron según la norma Icontec (pero empleando 50g de muestra y el juego de tamices: 12, 16, 20, 30, 45, 60, 80 y Fondo) (7). Según Castaño (3), la determinación del promedio de diámetro de partícula, según la metodología de la norma, es muy insegura para el caso de molienda fina. Para este caso particular el coeficiente de correlación fue de 0,87, lo cual quiere

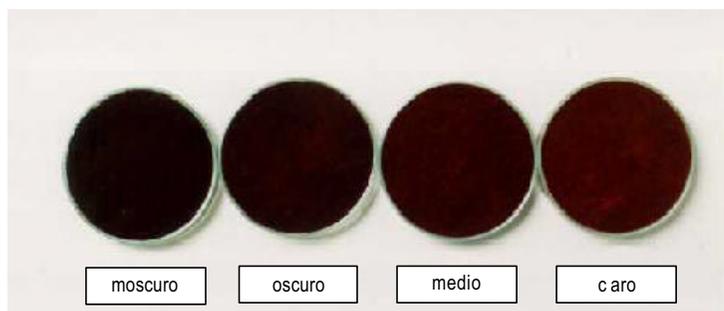


Figura 1.
Grados de tostación

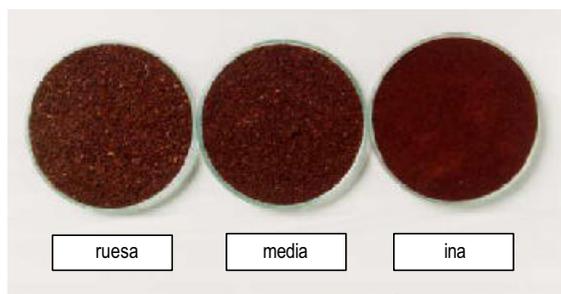


Figura 2. Grados de molienda.

decir que la aproximación de Rossin-Rammler (1) no es aplicable. La distribución de frecuencia en este caso tiene su máximo en 0,25mm, por lo que se tomó este valor como el diámetro promedio de partícula para el caso de molienda fina. La variable grado de molienda se denominó molienda, y se consideraron los niveles fina, media, y gruesa (Figura 2).

Tipo de extracción. La metodología usada para determinar el rendimiento de extracción y el contenido de sólidos solubles en cada caso fue la propuesta por los autores para que se incluyera en la norma que elaboró el Icontec y que se describe a continuación:

Materiales:

- Balanza analítica Mettler Toledo PB 3002, exactitud 0,01mg.
- Estufa de laboratorio Memmert tipo UL50 105°C ± 1°C.

- Cajas de Petri.
- Probetas de 250ml y 100ml.
- Beakers de 250ml.
- Pipetas 10ml.
- Desecador con agente desecante (sílica gel).
- Filtros de papel Melitta #4.
- Jarra y Portafiltro Cafetera Shimasu.
- Estufa marca Haceb, 1 puesto modelo FM1.
- Olla de aluminio.
- Termómetro digital (Fluke Mod. 52 con termocupla tipo K).
- Agua destilada.

Procedimiento:

Secar en la estufa las cajas de Petri durante dos horas a una temperatura aproximada de 105°C.

Se depositan las cajas secas en el desecador provisto con el agente desecante y se marcan y pesan los beakers de 250ml vacíos, teniendo en cuenta que deben estar completamente secos.

Se pesan 18g de café sobre el sistema filtro Melitta #4, y portafiltro.

Se calienta el agua destilada en una olla hasta temperatura de ebullición (92,2°C, a la altitud de Cenicafé). Luego se miden 300ml en un beaker. Posteriormente se deposita el agua en ebullición sobre el sistema filtro-portafiltro-jarra a dos velocidades diferentes (normal y lenta). Se espera el tiempo necesario hasta que no haya más paso de extracto a la jarra; seguidamente el extracto se trasvasa de la jarra a uno de los beakers previamente marcados. Con la ayuda de un ventilador se enfría el beaker con el extracto. Se pesa el beaker con la bebida fría y la base de la caja de Petri. Sobre la base de la caja de Petri se pesan aproximadamente 10g de bebida (exactitud 0,01mg). Se colocan las cajas de Petri destapadas en la estufa durante 4 horas \pm 10min, a una temperatura de 105°C \pm 1°C. Transcurrido este tiempo se tapan las cajas de Petri, se sacan de la estufa y se colocan dentro del desecador.

Cuando hayan alcanzado la temperatura ambiente se pesan nuevamente las cajas de Petri. Se realizan los cálculos de concentración de sólidos solubles y de rendimiento en la extracción expresados en porcentaje masa a masa.

Los cálculos para encontrar el rendimiento y el contenido de sólidos solubles del extracto, se rigen por las siguientes fórmulas:

$$ss = \frac{(Pf - Pv)}{Pm} \times 100 \quad \ll 1 \gg$$

$$RENDIM = \frac{SS \times Pe}{18} \times 100 \quad \ll 2 \gg$$

Donde:

ss = Porcentaje sólidos solubles.

Pf = Peso final caja de Petri.

Pv = Peso caja de Petri vacía.

Pm = Peso extracto depositada en la caja de Petri inicialmente.

RENDIM = Porcentaje de rendimiento de extracción.

Pe = Peso total de extracto obtenido en el proceso de extracción.

Como se mencionó en el procedimiento, este tipo de extracción manual se efectuó a dos velocidades: en la velocidad normal se depositan los 300ml de agua en ebullición sobre el sistema café, filtro, portafiltro y jarra en 30seg. En la velocidad lenta 300ml de agua en ebullición se dividen en 4 porciones de 75ml c/u, que se depositan sobre el sistema café, filtro, portafiltro y jarra, en cuatro períodos de tiempo de un minuto de duración c/u hasta completar cuatro minutos, como tiempo total para depositar el agua.

La variable tipo de extracción se denominará extracción y sus dos niveles, normal y lenta. En cada caso y después de depositar el agua en ebullición sobre el sistema, se esperó hasta que ya no pasara más extracto a la jarra, y en este momento se consideró terminado el proceso de extracción. Obviamente, dependiendo del grado de molienda en cuestión, este tiempo es más o menos largo. La Tabla 1 presenta los datos de tiempos de duración de la extracción.

El diseño experimental planteado para analizar el comportamiento de las variables indepen-

TABLA 1. Tiempo de extracción empleado según grado de molienda y tipo de extracción

Molienda	Extracción	Tiempo (min)
Gruesa	Normal	9
Gruesa	Lenta	10
Media	Normal	6,5
Media	Lenta	8
Fina	Normal	9
Fina	Lenta	13

dientes analizadas, rendimiento y sólidos solubles, fue un diseño factorial 3X4X3X2 con tres repeticiones, con las variables Tipo de café (3 niveles), Grado de tostión (4 niveles), Grado de molienda (3 niveles) y Tipo de extracción (2 niveles) como factores.

Las denominaciones de la Tabla 2 corresponden a las definiciones de los factores y sus niveles ya enunciadas anteriormente. El diseño factorial se analizó mediante técnicas estándares de análisis de varianza, seguidas del test de discriminación de promedios de Bonferroni (11).

TABLA 2. Factores y niveles del diseño experimental empleado.

Factor	Tipocafé	Tostión	Molienda	Extracción
Nivel	Consumo	Moscuro	Gruesa	Normal
	Mezcla	Oscuro	Media	Lenta
	Pasilla	Medio	Fina	
		Claro		

TABLA 3. Caracterización física de los tres tipos de materia prima empleada.

Característica	Pasilla	Mezcla	Consumo*
Materia extraña (%)	0,075	0,06	
Impurezas (%)	0,66	0,75	
Ripio (%)	1,7	0,385	
Densidad gr/l	605,16	647,2	682,43
Defectos mayores (%)	11,42	3,19	
Defectos menores (%)	31,41	20,55	
Grano bueno (%)	54,93	74,88	

* El café tipo consumo cumple con los requisitos de tamaño y defectos incluidos en la clasificación de Almacafé (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis físicos de las tres materias primas empleadas en el trabajo se encuentran en la Tabla 3. Se observa que la pasilla cumple con la norma Icontec (6). Se efectuaron 12 tostaciones en total de 1kg c/u (4 por cada grado de tostión). Las características de estas tostaciones se resumen en la Tabla 4. Allí se observa que el rango de variación para cada grado de tostión entre tostaciones fue el siguiente: Moscuro: 6; Oscuro: 14; Medio: 13 y Claro: 7.

Adicionalmente a los parámetros que aparecen en la Tabla 4, en cada tostación se efectuó una medida de la humedad inicial del café verde (pro=11,43%, cv=2,94%) empleando un medidor Kappa de los estándares empleados por Almacafé, y el tiempo de duración de la tostación. Aunque el torrefactor empleado dispone de un sistema de Agua de Apagado, no se empleó para este experimento. También se midió la humedad del café tostado y molido resultante (pro=0,66%, cv=47%), mediante el método de estufa (2,5g, 105°C, durante 4 horas).

TABLA 4. Características principales de las tostiones efectuadas durante la realización del trabajo.

Tostación	Materia prima	Merma (%)	Color (Quantik)	Grado de tostión
1	Consumo	23,9	152	Moscuro
2	Consumo	21,45	202	Oscuro
3	Consumo	19,76	245	Medio
4	Consumo	18,86	289	Claro
5	Pasilla	23,42	146	Moscuro
6	Pasilla	20,27	188	Oscuro
7	Pasilla	17,84	252	Medio
8	Pasilla	17,1	292	Claro
9	Mezcla	24,53	151	Moscuro
10	Mezcla	21,64	189	Oscuro
11	Mezcla	19,19	239	Medio
12	Mezcla	17,66	296	Claro

El diseño experimental se analizó siguiendo técnicas estándares de análisis de varianza, seguidas de un test de discriminación de promedios de Bonferroni, empleando la aplicación SASLAB del lenguaje SAS versión 6,11 para Windows 95 (11) y las gráficas se realizaron empleando la hoja electrónica EXCEL 97. La Tabla 5 muestra los resultados arrojados por el análisis estadístico para las variables rendimiento y sólidos solubles, respectivamente, con relación a la significancia de cada uno de los factores y sus interacciones dobles.

Para el caso de la variable (ss) el SASLAB sugiere una transformación y el análisis se efectúa para (ss)^{1/2}. Para el rendimiento, la Tabla 5

TABLA 5. Resultados del análisis estadístico para la variable Rendimiento.

Fuente	F	Pr>F
Molienda	1417,000	0,0000
Extracción	775,800	0,0000
Extracción*molienda	71,330	0,0000
Tostión	8,486	0,0000
Tipodeca	5,633	0,0042
Tostión*tipodeca	2,160	0,0487
Extracción*tipodeca	2,999	0,0523
Molienda*tostión	1,223	0,2964
Extracción*tostión	1,042	0,3751
Molienda*tipodeca	0,155	0,9605

contiene los factores e interacciones dobles, listados de menor a mayor probabilidad. Como es normal en el análisis de varianza, probabilidades menores de 0,05 indican una influencia significativa del respectivo factor. Cuanto menor sea el valor de probabilidad comparado con 0,05 tanto más significativa será la influencia del factor. En el presente caso presentan influencia altamente significativa (99,9%) en el valor del rendimiento los factores molienda, extracción y tostión, y existe interacción altamente significativa (99,9%) entre extracción y molienda. Presenta influencia significativa (99%) la variable tipodeca, y la interacción tostión tipodeca (95%).

Las demás interacciones no presentan influencia significativa, aunque la probabilidad de la interacción extracción tipodeca está muy cerca del punto de corte (0,05). En su orden, las tres fuentes de variación que más contribuyen a la variación de rendimiento son molienda, extracción y la interacción molienda extracción.

Como se mencionó más arriba para el caso de sólidos solubles, el programa SAS sugirió transformar la variable a (ss)^{1/2}, para poder efectuar el análisis (Tabla 6). Análogamente al caso del rendimiento, las fuentes de variación se listan de menor a mayor probabilidad y presentan influencia altamente significativa (>99,9%) los factores molienda, extracción, tipodeca y tostión,

TABLA 6. Resultados del análisis estadístico para la variable (sólidos solubles)^{1/2}

Fuente	F	Pr>F
Molienda	1139	0,0000
Extracción	946,7	0,0000
Extracción*molienda	116,9	0,0000
Tipodeca	9,644	0,0001
Tostión	7,013	0,0002
Tostión*tipodeca	1,739	0,1142
Extracción*tipodeca	2,056	0,1309
Molienda*tostión	1,181	0,3181
Molienda*tipodeca	0,511	0,7276
Extracción*tostión	0,123	0,9464

y la interacción extracción molienda. El resto de interacciones no presentan influencia significativa y el valor de las probabilidades está bastante alejado del punto de corte (0,05). Los factores que más contribuyen a la variación de (ss) fueron en su orden: molienda, extracción, la interacción molienda extracción, tipodeca y tostión.

Grado de molienda. La Tabla 7 muestra la discriminación de promedios de Bonferroni para rendimiento y sólidos solubles con respecto al factor molienda. La Figura 3 es un gráfico de barras correspondiente a la Tabla 1. Se observa que los tres promedios, tanto de rendimiento como de sólidos solubles correspondientes a los tres grados de molienda, son significativamente diferentes entre sí, siendo el mayor el correspondiente a molienda fina y el menor a molienda gruesa, como era de esperarse. En la Figura 3 el rendimiento se muestra en forma de barra y corresponde al eje izquierdo, y los sólidos solubles en forma de línea y corresponden al eje

TABLA 7. Discriminación de promedios de Bonferroni para rendimiento y ss en función del factor molienda.

Molienda	Rendimiento (%)	SS (%)
Fina	22,52a*	1,73a
Media	16,89b	1,34b
Gruesa	13,54c	1,10c

* Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

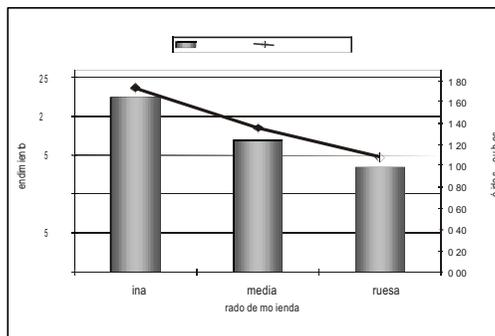


Figura 3. Rendimiento y ss v-s grado de molienda.

derecho. Tanto la Tabla como la Figura corroboran la influencia altamente significativa que presenta el grado de molienda, tanto en el valor del rendimiento como en el valor de los sólidos solubles.

Extracción. La Tabla 8 muestra la discriminación de Bonferroni para el siguiente factor en importancia, la extracción. La Figura 4 corresponde a los datos de la Tabla 8.

TABLA 8. Discriminación de promedios de Bonferroni, para rendimiento y SS con relación al nivel de extracción.

Extracción	Rendimiento (%)	SS (%)
Lenta	19,59a*	1,55a
Normal	15,71b	1,20b

* Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

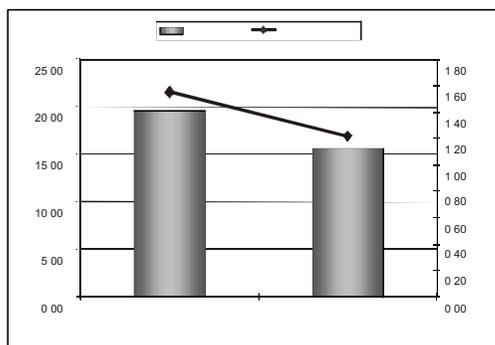


Figura 4. Rendimiento y ss v-s tipo de extracción.

Tanto en la Tabla 8 como en la Figura 4 se observa la influencia significativa que tiene el tipo de extracción sobre ambas variables, resultando mayor rendimiento (19,59%) y concentración de sólidos solubles (1,55%) para el caso de extracción lenta.

Interacción Extracción-Molienda. En orden de importancia la fuente de variación que sigue según el valor de probabilidad es la interacción extracción*molienda. La Tabla 9 presenta la discriminación de promedios de Bonferroni para este caso. Se observa en la Tabla 9 que todos los promedios son significativamente diferentes entre sí, obteniéndose los mayores valores de rendimiento y sólidos solubles, para la combinación lenta-fina (23,41%; 1,81%) y los menores valores (10,62%; 0,83%) para la combinación normal-gruesa, como era de esperarse.

Las Figuras 5 y 6 muestran gráficamente los datos de la Tabla 9. En ellas se observa igualmente que los mayores valores de rendimiento y sólidos solubles se obtienen para la molienda fina y la extracción lenta, y los menores para la molienda gruesa y la extracción normal. Igualmente, es notorio en ambas figuras que la diferencia entre los dos tipos de extracción es mayor para la molienda gruesa que para la fina. O sea, con molienda fina los valores de rendimiento y sólidos solubles obtenidos son más parecidos entre sí, que para el caso de molienda gruesa.

TABLA 9. Discriminación de promedios de Bonferroni para la Interacción Extracción*Molienda.

Interacción	Rendimiento (%)	ss
Lenta fina	23,41a*	1,81a
Normal Fina	21,63b	1,65b
Lenta media	18,89c	1,52c
Lenta gruesa	16,47d	1,33d
Normal media	14,89e	1,18e
Normal gruesa	10,62f	0,83f

* Promedios bajo la misma letra no son significativamente diferentes.

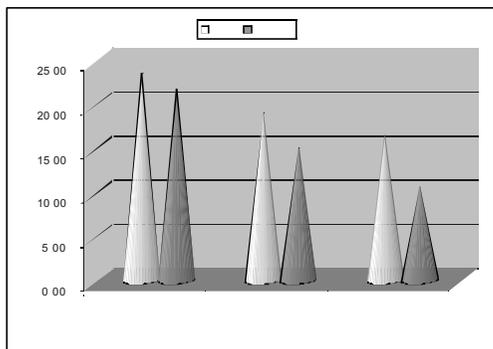


Figura 5. Rendimiento v-s grado de molienda y tipo de extracción.

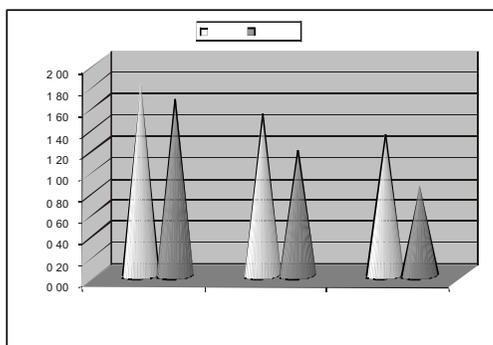


Figura 6. Sólidos Solubles v-s grado de molienda y tipo de extracción.

Grado de tueste. En orden de importancia, en cuanto a su influencia sobre el valor de las variables estudiadas, está el grado de tueste. La Tabla 10 presenta la discriminación de promedios para este factor.

Se puede interpretar la Tabla 10 diciendo que existen diferencias significativas entre algunos pares de promedios, pero no hay conjuntos de promedios significativamente diferentes. Se observa que tanto para rendimiento como para sólidos solubles el mayor valor se presenta para tostión oscuro, pero a su vez, este valor no es significativamente diferente del obtenido para tostión medio pero a su vez, este valor no es significativamente diferente del valor para claro, en el caso de rendimiento, y claro y oscuro en el caso de sólidos solubles. Sólo existe diferencia signi-

TABLA 10. Discriminación de promedios para rendimiento y (ss) con relación al grado de tueste del proceso.

Tostión	Rendimiento (%)	ss (%)
Moscuro	18,09a*	1,40a
Oscuro	17,87ab	1,37ab
Claro	17,46bc	1,36b
Medio	17,18c	1,33b

* Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

ficativa entre los extremos, o sea, entre grado de tostión medio o claro y oscuro para ambos casos. La Figura 7 presenta estos resultados gráficamente.

Tipo de café. El siguiente factor de importancia en el valor del Rendimiento y los Sólidos Solubles es el Tipo de café, o sea, la materia prima empleada en el proceso de tostión. La Tabla 11 muestra la discriminación de promedios de Bonferroni para este factor. En ésta, se observa que el mayor valor tanto de Rendimiento como de Sólidos Solubles se obtiene para la mezcla, aunque no es significativamente diferente del obtenido para el consumo. La pasilla presenta el menor valor para ambas variables y es significativamente inferior al de las otras dos materias primas. Es decir, en este caso se puede afirmar que existen dos grupos de promedios significativamente diferentes (consumo, mezcla) y (pasilla).

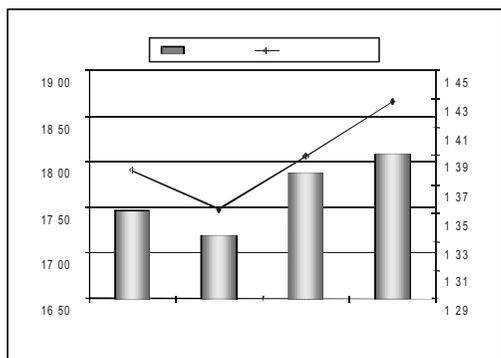


Figura 7. Rendimiento y sólidos solubles v-s grado de tostión.

TABLA 11. Discriminación de promedios para rendimiento y sólidos solubles con relación a la materia prima de tostión.

Tipodeca	Rendimiento (%)	ss (%)
Mezcla	17,85a*	1,39a
Consumo	17,78a	1,38a
Pasilla	17,32b	1,33b

* Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

La Figura 8 es una gráfica de los datos de la Tabla 11. Se observa en la gráfica que tanto el valor del rendimiento como el de Sólidos Solubles es muy parecido para consumo y mezcla, y son bastante diferentes; considerablemente menores para la pasilla.

Interacción: grado de tueste y materia prima.

La siguiente fuente de variación en importancia es la interacción tostión-tipodeca, la cual presenta una probabilidad muy cercana al punto de corte pero todavía menor. La Tabla 12 muestra la discriminación de promedios correspondiente a la interacción. Tanto para Rendimiento como para Sólidos Solubles estos resultados pueden interpretarse como la existencia de diferencia significativa entre algunos pares de promedios, pero no existen conjuntos de promedios significativamente diferentes. Las Figuras 9 y 10 despliegan gráficamente esta Tabla.

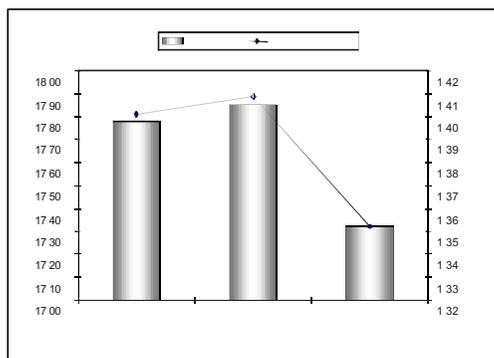


Figura 8. Rendimiento y sólidos solubles v-s materia prima de tostión.

TABLA 12. Discriminación de promedios para rendimiento y ss, de la interacción grado de tostión, tipo de café.

Interacción	Rendimiento (%)	ss (%)
Moscuro-consumo	18,77a*	1,45a
Oscuro-mezcla	18,26ab	1,42ab
Moscuro-mezcla	18,06abc	1,41ab
Oscuro-consumo	17,92abc	1,36abc
Claro-mezcla	17,63bc	1,37abc
Medio-mezcla	17,45bc	1,35bc
Oscuro-pasilla	17,44bc	1,33bc
Moscuro-pasilla	17,42bc	1,35abc
Claro-pasilla	17,4bc	1,35bc
Claro-consumo	17,34bc	1,36abc
Medio-consumo	17,08c	1,35bc
Medio-pasilla	17,02c	1,29c

* Promedios bajo la misma letra no son significativamente diferentes.

En la Figura 9 se observa que para tostión clara no hay diferencia significativa entre los tres tipos de materia prima, en lo que a rendimiento se refiere; esta situación se mantiene para tostión media. Para tostión oscura los rendimientos en general tienden a aumentar, más para el consumo y la mezcla, pero siguen sin presentar diferencia significativa. Para tostión muy oscura, los rendimientos sobre todo el del consumo aumentan, y en este caso, si hay diferencia significativa entre los rendimientos del consumo por un lado y el de la mezcla y la pasilla por otro, como se puede ver en la Tabla 12 al observar los promedios referentes a moscuro. En general, se puede decir que el rendimiento de la pasilla se mantiene constante al

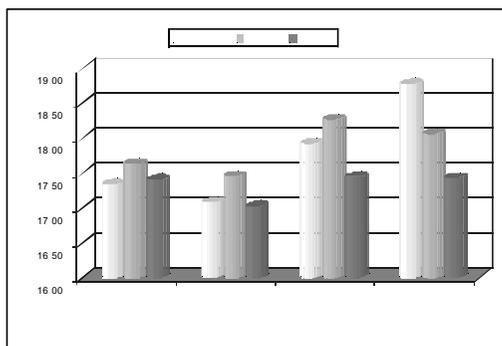


Figura 9. Rendimiento v-s grado de tostión y tipo de materia prima.

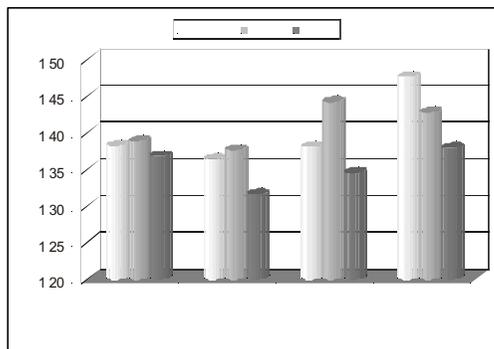


Figura 10. Sólidos solubles v-s grado de tostión y tipo de materia prima.

aumentar el grado de tostión, el de la mezcla tiende a aumentar, y para el café consumo aumenta mucho más fuertemente, sobre todo en grado de tostión moscuro.

Algo análogo se puede afirmar con relación a los Sólidos Solubles los cuales, en general, permanecen más bajos y de valor parecido a tostión clara, y tienden a aumentar a medida que aumenta el grado de tostión. En general, los sólidos solubles de la pasilla tienden a permanecer constantes al aumentar el grado de tostión, los de la mezcla aumentan levemente, y los que experimentan mayor aumento son los correspondientes a la materia prima tipo consumo.

Como se observa en la Tabla 5, el resto de interacciones no son significativas por lo que su análisis no presenta interés puesto que presentarían información redundante, ya obtenida.

Los resultados anteriores pueden resumirse así:

- La fuente de variación que más contribuye al valor tanto del rendimiento como de los sólidos solubles, es el grado de molienda, presentándose diferencia significativa para los tres grados de molienda.
- En orden de importancia le sigue el tipo de extracción, presentándose mayores valores de

rendimiento y sólidos solubles para extracción lenta, resultando significativamente diferentes de los correspondientes a la Extracción normal.

- En lo que se refiere a la interacción extracción-molienda, se tiene que a medida que el grado de molienda aumenta de fina a gruesa, la diferencia entre los dos tipos de extracción normal y lenta va acentuándose. Todos los niveles de la interacción presentan diferencias significativas.
- En lo que se refiere al grado de tostión, a medida que este aumenta, también aumentan el rendimiento y el contenido de Sólidos Solubles, aunque en general, este aumento no es muy considerable y algunos niveles de tostión no son significativamente diferentes entre sí.
- Se puede afirmar que la materia prima usada también influye significativamente en los valores de rendimiento y sólidos solubles. El consumo y la mezcla presentan valores de rendimiento y sólidos solubles significativamente mayores que la pasilla.
- A medida que el grado de tueste aumenta de claro a muy oscuro, las diferencias presentadas en los valores de rendimiento y sólidos solubles, entre tipos de materia prima se va acentuando. Para el grado de tostión claro las diferentes materias primas no presentan diferencias en cuanto a los valores de estas variables, pero a grado de tostión muy oscuro estas diferencias aumentan presentando la materia prima consumo los mayores valores tanto de rendimiento como de sólidos solubles, siendo estos valores significativamente diferentes de los presentados por las otras dos materias primas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Darío Arias del programa de experimentación, por la consecución del café

fresco. A los Señores Héctor Fabio Hernández Ríos, y Darío García Guerrero por su colaboración en la limpieza de materiales y equipos y toma de datos.

LITERATURA CITADA

1. ALLEN, T. Particle size measurement. Vol. 1. 5. ed. London, Chapman & Hall, 1997. 525p.
2. ALMACAFE. Normas. Santafé de Bogotá, FEDERACAFE, 1988. 29 p.
3. CASTAÑO C., J.J. Dependencia de los parámetros granulométricos con el peso empleado para tamizado. Chinchiná, Cenicafé, 1997. 26 p. (Informe interno).
4. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Cenicafé Anuario meteorológico 1991. Chinchiná, Cenicafé, 1992. 369 p.
5. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Café tostado y molido. Determinación del grado de tostación. Santafé de Bogotá, ICONTEC. 1998. 6p. (Norma Técnica Colombiana, NTC 2442).
6. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Café pasilla. (Primera actualización). Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1998. 3 p. (Proyecto de Norma Técnica Colombiana NTC 3633).
7. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Café tostado y molido. Análisis de tamaño de partícula y grado de molienda. Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1998. 6 p. (Norma ICONTEC 2441).
8. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Café tostado y molido. (Primera actualización). Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1998. 7 p. (Norma Técnica Colombiana NTC 3534).
9. LINGLE, T. R. The basic of brewing coffee. Long Beach, Specialty Coffee Association of America. 1996. 34 p.
10. LINGLE, T. R. The basic of cupping coffee. 2. Ed. Long Beach, Specialty Coffee Association of America, 1993. 32 p.
11. SAS INSTITUTE INC., SAS/LAB Software: User' s Guide, Version 6. Cary, NC, Sas Institute Inc., 1992. 291 p.