

CALIDAD EN TAZA DE MEZCLAS PREPARADAS CON GRANOS DE *Coffea arabica* L. y *C. canephora*

Gloria Inés Puerta-Quintero*

PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de mezclas preparadas con granos de *Coffea arabica* L. y *C. canephora*. Cenicafé 59 (3): 183-203. 2008.

Mediante la catación, el pH, la acidez medida por titulación y los sólidos solubles se evaluó la calidad de *C. arabica* variedades Caturra, Típica, Borbón y Colombia sin mezclar y mezcladas con la variedad Robusta, en proporciones del 2 al 50% en peso, y tostadas en grado medio a diferentes pérdidas de peso. Para las variedades Arábica, a mayor grado de tostación, el amargo se intensifica y la acidez disminuye. Por el contrario, el grado de tostación no tiene efecto significativo en el aroma, el amargo y la impresión global de la bebida del café Robusta. El método sensorial resultó suficiente y confiable para diferenciar entre las bebidas de Arábica y Robusta al 100% y en las mezclas se identificó Robusta a partir del 5%, por la disminución en la acidez sensorial, a partir del 10% por la intensificación del amargo y del cuerpo y por la disminución en la impresión global, a partir del 20% por la diferencia en los aromas, y por encima del 35% por la variación de los sólidos y del pH. Para diferenciar mezclas con contenidos menores al 10% de Robusta es necesario medir otros compuestos químicos. No obstante, un control sistemático en el recibo y manejo del café, mediante la trazabilidad por parte de los productores, comerciantes, exportadores e importadores, garantizará la calidad del café de Colombia.

Palabras clave: Bebida, análisis organoléptico, variedades de café, Variedad Colombia, café Robusta, pH, sólidos de la bebida.

ABSTRACT

The quality of *C. arabica* varieties Caturra, Typica, Bourbon and Colombia individually and in blends with Robusta variety was assessed by tasting, pH, titrable acidity and soluble solids, in proportions from 2 to 50% in weight and roasted at different weight losses in medium grade. For the Arabica varieties, the greater roasting degree the more intense the bitterness, and the lower the acidity. On the contrary, the roasting degree does not have significant effect on the aroma, the bitterness and the overall impression of the Robusta coffee beverage. The sensory method was sufficient and reliable for differentiating between Arabica and Robusta beverages at 100%. In the blends Robusta was identified from 5% because of the decrease in sensory acidity, from 10% because of the bitterness and body intensification and because of the decline of the overall impression, from 20% because of the difference in the aromas, and above 35% because of the solids and pH variation. In order to differentiate blends containing less than 10% of Robusta it is necessary to measure other chemical compounds. However, a systematic control of the receipt and management of coffee, through traceability by producers, traders, exporters and importers will ensure the quality of coffee from Colombia.

Keywords: Beverage, organoleptical analysis, coffee varieties, Colombia variety, Robusta coffee, pH, solids of the drink.

* Investigador Científico III. Calidad y Manejo Ambiental. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

El género *Coffea* comprende más de 100 especies, de las cuales *Coffea arabica* Linneo y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner constituyen el 99% de la producción comercial mundial. El café de la especie Arábica conforma cerca del 80% del café que se consume en el mundo e incluye variedades que se cultivan en Centroamérica, Sudamérica y en países del centro del África. En tanto que la variedad Robusta (*C. canephora*) se cultiva en la mayoría de los países cafeteros de África y Asia, y también en Brasil (10).

Los cafés suaves incluyen al café Arábica producido por la vía húmeda en Colombia, Kenia y Tanzania, que conforman los suaves colombianos y, a los Arábica de Centroamérica y de algunas regiones de India que son catalogados como los otros suaves. Los cafés suaves lavados se comercializan a un mayor precio en el mercado internacional, debido a su calidad calificada por el balance en la bebida, la acidez natural y los intensos aromas que son apreciados en Estados Unidos y Alemania, países que son los mayores consumidores de esta categoría de café.

Brasil es el mayor productor de café en el mundo y produce y exporta café no lavado, tanto de la especie Arábica como de la var. Robusta. También en los países africanos y asiáticos el café Robusta se beneficia generalmente por la vía seca. La bebida preparada con este café se diferencia de la bebida del Arábica por su aroma fuerte y característico, donde se destacan los olores terrosos, leñosos, y también por su amargo fuerte y acidez baja (2, 3, 4, 10). El café Robusta se negocia a menor precio y es utilizado en su mayoría en la preparación de cafés solubles, aunque también es consumido en bebidas preparadas con café tostado y molido, en algunos países de África y Asia y como parte de las mezclas de café (*coffee blends*) que se preparan y comercializan en Europa, Estados Unidos y Japón.

De esta forma, las compañías de tostadores de café localizadas en los países importadores, realizan mezclas de café y utilizan materias primas de diferentes procedencias, especies, variedades y procesos, para ofrecer a los consumidores una diversidad de tipos de café. Debido a la diferencia de precios entre las especies de café, pueden ocurrir adulteraciones del café Arábica por la realización de mezclas con contenidos de Robusta mayores que los declarados en los empaques, lo cual representa una mayor ganancia para los comercializadores.

Por apariencia y tamaño del grano, ambas especies presentan diferencias: los granos de café Arábica son más voluminosos y alargados que los granos de Robusta, los cuales son más pequeños y de forma más redondeada. El color de los granos de Arábica beneficiados por la vía húmeda es verde, mientras que la coloración de los granos de Robusta es menos definida y puede variar de verde a gris y a marrón, dependiendo del tipo de beneficio utilizado para su procesamiento (2, 4, 10). Sin embargo, una vez los granos de café han sido tostados, molidos y mezclados, las diferencias físicas ya no son evidentes.

Hasta el momento no se ha hallado un compuesto químico que esté contenido sólo en Arábica o en Robusta, y por lo tanto, no se dispone de un método que permita detectar claramente cuando se ha mezclado el café Robusta con el Arábica. No obstante, mediante métodos analíticos, cromatográficos, espectrométricos, colorimétricos y espectrofotométricos, entre otros, se han encontrado diferencias en las cantidades de algunos compuestos químicos entre las especies de café comerciales sin mezclar (5, 6, 8, 9, 12, 17, 18, 19, 20).

El grano de café Robusta presenta 2,2% de cafeína y las variedades Arábica contienen cerca de 1,2% de este alcaloide (10). El

contenido de los lípidos en el café Arábica varía de 16 a 18% entre el grano verde y tostado, en tanto que representan del 10 al 11% para el café Robusta (9, 10, 12, 20, 21). Entre los lípidos insaponificables del café se han encontrado compuestos diterpénicos en forma libre y esterificada, que constituyen del 0,7 a 2,5% en el café Arábica y cerca del 1,1 al 3,5% para Robusta (20); el diterpeno 16-O-metil-cafestol ha sido encontrado solamente en los granos de *C. canephora*, *C. stenophylla* y *C. liberica*; aunque también se ha detectado en las hojas y otras partes de la planta de *C. arabica*, en tanto que el kahweol se encuentra en café Arábica y solo en trazas en Robusta, mientras el cafestol se ha determinado en *C. canephora*, *C. stenophylla*, *C. liberica*, *C. racemosa*, *C. salvatrix* y *C. arabica* (20). También se ha reportado que el Δ^5 -avenasterol está contenido en mayor cantidad en Robusta que en Arábica (9, 10, 20).

Los compuestos presentes en el aroma del café dependen principalmente de la especie de café, del tiempo y la temperatura de almacenamiento del grano y del grado de tostación. Los cafés Robusta contienen más cantidad de aminoácidos libres y de ácidos clorogénicos en el grano verde, así como mayor contenido de pirazinas y fenoles en el grano tostado que los cafés Arábicas. También contiene mayores cantidades del compuesto 2-metil-isoborneol, que presenta aromas terroso y mohoso (2). Mientras que el café Arábica contiene más sacarosa en el grano y más cantidad de 2-hidroximetilfurfural, 2,5-dimetil-4-hidroxil-3-(2H)-furanona y maltol en el café tostado (10, 17, 18, 19). Estas especies de café también difieren en el contenido de varios mono y disacáridos y en otros compuestos que conforman el aroma del café, como pirroles, piridinas, tiazoles y derivados de furanos con contenidos de azufre (17).

Colombia produce sólo café Arábica y exporta café almendra (*green coffee beans*), usualmente como mezclas de las principales variedades que se cultivan en las regiones cafeteras, tales como Caturra, Colombia, Típica, Borbón y Tabi (7). Actualmente también se siembran la Variedad Castillo® y las variedades Castillo® regionales. Los importadores de café comercializan este origen como 100% café de Colombia y también utilizan una parte del café de Colombia para la obtención de mezclas de café tostado y otras preparaciones que se realizan en los países consumidores.

La presente investigación es parte de la búsqueda de métodos para proteger el origen y verificar la autenticidad del café de Colombia comercializado en el exterior. Su objetivo es conocer si por medio del análisis sensorial se puede identificar la presencia de café var. Robusta en mezclas de café tostado, de tal forma que el análisis sensorial de la calidad del café o prueba de taza, pueda usarse para detectar adulteraciones con Robusta en el café expendido como 100% café de Colombia. Este tema puede resultar de interés tanto para los productores como para los procesadores, comercializadores y consumidores, ya que busca garantizar la calidad del café adquirido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras. Se analizaron muestras de las cosechas principales de los años 1997 y 1998 de *C. arabica* L. de frutos rojos de las variedades Caturra, Borbón, Típica y Colombia, y de la variedad Colombia de fruto amarillo. También se analizaron muestras de *C. canephora* variedad Robusta. El café fue cultivado en lotes experimentales de la Estación Central Naranjal en Chinchiná, localizada a 4° 58' latitud Norte, 75° 39' longitud Oeste, 1.381 m de altitud, donde se

presentan las siguientes condiciones medias: temperatura 21,3°C, humedad relativa 78%, precipitación total anual de 2.634 mm, con 237 días de lluvia, brillo solar de 1.690 h. La recolección se hizo en las semanas de óptimo desarrollo del fruto.

Beneficio de las muestras. Se realizó en el beneficiadero de Cenicafé. Todo el café Arábica se benefició por vía húmeda, en tanto que una parte del café Robusta se procesó por el método húmedo y otra por vía seca. El café cereza recolectado se clasificó manualmente, para separar solamente los frutos maduros. Por la vía húmeda se procesaron de 60 a 70 kg de cada variedad, se despulparon sin agua, la separación del mucílago se efectuó por la fermentación natural sin agua, en canecas plásticas, durante 16 h para el café Arábica y 40 h para Robusta. Luego, los granos se lavaron con agua limpia, se secaron al sol, en bandejas en capas de 2 a 3 cm de café húmedo, donde se controló que la humedad final del grano pergamino estuviera entre el 10 y el 12%. Las muestras de cada variedad se empacaron en bolsas plásticas, se rotularon y se almacenaron en condiciones frescas (65 a 70% de humedad relativa y 12 a 15°C), durante un mes; luego se trillaron, tostaron,

molieron y prepararon para los análisis sensoriales, físicos y químicos. Por la vía seca, se secaron al sol muestras de 40 kg de café cereza de la variedad Robusta, hasta un contenido de humedad del 10 al 12%.

Análisis físicos. Se midió la humedad, el color, el olor, la apariencia, el porcentaje de defectos y las impurezas en el grano de café pergamino. Para los granos de café almendra se determinó el porcentaje de merma, el color, el olor, el tamaño según granulometría, medida en los tamices de perforaciones circulares de la serie 17/64 a 12/64” y el porcentaje de defectos (negro, vinagre, cardenillo, mordido, astillado, decolorado, cristalizado, brocado, deformado, inmaduro, aplastado), mediante equipos calibrados y métodos y formatos de registro estandarizados.

Preparación de las mezclas. Se analizó la calidad de las variedades Arábica y del café Robusta sin mezclar, preparadas a diferentes pérdidas de peso en la tostación (Tabla 1). También se midió la calidad de algunas mezclas preparadas con granos de café almendra Arábica y Robusta, en proporciones en peso del 2 al 50%, y según las pérdidas de tostación observadas en la Tabla 2.

Tabla 1. Pérdidas de peso en la tostación de las variedades de café evaluadas.

Variedad de café	Código*	Pérdida de peso en la tostación (%), ppt									
		-	-	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
Borbón	b	-	-	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
Caturra	ct	-	11,5	12		13	13,5	14	14,5	15	15,5
Colombia amarillo	a	-	-	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	
Colombia rojo	r	-	-	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
Típica	t	11	-	12	-	13	13,5	14	-	-	-
Robusta proceso vía húmeda	rh	11	11,5	-	-	13	13,5	14	-	-	-
Robusta proceso vía seca	rs	-	11,5	12	-	-	13,5	14	-	-	-

* Letra usada para denominar las variedades en textos, tablas y figuras.

Tabla 2. Mezclas preparadas con *Coffea arabica* y *C. canephora* para las evaluaciones sensoriales, físicas y químicas.

Variedad mezclada	Código de mezclas	Colombia amarillo	Colombia rojo	Caturra	Borbón	Típica	Robusta vía húmeda	Robusta vía seca	Pérdida de peso en tostación (ppt)
	Proporción*	%	%	%	%	%	%	%	%
Borbón	b50rh50	0	0	0	50	0	50	0	14
	b65rh35	0	0	0	65	0	35	0	14
	b70rh30	0	0	0	70	0	30	0	14
	b70rs30	0	0	0	70	0	0	30	14
	b75rh25	0	0	0	75	0	25	0	12
	b75rs25	0	0	0	75	0	0	25	16
	b80rh20	0	0	0	80	0	20	0	12,5
	b80rs20	0	0	0	80	0	0	20	13,5
	b90rh10	0	0	0	90	0	10	0	15
	b90rs10	0	0	0	90	0	0	10	14,5
	b95rh5	0	0	0	95	0	5	0	15
b95rs5	0	0	0	95	0	0	5	15,5	
Caturra	ct65rh35	0	0	65	0	0	35	0	14
	ct70rh30	0	0	70	0	0	30	0	14
	ct70rs30	0	0	70	0	0	0	30	14
	ct75rh25	0	0	75	0	0	25	0	14
	ct75rs25	0	0	75	0	0	0	25	14
	ct90rh10	0	0	90	0	0	10	0	17
	ct90rs10	0	0	90	0	0	0	10	22
	ct95rh5	0	0	95	0	0	5	0	15
	ct95rs5	0	0	95	0	0	0	5	16
	ct98rh2	0	0	98	0	0	2	0	15
	ct98rs2	0	0	98	0	0	0	2	22
Colombia rojo, Colombia amarillo, Caturra y Borbón	a20r20ct20b20rh20	20	20	20	20	0	20	0	14
Colombia fruto amarillo	a32r32rh36	32	32	0	0	0	36	0	14
	a45r35rs20	45	35	0	0	0	0	20	14,5
	a65rh35	65	0	0	0	0	0	35	14
	a65rs35	65	0	0	0	0	35	0	13,5
	a70rh30	70	0	0	0	0	30	0	14,5
	a70rs30	70	0	0	0	0	0	30	14,5
	a75rh25	75	0	0	0	0	25	0	14
	a75rs25	75	0	0	0	0	0	25	14
	a90rh10	90	0	0	0	0	10	0	14
	a90rs10	90	0	0	0	0	0	10	15
	a95rh5	95	0	0	0	0	5	0	15
	a95rs5	95	0	0	0	0	0	5	14,5
	a98rh2	98	0	0	0	0	2	0	15
a98rs2	98	0	0	0	0	0	2	14	

Continúa...

Continúa...

	r35b45rs20	0	35	0	45	0	0	20	14,5
	r35ct45rh20	0	35	45	0	0	20	0	14
	r35ct45rs20	0	35	45	0	0	0	20	18
	r45b30rh25	0	45	0	30	0	25	0	12,5
	r45b30rs25	0	45	0	30	0	0	25	12,5
	r65rh35	0	65	0	0	0	35	0	12,5
	r65rs35	0	65	0	0	0	0	35	14
Colombia fruto rojo	r70rh30	0	70	0	0	0	30	0	13,5
	r70rs30	0	70	0	0	0	0	30	14
	r75rs25	0	75	0	0	0	0	25	13
	r90rh10	0	90	0	0	0	10	0	14
	r90rs10	0	90	0	0	0	0	10	12
	r95rh5	0	95	0	0	0	5	0	14
	r95rs5	0	95	0	0	0	0	5	14
	r98rh2	0	98	0	0	0	2	0	14
	r98rs2	0	98	0	0	0	0	2	14
		t75rh25	0	0	0	0	75	25	0
	t75rs25	0	0	0	0	75	0	25	14,5
Típica	t80rh20	0	0	0	0	80	20	0	13
	t80rs20	0	0	0	0	80	0	20	15
	t90rh10	0	0	0	0	90	10	0	13,5
	t95rh5	0	0	0	0	95	5	0	15

* Códigos de cada variedad: a: Colombia fruto amarillo, r: Colombia fruto rojo, ct: Caturra, b: Borbón, t: Típica, rh: Robusta beneficio vía húmeda, rs: Robusta beneficio vía seca. Los números indican la proporción en peso de cada variedad en la mezcla.

Trilla, tostación y molienda de café. Cada muestra de cada variedad se trilló y se clasificó según el tamaño y la sanidad. Para la tostación se usaron granos de tamaños superior a 14/64” y sin defectos físicos. Los granos almendra de cada variedad y de las mezclas se empacaron, etiquetaron y conservaron a 12°C y 65 a 70% de humedad relativa, por máximo dos días hasta su tostación y preparación para la catación. Se tostaron en grado medio muestras de 220 g de granos almendra. El grado de tostación se midió tanto por el color del café tostado,

que varió de -310 a -290 unidades de color (transmitancia), en un medidor de color para café marca Quantik, como por la pérdida en peso en la tostación (ppt), que se estimó como la diferencia de peso entre el grano almendra y el grano de café tostado, con relación al peso del grano almendra, multiplicado por 100. Los valores de ppt obtenidos fueron aproximados, como se indica en el siguiente ejemplo: si se obtuvieron valores entre 12 y 12,29%, el valor que aparece en la Tabla 1 es de 12%; para el rango de 12,3 a 12,69 se aproximó a 12,5% y para el rango de 12,7

a 12,99 se aproximó a 13%. Las mezclas de café se tostaron con pérdidas del 12 al 16%, excepto para unas mezclas que se tostaron con un valor alto, por encima del 17%. Los granos de café tostados se molieron en grado medio (tamaño de partícula 750 a 800 µm).

Análisis sensorial del café. Para cada muestra se realizaron 15 evaluaciones sensoriales, por ocho catadores de Cenicafé. Cada taza se preparó utilizando 11 g de café molido, en 150 mL de agua a 87°C. Se evaluaron las siguientes propiedades sensoriales: Intensidad del aroma del café tostado y molido (Iaroma), aroma de la bebida (Aroma), acidez de la bebida (Acidez), amargo de la bebida (Amargo), cuerpo de la bebida (Cuerpo), impresión global de la bebida (Iglobal). Se utilizó el método descriptivo y cuantitativo y una escala de 9 puntos para calificar cada característica sensorial. Las calificaciones 9, 8 y 7 son aceptables así, 9 y 8, muy buena y 7 es buena. Las calificaciones 6, 5 y 4 son desviaciones, 6 es tolerable, 5 califica al aroma y sabor verdes, astringentes, insípidos y 4 se usa para calificar aromas y acidez bajos. Por debajo de 3 corresponde a los defectos: 3 cereal, reposo, sabor a Robusta, quemado, muy amargo; 2 a fermento, extraño, metálico, sucio, y 1 fenol, carbonoso, tierra, picante, *stinker* (13).

Análisis físicos y químicos del café. Se realizaron los siguientes análisis al café tostado y a la bebida, preparada con 11 g de café en 150 mL de agua caliente.

Color del café tostado y molido: Unidades de transmitancia.

Sólidos solubles: Dsecación en estufa a 105°C de 50 mL de la bebida de café (en porcentaje), g/100 mL de bebida.

Grados brix: Refractómetro, una gota de la bebida de café a 25°C (en porcentaje), g/100 mL de bebida.

pH: Potenciómetro, bebida de café a 25°C.

Acidez a pH de 8,3: Expresado en mg de CaCO₃/L de bebida.

Humedad del café tostado y molido: Dsecación rápida a 105°C, en lámpara halógena (en porcentaje).

Análisis estadísticos. Se efectuaron análisis descriptivos para la estimación de los promedios, máximos, mínimos y coeficiente de variación para cada variable (Iaroma, Aroma, Acidez, Amargo, Cuerpo, Iglobal), según la variedad, la pérdida de peso en tostación y la mezcla.

Se realizaron análisis de varianza y pruebas comparativas (Tukey al 5 %) entre las calificaciones promedio para las variables Iaroma, Aroma, Acidez, Amargo, Cuerpo, Iglobal de las variedades sin mezclar y de las mezclas. También se efectuaron análisis multivariados de componentes principales, con clasificación por la variedad y la pérdida de peso en la tostación, así como para las mezclas y las variedades sin mezclar. Además, se estimó el porcentaje de veces en que los catadores calificaron, describieron e identificaron como "*canephora*" la impresión global, el aroma y el amargo de las mezclas preparadas con café Arábica y Robusta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad física del café pergamino y almendra

-Humedad del café pergamino: entre las variedades varió del 9,9 al 11%.

-Merma: fue del 16% para la variedad Robusta, 20,8% para la variedad Borbón, 19,5% para Caturra, 19,4% para la variedad Colombia de fruto amarillo, 18,9% para la variedad Colombia de fruto rojo y 17,8% para la variedad Típica.

-Granos brocados: los mayores porcentajes de café perforado por broca se registraron en el café Robusta y en la variedad Borbón, con el 42,8 y 37,3% de los defectos totales, respectivamente.

-Granos vinagres: sólo se presentaron en los granos de café Robusta beneficiados por la vía seca. Estos granos presentaron color marrón y negro, diferente al verde encontrado en las otras variedades.

-Granos negros: no se encontraron en las variedades de café Arábica, pero sí se observó en un 0,25% en Robusta.

-Tamaño del grano almendra: en la Tabla 3 se presenta el tamaño del grano de café almendra para cada variedad. El porcentaje de granos de café almendra sobre malla 15 fue mayor en Típica (96%), seguido de 89,7% para Colombia amarillo, 83,6% para la variedad Colombia de fruto rojo, 83,6% para Caturra y 80,3% para Borbón. La variedad Robusta presentó los granos más pequeños, con sólo un 72,5% de granos por encima de la malla 15.

Calidad en taza de las variedades de café sin mezclar

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis sensorial descriptivo para la calidad de cada una de las variedades de café evaluadas, así como el valor de la pérdida de peso en la tostación del grano, para el cual se alcanzó la máxima calificación en cada variable sensorial.

Aroma del café tostado y molido. La especie tuvo un efecto en la calificación del aroma del café tostado y molido. Todas las variedades de *Coffea arabica* evaluadas obtuvieron un promedio de calificación mayor a 6 en el aroma del café tostado para el rango de pérdida de peso en tostación de 12 a 15,5%, mientras que el café Robusta beneficiado por las vías húmeda y seca tuvo una calificación máxima de 4 y 3, respectivamente. Las variedades Colombia de fruto rojo y Borbón alcanzaron la calificación máxima de 9, Caturra y Colombia amarillo alcanzaron un valor de 8 y la var. Típica una calificación de 7. La calificación promedio varió de 6 a 7 para las variedades Arábica,

Tabla 3. Tamaño del grano de café almendra de las variedades *Coffea arabica* y *C. canephora*, cosechas 1997 y 1998.

Tamiz (perforaciones en pulgadas)	Variedad					
	Colombia fruto amarillo	Colombia fruto rojo	Caturra	Típica	Borbón	Robusta
17/64	39,8	59,0	25,4	76,4	22,7	28,3
16/64	36,6	24,0	34,9	12,8	32,5	21,3
15/64	13,3	10,6	23,3	6,8	25,1	22,9
14/64	8,0	4,8	10,7	3,1	13,0	16,8
12/64	2,1	1,5	5,2	0,7	6,0	9,7
Fondo	0,2	0,1	0,5	0,2	0,7	1,0

* ppt: pérdida de peso en la tostación, ppt óptimo donde se obtiene la máxima calificación de calidad.

Tabla 4. Calidad sensorial de las variedades *C. arabica* y *C. canephora* sin mezclar, cosechas 1997 y 1998.

Variedad de café	Rango de ppt %	Rango de calificación	Promedio de calificación	ppt óptimo*
IAROMA				
Borbón	12 - 15,5	6 - 9	7	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	15
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	6 - 9	7	14,5
Típica	11 - 14	5 - 7	6	12
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 4	3	14
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	1 - 3	2	14
AROMA				
Borbón	12 - 15,5	6 - 9	7	14,5
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	15,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	6 - 9	7	15,5
Típica	11 - 14	5 - 8	7	14
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 4	3	14
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	1 - 3	3	14
ACIDEZ				
Borbón	12 - 15,5	5 - 8	6	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	13,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	8	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	6 - 9	8	13
Típica	11 - 14	5 - 8	7	12
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 3	3	14
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	1 - 3	3	14
AMARGO				
Borbón	12 - 15,5	4 - 8	6	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	13,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	3 - 8	7	13
Colombia rojo	12,5 - 15,5	3 - 8	7	13
Típica	11 - 14	6 - 8	7	11
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 3	3	14
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	2 - 3	3	14
CUERPO				
Borbón	12 - 15,5	5 - 8	6	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	13,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	5 - 8	7	13
Típica	11 - 14	5 - 8	7	11
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 3	3	11,5
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	2 - 3	3	14

Continúa...

Continúa...

CUERPO				
Borbón	12 - 15,5	5 - 8	6	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	13,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	5 - 8	7	13
Típica	11 - 14	5 - 8	7	11
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 3	3	11,5
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	2 - 3	3	14
IGLOBAL				
Borbón	12 - 15,5	6 - 8	7	13
Caturra	12 - 15,5	6 - 8	7	13,5
Colombia amarillo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	14,5
Colombia rojo	12,5 - 15,5	6 - 8	7	13
Típica	11 - 14	6 - 8	7	11
Robusta proceso vía húmeda	11 - 14	2 - 3	3	11,5
Robusta proceso vía seca	11,5 - 14	1 - 3	2	14

* ppt: pérdida de peso en la tostación, ppt óptimo donde se obtiene la máxima calificación de calidad.

la cual dependió de la pérdida de peso en la tostación. El mejor aroma del café tostado se encontró para 14,5% de pérdida de peso en la tostación para la variedad Colombia de fruto rojo, con un promedio de calificación de 7 (c.v. 15 %), 14,5% para Colombia amarillo con calificación de 7 (c.v. 9 %), 13% para Borbón con calificación 7 (c.v. 15 %), 15% para Caturra con calificación 8 (c.v. 10 %), 12% para Típica con promedio de 7 (c.v. 7 %). Las calificaciones más bajas para el aroma se registraron para pérdidas de tostación por debajo de 12% en el caso de las variedades Caturra y Borbón, y para tostaciones por encima de 15% para las variedades Colombia y Típica.

La pérdida de peso no tuvo efecto en el aroma de la variedad Robusta que alcanzó un valor de 3 (c.v. 12%) de calificación. Se presentaron diferencias significativas al 5% para la intensidad del aroma del café tostado y molido entre todas las variedades Arábica con Robusta. El aroma del café

Robusta procesado por la vía húmeda (rh) fue calificado por los catadores como pronunciado y *canephora* el 90% de las veces. El café Robusta beneficiado por la vía seca (rs) presentó los defectos fermento y *stinker* y se identificó el 100% de las veces como *canephora* por su aroma característico.

Aroma de la bebida. El aroma en la bebida del café Robusta se diferenció estadísticamente del aroma de la bebida del café Arábica, para todo el rango de tostación evaluado. La calificación promedio varió de 6 a 7 para las variedades Arábica, en tanto que Robusta obtuvo en promedio una calificación de 3. Del 13,5 al 15% de pérdida de peso en la tostación se obtuvieron las mejores calificaciones para los aromas del café, aunque no se registró un efecto significativo de la pérdida de peso en el aroma de la bebida en el rango de 12 a 15,5% de pérdida de peso en tostación (ppt). Para 13,5% de ppt, las variedades Colombia de fruto rojo y Borbón alcanzaron la calificación máxima de

9, Caturra y Típica alcanzaron 8, en tanto que Colombia de fruto amarillo alcanzó 8 como máxima calificación para 14,5%.

Acidez. Todas las variedades Arábica presentaron buena acidez de la bebida para pérdidas en la tostación de 12 al 15,5% y baja acidez para pérdidas de peso en la tostación inferiores al 12%. La variedad Colombia de fruto rojo alcanzó el valor máximo de 9, las otras variedades Arábica obtuvieron 8 como máximo, mientras que la mayor calificación de la acidez de Robusta fue 3. La máxima calificación promedio para cada variedad fue la siguiente: Colombia rojo con calificación 8 (c.v. 12 %), para una pérdida de peso en la tostación de 13%; Colombia de fruto amarillo con 8 (c.v. 10%) para 14,5% de ppt; Caturra con 7 (c.v. 10%) para 13,5% de ppt; Borbón con 6 (c.v. 12%) para 13% de ppt y para la variedad Típica se alcanzó una calificación 7 (c.v. 20%) para 12% de ppt.

La acidez del café Robusta beneficiado por la vía seca se calificó el 90% de las veces con 2 y se describió como fermento, agrio y *canephora*; para el café Robusta procesado por la vía húmeda la acidez se describió como baja, cereal, *canephora* y alcanzó un promedio de calificación de 3 (c.v. 3%). La variedad, la pérdida de peso de tostación y su interacción tuvieron un efecto significativo en la acidez de la bebida. Hubo diferencias significativas al 5% en la acidez de las variedades Colombia de frutos rojos y amarillos con las variedades Borbón, Caturra y Típica, y entre todas las variedades Arábica con el café Robusta.

Amargo. La pérdida de peso en la tostación tuvo efecto significativo en el amargo de la bebida de café. El amargo se calificó como pronunciado y quemado a medida que aumentó la pérdida de peso en la tostación. El amargo y el equilibrio en las tazas del café Borbón

y de las variedades Colombia fueron mejor calificados y se diferenciaron del amargo del café var. Caturra para ppt de 13%. El amargo más equilibrado se encontró en la variedad Típica para el 14% de ppt, y en Caturra para el 15,5% de ppt. El amargo del café var. Robusta se describió como fuerte y desagradable y se diferenció estadísticamente del amargo de las otras variedades.

Cuerpo. La especie, la pérdida de peso en la tostación y su interacción tuvieron efecto significativo en el cuerpo de la bebida. El cuerpo de la bebida de café fue calificado como muy bueno y equilibrado para la siguientes pérdidas de peso en la tostación: 11% para Típica, 13% para Colombia fruto rojo y Borbón, 14,5% para Colombia fruto amarillo y 13,5% para Caturra. Para pérdidas en la tostación de café muy bajas y muy altas, la calificación del cuerpo disminuyó y se describió como bajo o flojo y espeso, respectivamente.

Impresión global. La especie, la pérdida de peso en la tostación y su interacción tuvieron efecto significativo en la calificación de la impresión global de la bebida. Todas las variedades Arábica alcanzaron 8 y 9 en la impresión global. El mejor punto de tostación para todas las variedades varió entre 13,5 y 14,5%.

En promedio las mejores calificaciones obtenidas fueron: 8 para Colombia de fruto rojo (c.v. 9,6%), 8 para Borbón (c.v. 12%) con 13% de pérdida de peso, 8 para Colombia amarillo (c.v. 11%) para 14,5%, 7 para Caturra (c.v. 13%) para 13,5% y 7 para Típica (c.v. 9%) con 12% de ppt. Para pérdidas de peso en la tostación mayores a 14,5% se presentaron diferencias significativas en la calificación total para la variedad Borbón con relación a tostaciones más bajas; para tostaciones por encima de

15% se diferenci6 de las otras variedades Ar6bica por el amargo. La variedad Robusta se diferenci6 de las variedades Ar6bica y obtuvo como m6ximo 3 de calificaci6n en la impresi6n global.

Se observ6 que con una p6rdida de peso en la tostaci6n alta se obtiene un aroma m6s intenso y un amargo m6s pronunciado para algunas variedades, sin embargo, la acidez disminuye; en particular este efecto fue m6s significativo para las variedades Borb6n y Colombia de fruto rojo.

En la Figura 1 se representan los dos primeros factores del an6lisis de componentes principales para las variables de la calidad en taza de las variedades sin mezclar, seg6n la p6rdida de peso en la tostaci6n. Se encontraron dos grandes valores propios, que juntos integran el 96,2% de la varianza estandarizada. En consecuencia, con los dos primeros componentes se explica y resume la mayorfa de los datos de las variables de calidad de las muestras analizadas. La mejor calidad se obtuvo para las variedades Ar6bica que se observan en el cuadrante derecho superior. La peor calidad la obtuvo el caf6 Robusta beneficiado tanto por la vfa h6meda como seca y no dependi6 del punto de tostaci6n, y se observa en el cuadrante inferior izquierdo, este caf6 fue diferente e inconfundible respecto al caf6 Ar6bica.

La calificaci6n de las variables sensoriales de las variedades Ar6bica dependi6 de la p6rdida de peso en la tostaci6n. Las mejores calificaciones seg6n la tostaci6n fueron: Colombia de fruto rojo 13%, Colombia amarillo 14%, Caturra 13%, Borb6n 13% y T6pica 12%. Por encima del 15% de p6rdida de peso en la tostaci6n las variedades Caturra y Borb6n perdieron calidad en las cualidades del sabor, y se calificaron con amargos pronunciados y sabores quemados.

En resumen, el 73, 80, 30, 55 y 60,5% de las tazas preparadas con caf6 de las variedades Colombia rojo, Colombia amarillo, Borb6n, Caturra y T6pica, respectivamente, obtuvieron calificaci6n igual o superior a 7 para la impresi6n global de la bebida. Por otra parte, el 84,3% de las tazas de caf6 Robusta se identificaron como *canephora*, y el 15,7% restante obtuvieron calificaciones de fermento y *stinker*.

Calidad en taza de algunas mezclas de *C. arabica* y *C. canephora*

Aromas. La calificaci6n m6s alta para los aromas del caf6 de las mezclas preparadas con *C. arabica* y Robusta fue de 7. Los mejores aromas se presentaron para mezclas que contenfan variedad Colombia con Robusta beneficiado vfa h6meda o seca en proporciones del 2 al 5%. Se encontr6 que a partir del 20% en peso de caf6 Robusta en la mezcla con Ar6bica se comienza a percibir el aroma propio del caf6 Robusta, que seg6n la literatura cientifica contiene compuestos como pirazinas, fenoles y metil-isoborneol (1, 2, 8, 9, 18, 19).

Se presentaron diferencias significativas al 5% en el aroma del caf6 para las mezclas que contenfan 50% de Robusta con relaci6n a las otras mezclas y a las variedades de caf6 Ar6bica sin mezclar. Las mezclas en las cuales se incluy6 caf6 Robusta beneficiado por la vfa seca presentaron calidad inferior, en comparaci6n con las mezclas preparadas con caf6 Robusta procesado por la vfa h6meda en la misma proporci6n. El 4,5% de las mezclas que contenfan caf6 Robusta presentaron aroma pronunciado con calificaci6n 5; el 7% de las mezclas con 5% de Robusta procesado por la vfa seca se calificaron con 3 y se describieron como *canephora* en el aroma.

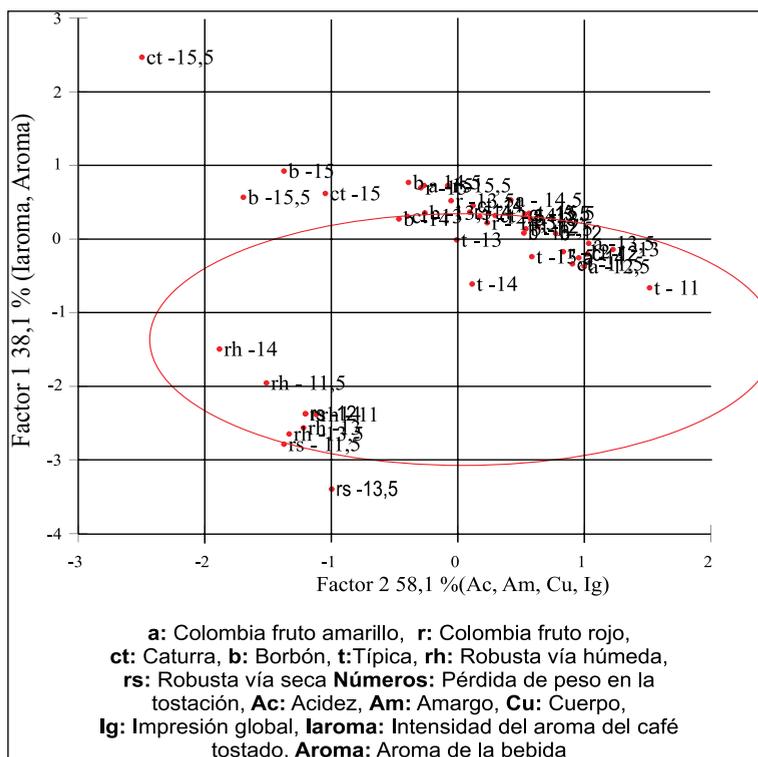


Figura 1. Análisis de componentes principales de las variables de calidad sensorial para las variedades de café Arábica y Robusta sin mezclar, según la pérdida de peso en la tostación.

Acidez. Las mejores calificaciones para la acidez se presentaron para las mezclas con contenidos hasta del 5% de café Robusta y obtuvieron calificaciones máximas de 8. Las demás mezclas presentaron acidez baja con calificación 4 en promedio. El 8% de las mezclas presentaron acidez muy baja y el 4% acidez agria, descrita como fermento, que correspondió a las mezclas con contenidos mayores al 35% en peso de café Robusta de beneficio por vía seca.

Amargo. El amargo fue la propiedad organoléptica que más se afectó por la presencia de café Robusta en la mezcla. Al aumentar la proporción de café Robusta aumentó la intensidad del amargo y se disminuyó su calificación, resultado que fue más notorio para proporciones de Robusta por encima del 10%. El 10% de las muestras

con proporción mayor del 30% de Robusta obtuvieron calificación de 3 y se describieron como *canephora*.

Cuerpo. El cuerpo de la bebida de café se afectó para contenidos mayores al 10% de café Robusta en la mezcla. La máxima calificación para el cuerpo de las mezclas de café con 2 al 10% de Robusta fue 7. El cuerpo se afectó en la medida en que se volvió más espeso y sucio.

Impresión global. Hasta el 10% de Robusta de vía seca en la mezcla se calificó con 7 en promedio para la impresión global. Hasta el 20% de Robusta procesado por la vía húmeda en mezcla con Colombia rojo y amarillo y Borbón se calificó con 7. Desde el 35% de Robusta en la mezcla se percibió el sabor a *canephora*. El 1,5% de las mezclas que

contenían Robusta en proporción del 20% se calificaron con 2 y se describieron como sucias, el 5% de las mezclas de café con proporciones de Robusta desde el 20% se calificaron con 2 y se describieron como fermentos. El 11,3% de las mezclas de café Arábica y Robusta fueron calificadas con 3 y descritas como *canephora*. La mezcla que contenía 10% de Robusta y 90% de Borbón presentó diferencias significativas en la calificación de la impresión global, con respecto a las mezclas que contenían 25, 35 y 50% y también con el Robusta sin mezclar. La mezcla que contenía 10% de Robusta y 90% Borbón no se diferenció estadísticamente de las variedades Arábica sin mezclar. En las mezclas de café Robusta con café var. Caturra se presentaron diferencias significativas para la calificación de la impresión global desde el 10% de Robusta en la mezcla.

En las mezclas de Colombia amarillo con Robusta se rechazó el 20,3% de las tazas por los siguientes defectos: sabor sucio 0,45%, fermento 12,7%, acidez baja 2,7%, sabor astringente 1,8% y sabor a *canephora* 2,3%. El 10% de las mezclas de Robusta con Colombia rojo presentaron los mismos defectos, donde el 4,1% de las muestras fueron descritas con el sabor *canephora*, 1,37% sucias, 1,83% con fermento y 1,83% con acidez baja. En el caso de las mezclas de Robusta con Caturra, el 22% de las muestras presentaron los siguientes defectos: sucio 1,75%, fermento 6,1% y *canephora* el 14%. En las mezclas de café Borbón y Robusta el porcentaje de defectos fue del 27,8%, donde el defecto *canephora* se percibió en el 11,6% de las muestras, el defecto fermento en 8,8% y el sabor sucio y fermento cada uno un 3,6%. En las mezclas de Típica con Robusta se percibió el mayor porcentaje de defectos (59,1%), así: fermento 1,52%, acidez baja 1,52% y sabor *canephora* 56%. Hasta un 10% de Robusta en la mezcla con

Arábica, la impresión global de la bebida fue tolerable.

En la Figura 2 se representan los dos primeros factores del análisis de componentes principales. Se encontraron dos grandes valores propios 5,3838 y 0,4033 que juntos comprenden el 96,5% de la varianza estandarizada. Por lo tanto, con los dos primeros componentes se explica la mayoría de los datos de las variables de calidad de las muestras analizadas. El factor 1 explica el 54,2% y tiene cargas positivas para las variables del gusto, con una especial correlación para el amargo 0,678; y el factor 2 explica el 42,3% y corresponde a las variables del aroma, con alta correlación para la intensidad del aroma del café tostado y molido. Los estimativos de comunalidad finales muestran que todas las variables se tienen en cuenta con los dos primeros componentes, con estimativos finales que varían de 0,953 para el aroma de la bebida a 0,98 para la acidez.

Las muestras de inferior calidad se presentan en el cuadrante izquierdo inferior, donde se observa al café 100% Robusta (sin mezclar) y las mezclas de Típica con 25% de Robusta y de café Borbón con 35 al 50% de Robusta. Por el contrario, entre las mejores muestras se observan las variedades Arábica sin mezclar y las mezclas que contenían hasta el 10% de Robusta.

Análisis físicos y químicos de algunas mezclas de *Coffea arabica* y *C. canephora*

La humedad del grano tostado y molido dependió de la humedad del grano almendra y varió inversamente con la pérdida de peso en la tostación, en un rango de 2,2 a 5,3%, con un promedio de 3,63%.

En la Figura 3 se muestra la variación del pH y de la acidez medida por titulación

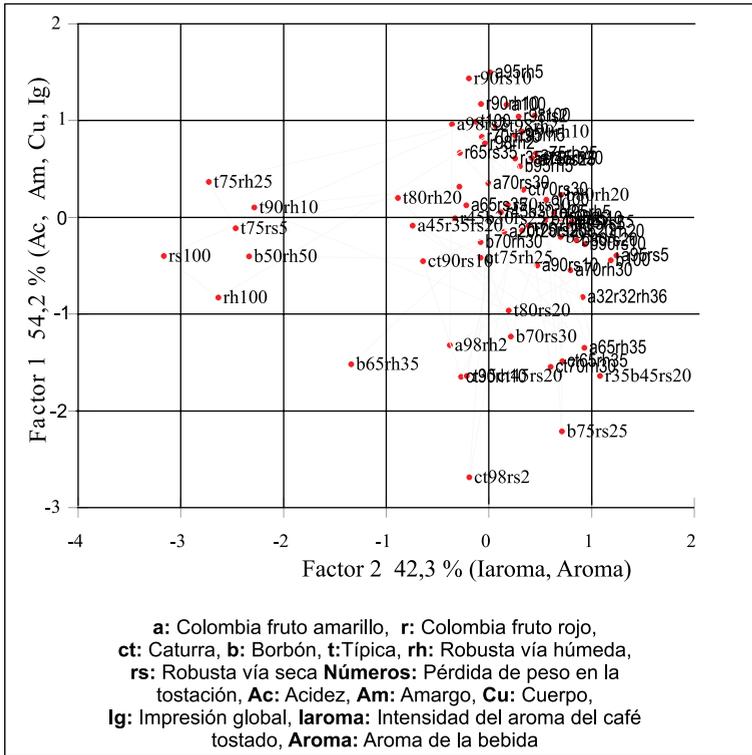


Figura 2. Análisis de componentes principales de las variables de calidad sensorial de las mezclas de café Arábica y Robusta.

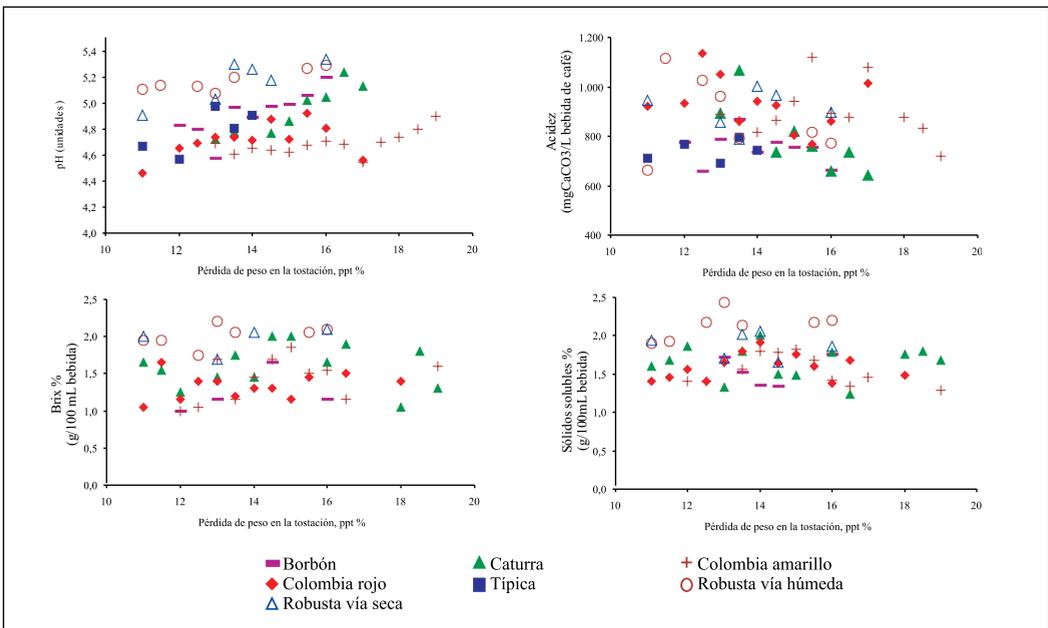


Figura 3. Variación del pH, la acidez medida por titulación, y los sólidos de la bebida de las variedades de café, según la pérdida de peso en la tostación.

de la bebida preparada con las variedades sin mezclar y tostadas, entre el 11 y el 19% de pérdida de peso en la tostación. Se observó que el pH de la bebida del café Robusta fue mayor al de las otras variedades Arábica, y las variedades Colombia presentaron pH más ácidos, en comparación con las variedades Caturra, Típica y Borbón. El valor del pH de la bebida se incrementó a medida que aumentó el grado de tostación. En las variedades Arábica, no se observó una tendencia en la acidez medida por titulación con la tostación, aunque los valores más bajos se encontraron para pérdidas de tostación menores al 13% y por encima del 16%.

El pH de la bebida varió de 4,46 unidades para Colombia rojo tostado, con 11% de pérdida de peso en la tostación, a 5,24 para una tostación mayor al 16% en el caso de la variedad Caturra. Para las variedades los valores promedio del pH y de la acidez medida por la titulación (mg CaCO_3 /L bebida) fueron los siguientes: Para Típica 4,79 y 742 mg CaCO_3 /L bebida; Colombia rojo 4,72 y 929; Colombia amarillo 4,69 y 922; Borbón 4,92 y 753; y Caturra 4,95 y 789. En tanto que para la variedad Robusta, el pH mínimo fue de 5,08 y el máximo de 5,34 unidades y el promedio de la acidez fue de 918 mg CaCO_3 /L bebida.

En la Tabla 5 se observan por especies, los valores promedio del pH y de la acidez medida por la titulación, y en la Tabla 6 se observan los valores promedio de la calidad física y química de las variedades independiente del grado de tostación. Los valores promedio de los sólidos solubles para las variedades de café, expresados en g de sólidos por cada 100 mL de bebida, fueron: Colombia rojo 1,59; Colombia amarillo 1,55; Caturra 1,65 y Borbón 1,54. Para la variedad Robusta procesada por la vía seca los sólidos solubles en promedio fueron de 1,87 en tanto que se encontraron 2,14 g en la variedad Robusta de la vía húmeda.

La medida de los grados Brix entendida como la concentración de los sólidos solubles en la bebida, en gramos por cada 100 mL de bebida, presentó valores mayores para Robusta en comparación con Arábica. Los sólidos medidos por el refractómetro y expresados en la escala Brix presentaron un error relativo del 15,1% con respecto a los resultados de los sólidos solubles determinados por el método de desecación en estufa.

El rendimiento en la extracción que corresponde a la cantidad de sólidos disueltos por cada 100 g de café tostado y molido, fue mayor para el café Robusta, con un valor promedio de 27,4%, en comparación con las variedades Arábica con las cuales el rendimiento varió de 21,16 a 22,57%, con un promedio de 21,6%. Estos valores están dentro del rango óptimo de extracción de la bebida de café (11). En comparación, en mediciones realizadas en Brasil, la variedad Mokka proveniente de procesamiento por vía seca presentó 30,47% de rendimiento en la extracción del café y la misma variedad obtenida por despulpado 29,64%, en tanto que Maragogipe procesado por la vía seca presentó 28,84% y Borbón secado en la planta 28,74% (22). En otros estudios *C. arabica* de Minas Gerais presentó 24,45% de rendimiento en extracción de café y Conillon de Espiritu Santo 23,61% (8).

Los sólidos solubles de la bebida de la var. Robusta resultaron superiores a los encontrados en las variedades Arábica, lo cual coincide con el cuerpo más pesado, medido en las evaluaciones sensoriales en la bebida de *canephora*. Aunque también hay que considerar que los solubles del café dependen tanto de la composición química del café o de la mezcla como del grado de tostación, el grado de molienda, el tiempo de contacto entre el café y el agua, la temperatura y calidad del agua y el tipo de preparación de la bebida.

Tabla 5. Variación del pH, la acidez medida por titulación y los sólidos solubles de la bebida, según la pérdida de peso en la tostación (ppt), para las especies *C. arabica* y *C. canephora*

ppt %	pH (unidades)		Acidez (mg CaCO ₃ /L bebida)		Brix % (g sólidos /100 mL bebida)		Sólidos solubles % (g/100 mL bebida)		Rendimiento extracción % g solubles /100 g café	
	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>
11	4,57	5,01	818	803	1,35	1,98	1,50	1,93	20,5	26,2
11,5	-	5,14	-	1.115	1,60	1,95	1,57	1,93	21,4	26,3
12	4,68	-	825	-	1,10	-	1,61	-	21,9	-
12,5	4,75	5,13	898	1.026	1,23	1,75	1,40	2,18	19,1	29,7
13	4,74	5,06	862	909	1,43	1,95	1,59	2,07	21,7	28,2
13,5	4,78	5,25	889	791	1,37	2,05	1,67	2,08	22,8	28,4
14	4,79	5,26	809	1.003	1,40	2,05	1,77	2,06	24,1	28,1
14,5	4,82	5,18	826	964	1,66	2,70	1,56	-	21,3	22,5
15	4,80	-	832	-	1,67	-	1,69	-	23,0	-
15,5	4,92	5,27	851	818	1,48	2,05	1,64	2,18	22,4	29,7
16	4,94	5,32	768	835	1,45	2,10	1,58	2,03	21,6	27,7
16,5	4,96	-	806	-	1,52	-	1,42	-	19,4	-
17	4,75	-	911	-	-	-	1,46	-	20,0	-
17,5	4,70	-	1.226	-	-	-	-	-	-	-
18	4,74	-	876	-	1,23	-	1,62	-	22,1	-
18,5	4,80	-	834	-	1,80	-	1,80	-	24,6	-
19	4,90	-	718	-	1,45	-	1,49	-	20,3	-
Prom.	4,79	5,18	859	918	1,45	2,06	1,59	2,06	21,6	27,4
C.V. %	2,2	2,0	12,7	12,6	12,9	12,6	1,45	2,06	7,2	8,2

En las Figuras 4 y 5 se observa la variación del pH, la acidez y los sólidos solubles de las mezclas de café preparadas con las variedades Arábica y Robusta beneficiada por vía húmeda y seca. Para las mezclas con contenidos hasta del 10% de café Robusta el pH varió de 4,68 a 4,76. Las mezclas con contenidos de Robusta de 20 al 30% presentaron pH de 4,77 a 4,88. En tanto que las mezclas con más del 40% de Robusta presentaron valores de pH mayores a 4,9, dato que resultó superior al obtenido en las mezclas con contenidos menores de Robusta y además, estuvo más cerca del promedio del pH de Robusta que fue de 5,23% para una tostación media (14%). En relación con la

acidez medida por titulación no se encontró una relación entre las diferentes mezclas y se presentaron valores que variaron entre 720 y 1.527 mg CaCO₃/L de bebida.

Los grados Brix para las mezclas variaron entre 0,95 y 2,20%. Con relación al contenido de sólidos solubles determinados en estufa, se encontraron valores por encima de 1,7 para mezclas con contenidos de Robusta mayores al 30%.

En conclusión, la intensidad de las características sensoriales del café de las variedades Caturra, Colombia, Borbón y Típica depende del proceso de tostación. A mayor grado de

Tabla 6. pH, acidez medida por titulación y sólidos solubles promedio de la bebida para las variedades de café Arábica y Robusta.

Variedad de café	pH (unidades)	C.V. %	Acidez (mg CaCO ₃ /L bebida)	C.V. %	Brix % (g sólidos /100 mL bebida)	C.V. %	Sólidos solubles % (g/100 mL bebida)	C.V. %	Rendimiento extracción % g solubles /100 g café tostado	C.V. %
Borbón	4,92	3,6	752,9	8,5	1,24	22,9	1,54	1,2	20,99	12,9
Caturra	4,95	3,8	789,3	17,5	1,60	18,4	1,65	1,6	22,57	13,1
Colombia amarillo	4,69	1,9	922,4	15,0	1,43	20,5	1,55	1,4	21,16	12,2
Colombia rojo	4,72	2,8	928,5	11,6	1,33	12,9	1,59	1,3	21,76	10,6
Típica	4,79	3,5	741,8	5,6	-	-	-	-	-	-
Robusta vía húmeda	5,17	1,6	878,1	18,3	2,01	7,1	2,14	2,0	29,18	8,5
Robusta vía seca	5,17	3,3	908,8	8,6	2,11	17,3	1,87	2,1	25,53	9,0

tostación el amargo se intensifica y la acidez disminuye. Para un rango del 13% al 15% de pérdida de peso en la tostación se aprecian buenas características sensoriales en todas las variedades Arábica. La acidez y el amargo de la variedad Colombia se destacan de las otras variedades Arábica con relación a las propiedades sensoriales, resultados que coinciden con investigaciones anteriores (14, 15).

Por el contrario, el grado de tostación no tiene efecto significativo en el aroma, amargo y la impresión global de la bebida preparada con el café Robusta. La bebida de café preparada con 100% de café Robusta se diferencia por su aroma y sabor característicos de las bebidas preparadas con las variedades de café Arábica, por consiguiente, la evaluación sensorial es altamente confiable para diferenciar entre

estas especies, cuando no están mezcladas entre sí.

Mediante las evaluaciones sensoriales fue posible identificar la presencia de café Robusta en una mezcla preparada con café fresco que contenía 5% de esta especie, debido a la disminución de la acidez se detectó en las mezclas desde 10% de Robusta por la intensificación del amargo y por la disminución de la impresión global. En consecuencia, para contenidos bajos de Robusta en mezclas con Arábica, el análisis sensorial no resulta suficiente, sino complementario para la detección de adulteraciones del café Arábica con Robusta, o en mezclas donde la proporción no se declara en la etiqueta. Sin embargo, por encima del 20% de Robusta en mezcla con Arábica una prueba de taza

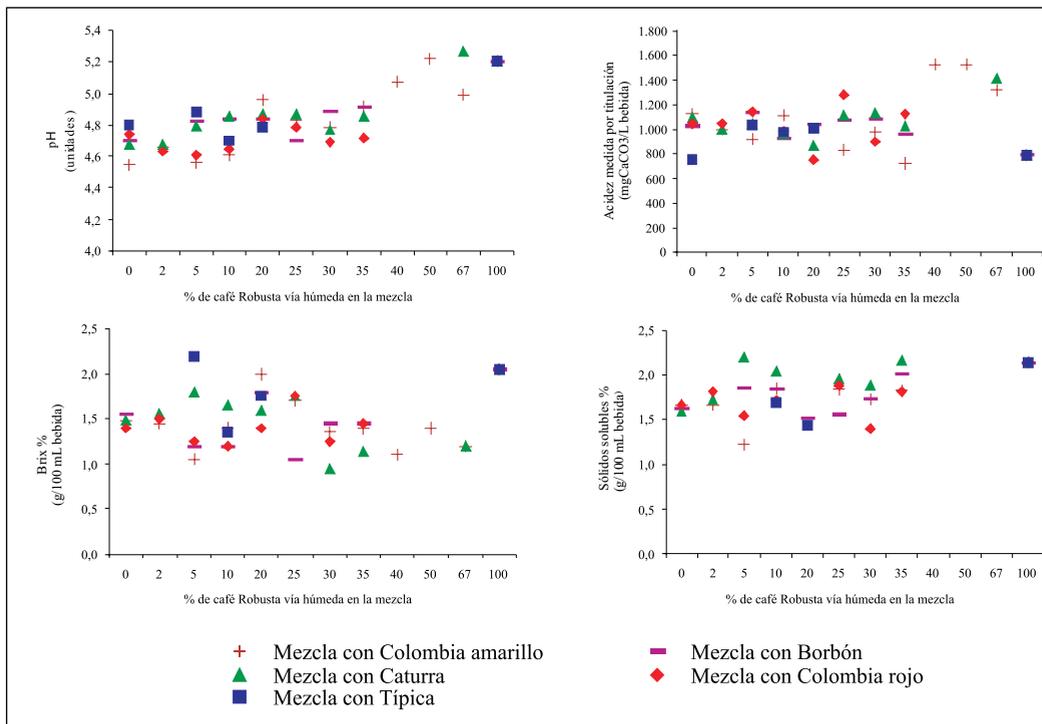


Figura 4. pH, acidez medida por titulación y sólidos de la bebida de las mezclas de café Arábica con Robusta de la vía húmeda.

realizada por expertos catadores resulta una evaluación muy confiable y práctica. Por otro lado, para contenidos de café Robusta mayores al 35% en mezclas con Arábica se presentan variaciones en los sólidos y el pH en relación con el café Arábica, por lo tanto, estas medidas pueden usarse como pruebas adicionales de evaluación de adulteraciones.

Cuando mediante las pruebas sensoriales y los análisis de las variables físicas y químicas no sea posible detectar el sabor, el aroma y las características del café *canephora*, es necesario medir el contenido de otros compuestos y elementos químicos que permitan contribuir a la verificación de la autenticidad de un café. No obstante,

un control sistemático en el recibo y en el manejo del café, mediante el seguimiento de la trazabilidad del café por parte de los exportadores e importadores, garantizará la calidad del café de Colombia (16).

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. María Mercedes Botero B. y al Sr. Gustavo Echeverry M. por su colaboración en la preparación de las muestras. Al Panel de Catación de Cenicafé por la realización de los análisis sensoriales, a la Estación Central Naranjal por el suministro del café, al personal que colaboró en el beneficio del café y al Dr. Bernardo Chaves C. y al Sr. Hernando García por la asesoría estadística.

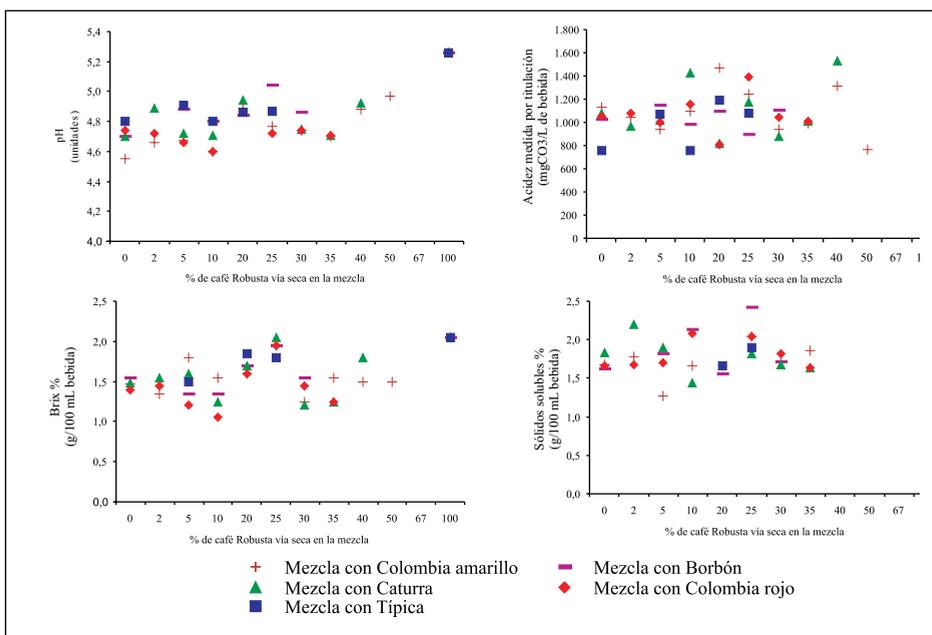


Figura 5. pH, acidez medida por titulación y sólidos de la bebida de las mezclas de café Arábica y Robusta vía seca.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. ARLINGTON (ESTADOS UNIDOS). Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Arlington, AOAC, 1995. 2 Vols.
2. BADE W., H.; HOLSCHER, W.; VITZTHUM, O.G. Quantification of 2-methylisoborneol in roasted coffee by GC-MS. : In: COLLOQUE Scientifique International sur le Café, 15. Montpellier (Francia), Juin 6-11, 1993. París, ASIC, 1993. 537-544.
3. BERTRAND, B.; GUYOT, B.; ANTHONY, F.; LASHERMES, P. Impact of the *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. Theoretical and Applied Genetics 107(3): 387-394. 2003.
4. BIGGERS, R.E.; HILTON, J.J.; GIANTURCO, M.A. Differentiation between *Coffea arabica* and *Coffea Robusta* by computer evaluation of gas chromatographic profiles. Comparison of numerically derived quality predictions with organoleptic evaluations. Journal of Chromatographic Science 7:453-472. 1969.
5. CLIFFORD, M.N. Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. Journal of the Science of Food and Agriculture 79 (3): 362-372. 1999.
6. DOWNEY, G.; SPENGLER, B. Compositional analysis of coffee blends by near infrared spectroscopy. Irish Journal of Agricultural Food Research 35(2):179-188. 1996.
7. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. BOGOTÁ. COLOMBIA. Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional Cafetera SICA. Estadísticas Cafeteras. Informe Final. Bogotá, FNC, 1997. 178 p.
8. FERNANDES, S.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; PINTO, N.A.V.D.; NERY, F.C. Polifenóis, sólidos solúveis totais, açúcares totais, redutores e nao redutores em graos de cafés Arábica e Conilon. In: SIMPOSIO de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2. Vitória (Brasil), Septiembre 24-27, 2001. Vitória (Brasil), Ministerio da Agricultura e do Abastecimento - EMBRAPA, 2001. 6 p.
9. FREGA, N.; BOCCI, F.; LERCKER, G. High resolution gas chromatographic method for determination of Robusta Coffee in commercial blends. Journal of High Resolution Chromatography 17(5): 303-307, 1994.

10. ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the science of quality. 2. ed. Amsterdam, Elsevier, 2005. 398 p.
11. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN - ICONTEC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles en la bebida del café. Parte 2. Método por contacto directo. Bogotá, ICONTEC - Cenicafé, 1999. 5 p.
12. LERCKER, G.; FREGA, N.; BOCCI, F.; RODRIGUEZ E., M.T. High resolution gas chromatographic determination of diterpenic alcohols and sterols in coffee lipids. *Chromatographia* 41(1-2):29-33. 1995.
13. PUERTA Q., G.I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica* L., procesado por vía húmeda. *Cenicafé* 47(4): 231-234. 1996.
14. PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia. *Cenicafé* 49 (4): 265-278. 1998.
15. PUERTA Q., G.I. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. *Cenicafé* 51(1):5-19. 2000.
16. PUERTA Q., G.I. Registro de la trazabilidad del café en la finca. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 355:1-8. 2007.
17. SILWAR, R.; LULLMANN, C. The aroma composition of the coffee beverage. Quantitative determination of steam-volatile aroma constituents. *In: COLLOQUE Scientifique International sur le Café*, 15. Montpellier (Francia), Juin 6-11, 1993. París, ASIC, 1993. p. 873-879.
18. SILWAR, R.; LULLMANN, C. The determination of mono- and disaccharides in green Arabica and Robusta coffees using high performance liquid chromatography. *Café Cacao Thé* 32(4):319-322. 1988.
19. SILWAR, R.; LULLMANN, C. Investigations of aroma formation in Robusta Coffee during roasting; Time constant-Temperature variable (100°C to 260°C). *Café Cacao Thé* 37(2):145-152. 1993.
20. SPEER, K.; KÖLLING S., I. Lipids. *In: COFFEE recent developments*. Londres, Blackwell Science, 2001. p. 33-49.
21. SPEER, K.; KURZROCK, T.; HRUSCHKA, A. Diterpene degradation products in roasted coffees. *In: COLLOQUE Scientifique International sur le Café*, 18. Helsinki, Agosto 2-6, 1999. París, ASIC, 2000. p. 65-70.
22. TOLEDO, O.Z. DE; TEIXEIRA, C.G.; GARRUTI, R.S. Sólidos solúveis em progenies e variedades de café. *Boletim da Superintendencia do Servicios do Café* 36(414):8-10; 36(415):4-8. 1961.