

Mediverdes[®]: un método para medir la calidad de la recolección del café en el campo

La recolección de café tiene incidencia directa sobre la calidad final del producto, ya que brinda la materia prima que será transformada durante el proceso de beneficio. Por esta razón, la masa de café recolectada debe estar conformada principalmente por frutos maduros y tener el menor contenido posible de frutos que causen defectos físicos y en taza, como lo son aquellos relacionados con problemas fitosanitarios, deficiencias nutricionales, estrés hídrico (Peñuela & Sanz-Urbe, 2021) o de maduración como frutos verdes, verde-pintones¹ y secos, colores 1, 2 y 8 según la escala Cromacafé[®] (Peñuela et al., 2022).

¹ Los frutos verde-pintones son aquellos que tienen apariencia verde amarillosa, los cuales aún no contienen el mucílago suficiente para ser despulpados. Se reconocen cuando se presionan con los dedos y no despulpan.





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Álvaro Guerrero Aguirre

Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-4986-4366>

Juan Rodrigo Sanz Uribe

Investigador Científico III
<https://orcid.org/0000-0001-9875-9426>

Aída Esther Peñuela Martínez

Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0003-4454-9778>

César Augusto Ramírez Gómez

Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-4773-4090>

Disciplina de Poscosecha
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafe
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0536>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

ISSN - 0120 - 0178

ISSN - 2145-3691 (En línea)

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.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. 606 + 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Para controlar los problemas fitosanitarios se siguen las prácticas agronómicas recomendadas con el fin de tener árboles sanos, con niveles de broca por debajo del daño económico, fertilizados en forma adecuada y con la mayor cantidad de frutos de café de buena calidad (Cenicafe, 2021). Para evitar la presencia de frutos secos en la masa cosechada, los caficultores proyectan los pases principales de cosecha antes de que empiecen a secarse los frutos en los árboles. Además, para controlar la presencia de frutos verdes, que debe ser menor del 2,5% (Puerta, 2000), existen metodologías que son subjetivas, costosas o poco efectivas. En algunas fincas se conserva la tradición del patrón de corte o patrón de recolección, quien es una persona que supervisa los recipientes (cocos) o las estopas y, por simple inspección visual, estima si los recolectores están pasando el límite establecido de los frutos verdes. En otras fincas sancionan a los recolectores disminuyendo el valor pagado por kilogramo de café recolectado, en la medida que los frutos verdes sobrepasen el límite establecido en la finca. Sin embargo, este último método falla, afectando directamente la calidad, porque no puede ejercerse control cuando el café ya está desprendido del árbol y se encuentra en la tolva para empezar el proceso de beneficio.

Las aproximaciones realizadas al control de la recolección en el campo consisten en establecer una relación entre el número de frutos verdes por unidad de volumen y su porcentaje en masa. Es así como se han utilizado volúmenes de 1,0 y 2,0

kg y se ha establecido el número de frutos verdes que puede ser tolerado, respectivamente; sin embargo, no se conoce soporte estadístico que compruebe la efectividad de estas medidas. La principal desventaja de este método es que requiere gran cantidad de tiempo revisar el número de frutos verdes contenidos en una masa de más de 1,0 kg.

Recientemente, se viene utilizando un método que consiste en una tabla con 100 cavidades (Figura 1) en el cual se toma una muestra homogénea de 100 frutos, cuyo nivel de tolerancia máximo es de dos frutos verdes, relacionando el porcentaje en masa con el número de frutos. La exactitud de este método es baja debido a que el tamaño de la muestra no es representativo y a que la diferencia en masa entre un fruto verde y un fruto maduro hace que dos frutos verdes no correspondan al 2,0% de la masa de la muestra de 100 frutos, sino a un valor significativamente menor.

Con el fin de contribuir al control de la recolección en el campo, se condujo un estudio para desarrollar una herramienta práctica, exacta, económica y fácil de usar, que permitiera medir el contenido de frutos verdes durante la cosecha, de tal manera que puedan tomarse acciones correctivas que permitan tener un café de buena calidad en la tolva de recibo del beneficiadero. Este Avance Técnico muestra los resultados de la optimización de las variables masa y volumen de los frutos de café, para obtener el desarrollo del método con el recipiente Mediverdes.

Masa de la muestra

Para determinar la masa, a partir de la cual se obtiene un error constante en la medida de porcentaje de frutos verdes, se dispusieron cuatro muestras con 10 kg de frutos de café; cada muestra se preparó previamente con un contenido del 1,0%, 2,5%, 5,0% y 10,0% de frutos verdes, debidamente homogeneizadas. Se estableció una tabla donde se indica la cantidad de frutos verdes que debería contener una masa con diferentes niveles de porcentaje de frutos verdes (Tabla 1). Considerando que un fruto verde pesa 1,4 g, así, si se tomaran 0,60 kg (600 g), un 10% de frutos verdes equivaldría a 43 frutos en la masa.

Usando la tabla del contenido teórico (Tabla 1), se evaluaron las cantidades reales de frutos verdes en diferentes valores de masa de café, en nueve repeticiones, con tres variedades de café: Castillo® General, Castillo® Zona Centro y Cenicafé 1, para las cuales se obtuvo un error absoluto en la medición del porcentaje de frutos verdes.

Con los datos obtenidos, se construyó la gráfica de la Figura 2, en la que se describe el comportamiento del error de medición, observándose que a medida que aumenta la masa, disminuye el porcentaje de error, y que a partir de los **0,325 kg**, el error tiene un comportamiento estable en un valor aproximado a $\pm 0,7\%$ y con una variación del 1,5%.



Figura 1. Tabla de las 100 cavidades para determinar porcentaje de frutos verdes en la cosecha.

Tabla 1. Contenido teórico del número de frutos verdes en diferentes masas evaluadas (kg).

Masa (kg)	Número de frutos verdes			
	1,0%	2,5%	5,0%	10,0%
0,05	0	1	2	4
0,10	1	2	4	7
0,20	1	4	7	14
0,30	2	5	11	21
0,40	3	7	14	29
0,50	4	9	18	36
0,60	4	11	21	43

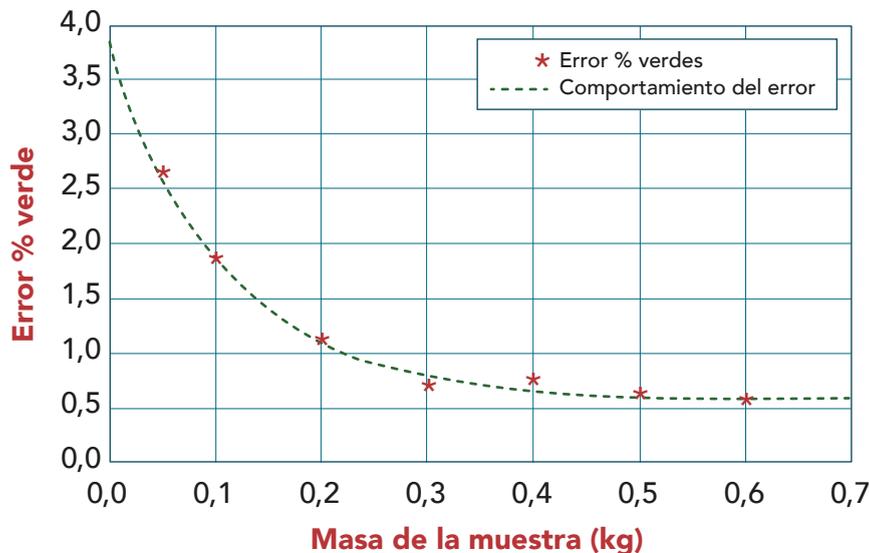


Figura 2. Relación del error absoluto de porcentaje de frutos verdes según la masa de la muestra.

Volumen de la muestra

Para la estimación del volumen, se parte de la masa determinada en el paso anterior y la densidad aparente de los frutos de café determinada por Montilla et al. (2008), la cual corresponde en promedio a $621,57 \text{ kg m}^{-3}$ (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad aparente de los frutos de café (tomado de Montilla et al., 2008).

Tiempo de cosecha	$\bar{\rho}$ (kg m^{-3})	c_v	σ (kg m^{-3})	$\bar{\rho} + 3\sigma$ (kg m^{-3})	$\bar{\rho} - 3\sigma$ (kg m^{-3})
Final	621,57	2,26%	14,05	663,66	579,42

Donde:

$\bar{\rho}$: es la densidad aparente promedio de los frutos de café

c_v : es el coeficiente de variación de la densidad aparente promedio

σ : es la desviación estándar de la densidad aparente promedio

A partir de la definición de densidad aparente, se calcula el volumen con la Ecuación <1>, usando la densidad aparente menor de todas ($579,42 \text{ kg m}^{-3}$), porque es la que mayor volumen ocupa y representa el 99,99% de las densidades estudiadas por Montilla et al. (2008).

$$V = \frac{m}{\bar{\rho} - 3\sigma} = \frac{0,325 \text{ kg}}{579,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \times 1.000.000 \frac{\text{mL}}{\text{m}^3} = 560,9 \text{ mL} \quad <1>$$

Entonces, el volumen que contiene una masa m de $0,325 \text{ kg}$ de frutos de café, con una densidad aparente mínima ($\bar{\rho}$) de $579,42 \text{ kg m}^{-3}$, es de **560,9 mL**. Por efectos de fabricación del recipiente, se aproximó dicho volumen a **600 mL**. Por tal razón se diseñó un recipiente cilíndrico más alto que ancho, con dicha capacidad, que pudiera sostenerse fácilmente en la mano, con el fin de realizar cómodamente las pruebas de control de calidad de la recolección en el campo. El recipiente puede ser plástico o en un material más resistente, con paredes suficientemente rígidas para evitar deformaciones que puedan cambiar su volumen. Con ese recipiente de 600 mL puede obtenerse una masa mínima de **0,347 kg**, de tal manera que se garantice que el valor absoluto del error absoluto promedio es de **0,71%**.

Medición de calidad de recolección en el campo

Controlar la calidad en la recolección es la primera de las siete prácticas clave para mantener la calidad durante el beneficio (Peñuela et al., 2022). Estas prácticas hacen parte de la estrategia “**Más Agronomía, Más Productividad, Más Calidad**” que la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ha incluido para mejorar la rentabilidad de la actividad cafetera.

El método Mediverdes consiste en emplear un recipiente de 600 mL (Figura 3) para hacer la medición de la calidad de la recolección de manera ágil, exacta y simple en el campo, con el fin de tomar acciones que permitan que la masa de café recolectado cumpla con parámetros que garanticen buenas probabilidades de obtener café pergamino seco de muy buena calidad, si se siguen las demás prácticas clave para la poscosecha de café (Peñuela & Sanz, 2021).

El recipiente tiene un adhesivo impreso con las instrucciones para su uso (Figura 4), y una tabla que permite determinar el contenido de frutos verdes en la masa cosechada. Si el número de frutos verdes está en el color verde de la tabla del adhesivo significa que el café de la muestra está dentro de parámetros de buena calidad, si está en el color amarillo significa que está en valores aceptables pero cercanos a estar fuera de parámetros, mientras

que los colores naranja y rojo son definitivamente inaceptables, por lo cual debe tomarse alguna decisión para mejorar la calidad de la recolección del café.

Los valores de porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada obtenidos en la tabla del Mediverdes (Figura 4) tienen un error absoluto de 0,71%, es decir, el valor real del contenido de frutos verdes puede estar 0,71% por encima o por debajo del valor allí reportado. Por ejemplo, si se obtienen seis frutos verdes en la muestra, el valor indicado en la Tabla es de 2,26%, lo cual significa que con una probabilidad del 99,99%, el valor real de contenido de verdes en la masa cosechada está entre 1,55% y 2,97%.

Adicionalmente, con el conocimiento adquirido durante el desarrollo del método Mediverdes puede concluirse que la tabla con 100 cavidades (Figura 1), la cual contiene en promedio 0,195 kg,

tiene un error de $\pm 1,12\%$, es decir, un 57,7% mayor que el obtenido con el método Mediverdes. Para subsanar este error, se recomienda realizar la medición con la tabla de 100 cavidades en dos ocasiones con diferentes muestras y tomar como máximo aceptable siete frutos verdes, en total en las dos muestras. También es recomendable establecer una buena homogeneización de la masa para que la muestra de los 200 frutos sea representativa.

Mediverdes y la cosecha asistida

La cosecha asistida es un concepto que promueve la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia para que la recolección de café sea más eficiente, de tal manera que a la vez puedan beneficiarse los caficultores y los recolectores. Esto implica la adopción de tres prácticas: retención de pases, recolección manual con lonas y uso de la Derribadora DSC 18 (Sanz et



Figura 3. Recipiente del método Mediverdes de 600 mL.

Mediverdes
Método para medir el contenido de frutos verdes en la masa de café cosechada

Instrucciones de uso

- 1 Retire las impurezas, como hojas y trozos de ramas, de la masa de frutos de café recolectado.
- 2 Revuelva la masa de café hasta que quede homogénea.
- 3 Extraiga una muestra de frutos con el recipiente mediverdes hasta que quede lleno al ras.
- 4 Descargue los frutos que quedaron contenidos en el recipiente sobre una superficie blanca o con buen contraste y buena iluminación.
- 5 Cunte el número de frutos verdes.
- 6 Consulte en la tabla el porcentaje aproximado correspondiente al número de frutos verdes encontrado.
- 7 Recuerde que el contenido de frutos verdes en la masa cosechada debe ser menor de 2,5%.

Número de frutos verdes	Porcentaje
1	0,38%
2	0,75%
3	1,13%
4	1,51%
5	1,88%
6	2,26%
7	2,63%
8	3,01%
9	3,39%
10	3,76%
12	4,52%
16	6,02%
20	7,53%
22	8,28%
26	9,78%
30	11,29%

Logos: Federación Nacional de Cafeteros, Cenicafé, and a seal for 'MÁS PRODUCTOS MÁS CALIDAD'.

Figura 4. Adhesivo impreso para el uso del Mediverdes.

Pasos para emplear el método Mediverdes



1

Prepare la masa cosechada a la que se le va a realizar la medición



2

Homogeneice la masa cosechada revolviendo vigorosamente los frutos



3

Tome una muestra de frutos con el Mediverdes hasta que se llene sin sobrepasar la altura del recipiente (a ras)



4

Deposite el contenido de frutos del recipiente Mediverdes sobre una superficie contrastante y bien iluminada



5

Separe y cuente los frutos verdes



6

Chequee en el adhesivo del recipiente Mediverdes el porcentaje equivalente al número de frutos verdes obtenido



7

Tome decisiones correctivas si se encuentra en el valor de alerta (amarillo) o por encima del valor mínimo aceptable

al., 2021), que pueden usarse de manera aditiva y escalarse independientemente del tamaño de la finca. El método Mediverdes también podría usarse como herramienta complementaria para determinar cómo se está realizando la cosecha con esos nuevos elementos, que cada día van a ser más comunes en la caficultura.

Cuando se hace la recolección de café manualmente y con lonas en el suelo para recibir los frutos desprendidos (Sanz et al., 2018), el contenido de frutos verdes en la masa cosechada corresponde al realmente desprendido de las ramas, ya que los recolectores no pueden escarbar el café para remover los frutos verdes y arrojarlos en el lote.

El sistema Mediverdes es un aliado estratégico del caficultor para que los recolectores hagan su labor con mejor calidad, en este caso, el funcionamiento del método Mediverdes es igual que en la recolección manual tradicional.

Cuando se usa la derribadora DSC 18 y las lonas para recibir los frutos desprendidos, a pesar del carácter selectivo de la máquina, se ha encontrado que el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada es en promedio 6,07% (Sanz y Duque, 2021). Por esa razón, en la tabla del adhesivo aparecen los colores naranja y rojo para demarcar en 20 frutos verdes el límite aceptable, cuando se utiliza la derribadora para la cosecha de café.

Conclusiones y recomendaciones

- El método Mediverdes es una herramienta para hacer la medición exacta, rápida y sencilla de la calidad de la recolección en el campo, con el fin de establecer estrategias que le permitan controlar la calidad del café que llega al beneficiadero.
- El recipiente Mediverdes es un dispositivo que puede adquirirse de manera comercial e incluso puede construirse en la finca con un recipiente cilíndrico rígido, que contenga un volumen exacto de 600 mL y utilizándolo en conjunto con la tabla del Mediverdes (Figura 4), donde se explica la correspondencia entre la cantidad de frutos verdes en la muestra y el porcentaje total de café verde en la masa cosechada.
- La muestra de frutos de café debe estar libre de impurezas para que la medida se realice con el error mencionado.
- El Mediverdes es una herramienta sencilla, que se utiliza directamente en el campo durante el proceso de recolección, ya que solo requiere de unos segundos para tener una respuesta del tipo de recolección y del desempeño del recolector, ayudando a tomar decisiones correctivas de manera anticipada.
- Esta herramienta le permite a la persona que realiza el control de la recolección, tener un criterio objetivo para tomar medidas correctivas o incentivar el buen desempeño de los recolectores.
- El Mediverdes puede utilizarse en cualquier tipo de recolección, sea manual tradicional, manual con lonas, o asistida con lonas y la derribadora DSC 18.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Juan Carlos Ortiz Fajardo, auxiliar de la disciplina de Poscosecha, por su participación en la toma de datos durante la evaluación de la herramienta.

Literatura citada

- Centro Nacional de Investigaciones de Café. (2021). *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed.). Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0014>
- Montilla, J., Arcila, J., Aristizábal, M., Montoya, E. C., Puerta, G. I., Oliveros, C. E., & Cadena, G. (2008). Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. *Avances Técnicos Cenicafé*, 370, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/358>
- Peñuela, A. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2021). Obtenga café de calidad en el proceso de beneficio. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed., pp. 189–218). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_11
- Puerta, G. I. (2000) Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Revista Cenicafé*, 51(2), 136–150. <http://hdl.handle.net/10778/65>
- Peñuela, A. E., Guerrero, A., & Sanz-Uribe, J. R. (2022). Cromacafé® Herramienta para identificar los estados de madurez de las variedades de café de fruto rojo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 535, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0535>
- Sanz-Uribe, J. R., & Duque Orrego, H. (2021). Cosecha con la Derribadora Selectiva de Café Brudden DSC 18. *Boletín Técnico Cenicafé*, 43, 1–20. <https://doi.org/10.38141/10781/043>
- Sanz, J. R., Duque, H., Menza, H. D., Zamudio, G. E., Oliveros, C. E., & Ramírez, C. A. (2018). Lonas para asistir la cosecha manual de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 487, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0487>
- Sanz-Uribe, J. R., Duque-Orrego, H., & Gaitán, Á. (2021). La cosecha asistida de café y su impacto en la economía de la recolección en finca. *Ensayos de Economía Cafetera*, 34(1), 035–050. <https://doi.org/10.38141/10788/034-1-3>



Lo invitamos a escanear el código QR para acceder a un video donde encontrará mayor información sobre el uso del Mediverdes.

Señor caficultor



El método para la evaluación de la calidad de la recolección utilizando el recipiente Mediverdes le permite tener un criterio objetivo para medir el trabajo de los recolectores y poder asegurar la calidad de la recolección antes de que el café llegue a la tolva del beneficiadero

