



# AVANCES TÉCNICOS

# 387

# Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Septiembre de 2009  
Fondo Nacional del Café

## CONTROLE LA HUMEDAD DEL CAFÉ EN EL SECADO SOLAR, UTILIZANDO EL MÉTODO GRAVIMET

Carlos E. Oliveros Tascón\*; Aída E. Peñuela Martínez\*, Julieth M. Jurado Chana\*

La humedad del café pergamino es un factor determinante en el proceso de comercialización, de gran importancia en la conservación de sus características físicas, sensoriales e inocuidad. Para el café y otros granos, se ha definido el rango de humedad entre el 10% y el 12%<sup>1</sup>, como un intervalo en el cual el producto conserva sus características para la comercialización.

\*Investigador Principal, Asistente de Investigación e Investigador Asociado (hasta agosto de 2009). Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

<sup>1</sup>Los contenidos de humedad reportados en esta publicación corresponden a la humedad calculada en base húmeda, que se obtiene como la relación entre el peso del agua de una muestra y el peso de la muestra (materia seca + agua).



Para medir la humedad del café en la finca se utilizan métodos subjetivos, basados en el color y la dureza de las almendras. Sin embargo, en muestras obtenidas en diferentes regiones del país con la aplicación de estos métodos, frecuentemente se obtiene café fuera del rango de comercialización, con efectos adversos en la calidad (1, 6). Los resultados obtenidos con estos métodos tienen impacto económico sobre los ingresos del caficultor, por la menor masa de producto para la venta. En la Tabla 1 se presenta un estimativo de lo que dejaría de ganar el caficultor por secar excesivamente el café, tomando como base de cálculo una humedad del café lavado del 53%, humedad final del 11% y un precio de carga de \$600.000. Adicionalmente, se presentan pérdidas por los mayores costos de secado y empleo ineficiente de los secadores, que conducen a insuficiencia del secado.

En una prueba realizada a 76 caficultores con muestras de café en almendra preparadas en Cenicafé, en el rango de humedad del 8% al 14% (Figura 1), se les solicitó que escogieran el café que se encontraba en el rango de humedad del 10% al 12%, basados en los criterios de color y dureza, que ellos utilizan normalmente. El 30% identificó el café en el rango del 10 al 12%, mientras que el 37% asoció el color con más del 12% de humedad y el 33% se inclinó por los granos con menos del 10% (3). Estos resultados corroboran una vez más que el método subjetivo basado en el color de las almendras, no es confiable para determinar la humedad del café.

## Desarrollo del método para medir la humedad del café en el secado solar - Gravimet

En Cenicafé se desarrolló un método de fácil uso y bajo costo, que permite medir la humedad del café durante el proceso de secado solar, y retirarlo cuando está en el rango entre el 10% y el 12% (4, 5). El método se basa en la conservación de la materia seca durante el proceso de secado, es decir, se asume que se retira fundamentalmente agua, considerando que las pérdidas por respiración son pequeñas y se pueden descartar.

Para la aplicación del método, denominado Gravimet, se sigue el procedimiento presentado en la Figura 2.

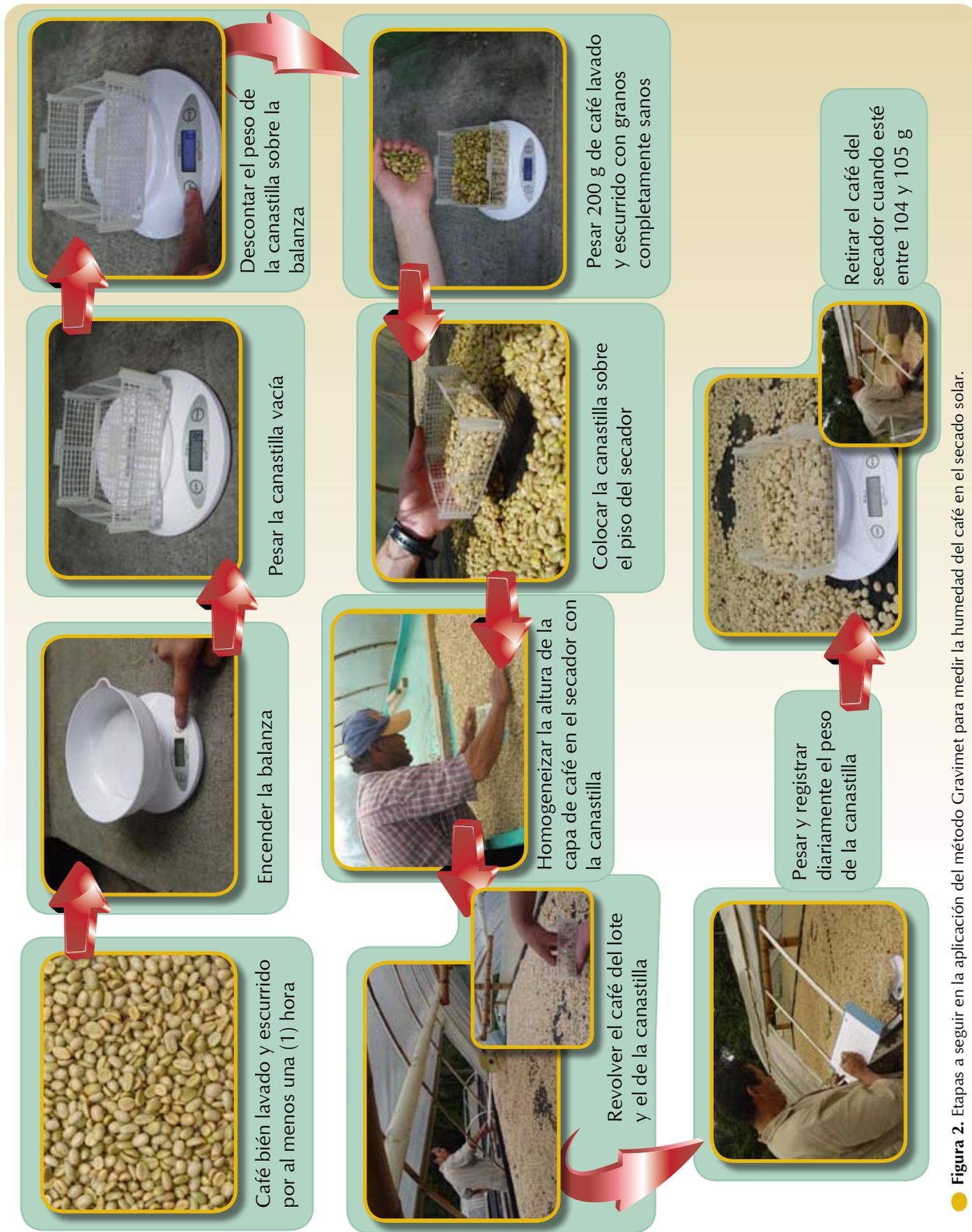
- Emplear café sano, limpio, bien lavado y escurrido en un tanque durante al menos 1 hora.
- Utilizar una canastilla de 12 cm x 12 cm en la base y 5 cm de altura, fabricada en malla plástica, con

**Tabla 1.** Pérdidas económicas por secado del café por debajo del 10% de humedad

Humedad (%)	c.p.s. obtenido (kg)	Pérdidas por cada 1.000 kg de café lavado	
		café pergamino seco (kg)	Valor (\$)
11,0	528,1	--	
10,0	522,2	5,9	29.333,9
9,5	519,3	8,8	43.759,9
9,0	516,5	11,6	58.027,4
8,5	513,7	14,4	72.138,9
8,0	510,9	17,5	86.097,2

**Figura 1.** Identificación de la humedad del café, utilizando métodos subjetivos.





● **Figura 2.** Etapas a seguir en la aplicación del método Gravimétrico para medir la humedad del café en el secado solar.

aberturas que permitan retener los granos de café depositados en su interior, aun los más pequeños (4 mm x 4 mm). Las canastillas deben ser translúcidas o blancas, para reducir el efecto de la radiación solar y lograr que las condiciones del aire que rodea a la muestra contenida en su interior (temperatura y humedad relativa) sean similares a las de la capa externa.

- Cuando se trabaja con capas de café pergamino de 2 cm de altura, se colocan en la canastilla 200 g de café, utilizando una balanza electrónica con resolución de 1g.
- Distribuir el café en el secador de manera uniforme, procurando que el promedio de la altura de la capa sea similar a la altura de la muestra contenida en la canastilla.
- Retirar la canastilla del secador para revolver el lote de café y revolver con los dedos la muestra contenida en la canastilla sobre una superficie libre de café, evitando la pérdida de granos.

- Iniciar la determinación del peso de la muestra preferiblemente después del tercer día. Cuando el peso del café en la canastilla sea igual o menor que 115 g, estar pendiente porque en días soleados, al final de la tarde es posible que el café esté seco (10% al 12%). Se recomienda tomar una muestra del lote, trillarla y observar el color de las almendras para verificar que esté listo para retirarlo del secador. Cuando el peso de la muestra de café contenida en la canastilla está entre 104 y 105 g el café debe estar con humedad del 10% al 12%, y es el momento de retirarlo del secador.

- Una vez se retire el café del secador, empaquetar y guardar en el cuarto destinado en la finca para este propósito. Se puede conservar la canastilla con la muestra de café y dejarla en contacto con el café almacenado hasta el día de la venta del producto, de esta forma se podrá verificar posibles cambios en el contenido de humedad del grano.

Para alturas de la capa de café pergamino menores a la mencionada (2 cm), se recomienda tener en cuenta la información presentada en la Tabla 2, para el peso inicial y final del café depositado en la canastilla.

**Tabla 2.** Peso inicial de la muestra de café húmedo a colocar en la canastilla y rango para el peso del café seco, para diferentes alturas de capa de café en secado solar.

Promedio de la altura de la capa en el secador solar (cm)	Peso del café en la canastilla (g)	
	Inicial	Seco (rango)
1,0	100	52 - 53
1,5	150	78 - 79

## Resultados obtenidos con el método Gravimet

Con el método Gravimet se ha obtenido café pergamino seco con humedad entre el 10% y el 12% en el 97,7% de los casos, en 35 lotes de café, con una altura máxima de capa de 2 cm (4, 5). En la Tabla 3 se presentan resultados del análisis descriptivo aplicado a los valores de humedad obtenidos para cada lote,

utilizando el medidor Kappa AK 60B 12-73 en muestras de café, después de cuatro horas de haber sido retiradas del secador. Se observa que el promedio de la humedad para los 35 lotes (11,3%) estuvo en el rango de comercialización (10 al 12%), cercana al 11%, valor buscado con el método Gravimet.

El promedio del error absoluto obtenido con la aplicación del método Gravimet fue determinado por Jurado (2), con valores entre 0,09% y 1,92%, con un promedio del 1% para el rango del 53% al 10%, que indica que el método Gravimet es confiable para determinar la humedad del café en el rango

de comercialización. Con este trabajo también se determinó que la humedad inicial está entre el 52% y el 53%, siempre y cuando el café lavado se deje escurriendo en recipientes perforados, por lo menos una hora.

El método Gravimet fue evaluado en el campo por Jurado (2), con 20 caficultores, en los municipios de Chinchiná y Manizales, obteniendo en 93 de 100 lotes de café (93%), producto con humedad del 10% al 12%. También se determinó el promedio del error absoluto para el punto final de secado (10% a 12%), con un valor promedio de 0,71%, con límites superior e inferior de

0,84 y 0,59%, respectivamente, encontrando así menor error absoluto con respecto a los valores

obtenidos para el rango de humedad de 53% al 10% (2).

**Tabla 3.** Promedio e intervalo, mínimo y máximo, observado para el contenido de humedad final de café secado al sol con el empleo del equipo Kappa 60B 12-73 (5).

Media (%)	11,3
Límite Inferior para la media (al 95%) (%)	10,6
Límite Superior para la media (al 95%) (%)	12,0
Moda (%)	10,9
Mediana (%)	11,3
Mínimo valor (%)	10,7
Máximo valor (%)	12,1

## Validación

Al tener en cuenta los excelentes resultados obtenidos en Cenicafé con el método Gravimet, en más de siete años (2, 4, 5), se adelantó una etapa de validación con caficultores en Antioquia

(21), Caldas (22), Risaralda (18) y Quindío (15), en el marco de la Investigación Participativa (IPA), con la vinculación de técnicos del Servicio de Extensión adscritos al proyecto IPA de cada departamento

e investigadores de Cenicafé. En esta etapa se evaluaron diferentes aspectos relacionados con el uso de la metodología, actitud del caficultor y beneficios con su aplicación. Adicionalmente, se identificaron aspectos a modificar para adaptar la tecnología a diferentes condiciones de uso del secador (altura de la capa), manejo de la muestra de café y de la balanza.

El 54,8% de los caficultores empleó el método Gravimet de manera correcta desde la primera vez que lo utilizó y obtuvo café seco con contenido de humedad entre el 10% y el 12%; un 33,3% tuvo dificultad la primera vez y en la segunda obtuvo resultados satisfactorios, y finalmente, en menor proporción (11,9%) obtuvo buenos resultados en el tercer ensayo. Lo anterior

**Figura 3.** Determinación del peso del café contenido en la canastilla, en la validación del método Gravimet en Investigación Participativa - IPA.



indica que no se requieren más de tres pruebas para que el caficultor utilice el método correctamente y pueda identificar con certeza el momento de retirar el café en secado solar.

Se tiene el registro de 231 lotes de café secados por los caficultores, empleando el método Gravimet. Se encontró que en el 51% de los lotes se obtuvo un peso final de la muestra entre 104 y 105 g, tal como lo recomienda el método. El 42% obtuvo un peso final mayor a 105 g, en este caso los caficultores decidieron retirar el café del secador antes de que el café llegara al punto de secado. El 7% restante presentó en sus reportes un peso menor a 104 g, por la determinación del punto de secado con el método subjetivo. Estos resultados se pueden atribuir principalmente a diferencias en la altura de la capa de café en el secador y en la canastilla, y a granos con contenido de humedad por fuera del rango de humedad del 52%-53%. Deben tenerse en cuenta los pesos del café húmedo cuando se coloca en la canastilla y los rangos para el café seco para alturas de capa de café de 1,5 y 1,0 cm, recomendados en la Tabla 2. Adicionalmente, en cada finca se recomienda estar pendiente del café cuando el peso de éste en la canastilla alcance el peso indicado en la Tabla 4, para diferentes pesos iniciales del café húmedo. En estas condiciones el café puede estar en el rango del 10% al 12% en la mañana o al finalizar el día, dependiendo de las condiciones climáticas.

**Tabla 4.** Pesos del café en la canastilla: Inicial, cercano a la finalización del proceso (alerta) y final, para diferentes alturas de la capa de café en el secador.

Altura de la capa de café	Peso del café en la canastilla (g)		
	cm	Inicial	Alerta
1,0	100	54 - 55	52 - 53
1,5	150	81 - 83	78 - 79
2,0	200	108 - 110	104 - 105

### Contenido de humedad final empleando el método Gravimet

De cada lote de café retirado del secador solar utilizando el método Gravimet para determinar el punto de secado (10% al 12%), se tomó una muestra de 500 g para determinar el contenido de humedad con el medidor de humedad disponible en el punto de venta del café o en el Comité Municipal de Cafeteros, se verificó si el café estaba en el rango del 10% al 12% y se comparó con el porcentaje obtenido al emplear el método Gravimet.

Se encontró que el 93% de las muestras recolectadas en Antioquia, Caldas y Quindío presentaron contenido de humedad entre el 10% y 12%, de las cuales el 57% estaba entre 11% y 12%, un 4% presentó contenidos de humedad 0,2% menor o mayor al rango de humedad de comercialización (9,8% ó 12,2%), los cuales pueden estar dentro del rango de humedad permitido, teniendo en cuenta la exactitud del medidor de humedad utilizado, y el 3% del café restante

presentó contenido de humedad mayor al 12,5%, posiblemente debido a que el grosor de capa del lote era diferente a la capa de café contenida en la canastilla o al estado inicial del secado (café lavado y escurrido durante al menos una hora).

Una vez finalizado el proceso de validación del método en las fincas, los caficultores opinaron que éste es de fácil aplicación, pese a que consideran difícil el manejo de la muestra en la canastilla así como la capa de café en el secador, porque su altura depende de la cantidad de café que se tenga para secar y de la disponibilidad de área libre en el secador. También consideran que no existe dificultad en el manejo de la balanza una vez aprenden a utilizarla y que con el método aprenden a conocer la forma como se realiza el proceso de secado solar, el tiempo que se requiere, dependiendo del tipo de secador del cual dispongan y de su ubicación en la finca, por la presencia o no de sombra en el lugar.

Los caficultores han manifestado gran interés por continuar utilizando el

método como una forma de control en el secado. Además, mencionan que el método ha funcionado y el café no ha sido rechazado en los puntos de compra.

Durante el desarrollo del proyecto los caficultores identificaron aspectos favorables, así como algunas dificultades al utilizar el método Gravimet. Además, plantearon algunas sugerencias para facilitar su empleo. Algunas de éstas fueron:

### Aspectos favorables

- El método Gravimet es fácil de manejar.
- Puede ser empleado fácilmente por otras personas de la finca, siguiendo las instrucciones.

### Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos a la doctora Esther C. Montoya R. por su asesoría en la evaluación de la precisión del método Gravimet, a los técnicos del Servicio de Extensión y caficultores de Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío por el apoyo en la etapa de Investigación Participativa y al personal de la disciplina de Ingeniería Agrícola por su colaboración.

### Literatura citada

BUITRAGO B., C.M. Determinación del contenido de humedad en tiempo real durante el secado en silos. In: Informe Anual de Actividades. Chinchiná: Cenicafé, 2008.

JURADO CH., J.M. Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad del grano en el secado solar del café. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 2008. (Tesis Ingeniera Agrónoma). 59 p.

- El momento de retirar el café del secador no depende de la experiencia de la persona encargada.

- Su empleo facilita la programación de actividades en la finca, ya que se hace el seguimiento del peso de la muestra en la canastilla.

- Se tiene más conocimiento acerca del proceso de secado solar del café.

- Ayuda a determinar si se presenta rehumedecimiento del café durante el proceso de secado o una vez retirado del secador, si conserva la muestra de la canastilla con el lote de café.

- Evita trillar y manipular el café repetidamente.

- Da seguridad del contenido de humedad del café en el momento de la venta

### Dificultades

- Los caficultores mencionaron las siguientes dificultades durante el proceso de adaptación, que son superadas una vez aprenden a aplicar el método correctamente.

- Manejo de la balanza digital.

- Manejo de la altura de la capa de café en el secador.

- Se requiere de mayor cuidado y dedicación de tiempo.

- Pérdidas de granos pequeños a través de las perforaciones de la canastilla.

PEÑUELA M., A.E.; OLIVEROS T., C.E.; JURADO CH., J.M. Validación del método Gravimet en fincas de pequeños caficultores: . Informe Gerencia Técnica. Chinchiná: Cenicafé, 2009. 10 p.

OLIVEROS T., C.E. Método para el monitoreo de la humedad del café en secadores solares. In: Informe Anual de Actividades. Chinchiná: Cenicafé, 2001.

OLIVEROS T., C.E. Determinación gravimétrica de la humedad del café pergamino. In: Informe Anual de Actividades. Chinchiná: Cenicafé, 2006.

ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; ÁLVAREZ H., J.R.; DÁVILA A., M.T.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná: Cenicafé, 1999. 273 p.



**Caficultor,**

**Obtener café seco con la humedad exigida en la comercialización (10% al 12%), ahora es fácil y económico, utilizando el método Gravimet. De esta manera puede tener la seguridad del contenido de humedad del café que lleva a los sitios de compra.**

**Con el método Gravimet evita que su café se reseque, perdiendo calidad y dinero. También evita el riesgo de llevar al punto de compra café con humedad mayor al 12% (flojo).**

Edición: Sandra Milena Marín L.  
Fotografía: Carlos E. Oliveros T., Aída E. Peñuela M.  
César Ramírez  
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.  
Impresión: Feriva

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

**Cenicafé**  
Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723  
A.A. 2427 Manizales  
www.cenicafe.org  
cenicafe@cafedecolombia.com