

Avances *Técnicos*

JUNIO 2025

Cenicafé®
Centro Nacional de Investigaciones de Café

Peñuela-Martínez, A. E. | Sanz-Urbe, J. R.

576

**Evite el deterioro del grano
manejaando adecuadamente la
temperatura del aire
de secado**



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

El secado mecánico de café es una alternativa que permite procesar una mayor cantidad de café en menos tiempo que el requerido con secado solar. Por esa razón, es la opción para fincas con más de 5,0 ha de café o para centrales de beneficio; aunque en la actualidad existe una gran oferta de secadores de pequeñas capacidades.

Este proceso se caracteriza por ser determinístico (Parra et al. 2017), lo que significa que, si se conoce el valor del caudal y temperatura del aire, así como algunas condiciones del lugar, es predecible el tiempo de operación de los secadores para obtener el café pergamino seco (cps). La recomendación generada por Cenicafe involucra criterios para facilitar la labor en las fincas y obtener la mejor eficiencia térmica, especialmente en picos de cosecha en los que se procesa café diariamente. De modo que, los secadores de capa estática deben manejarse con una altura de capa inferior a 35 cm, o que la suma de capas en los pisos del secador no sea superior a 75 cm, un caudal específico del aire de $0,1 \text{ m}^3 \text{ min.kg}^{-1}$ de cps, intercambio del flujo de aire cada seis u ocho horas para lograr uniformidad de la humedad y temperatura del aire de 50°C . Este último criterio es especialmente importante para la calidad, dado que un mal manejo ocasiona daños irreversibles en el grano, algunos de los cuales son solamente apreciables después del almacenamiento o transporte hasta el destino final, haciendo que el café pierda valor.

Este Avance Técnico presenta información acerca del efecto que tiene la temperatura del aire de secado sobre las características físicas y sensoriales del grano.

Defectos físicos del café generados durante el secado

Debido a la humedad del grano

Independientemente del tipo de secado que se utilice para obtener el café pergamino seco, la humedad es el principal parámetro de calidad. Al estar entre el 10% y 12% b.h. (base húmeda) se garantiza la estabilidad del grano en etapas posteriores y se obtiene consistencia en la calidad hasta el consumidor final. Adicionalmente, cuando esta humedad está cercana al 11% b.h. presenta un color característico que se describe como verde-grisáceo, considerado otro atributo físico que tiene relación con la calidad física del café.

Los granos presentan diferencias de color respecto a la humedad (Figura 1), por ejemplo, aquellos con humedad inferior al 10% b.h. se clasifican como sobresecos, su color tiende a ser más claro tornándose verde-amarillo, por el contrario, los granos cuya humedad es superior al 12 % b.h., tienen tonalidades más oscuras que el color característico y se conocen como granos flojos. Estos granos además sufren blanqueamiento parcial en el proceso de trilla, debido al exceso de humedad interna y al aumento de la temperatura por fricción.

Debido a la temperatura de secado

El principal defecto generado por el uso de temperaturas superiores a 50°C durante el secado son los granos cristalizados (Roa et al., 1999). Estos granos se caracterizan por tener mayor dureza y un

El uso de aire caliente a más de 50°C es una mala práctica, generalmente utilizada en épocas de alto flujo de café para acelerar el proceso de secado y liberar espacio en el secador para ingresar nuevas tandas de café lavado, sin embargo, el efecto negativo sobre la calidad se observa inmediatamente después del secado, con los granos cristalizados.

color blancuzco, además se presenta distribución desigual en la humedad dentro del grano que se observa con áreas oscuras en su interior (Figuras 2a y 2b).

La estructura interna de estos granos se torna cristalina, debido al daño celular ocasionado por las altas temperaturas de secado (Figura 2c), lo que hace que este defecto sea irreversible, aunque la

humedad esté entre el 10% y 12% b.h. Al romperse la membrana celular por efecto de la alta temperatura, se exponen proteínas que pierden solubilidad debido a la ruptura de los puentes de hidrógeno, además los mono y polisacáridos forman cadenas lineales especialmente de galactomananos, formando regiones cristalinas en el endospermo (Bolívar, 2009), lo que genera deterioro en la calidad sensorial de estos granos (Borem, 2014).

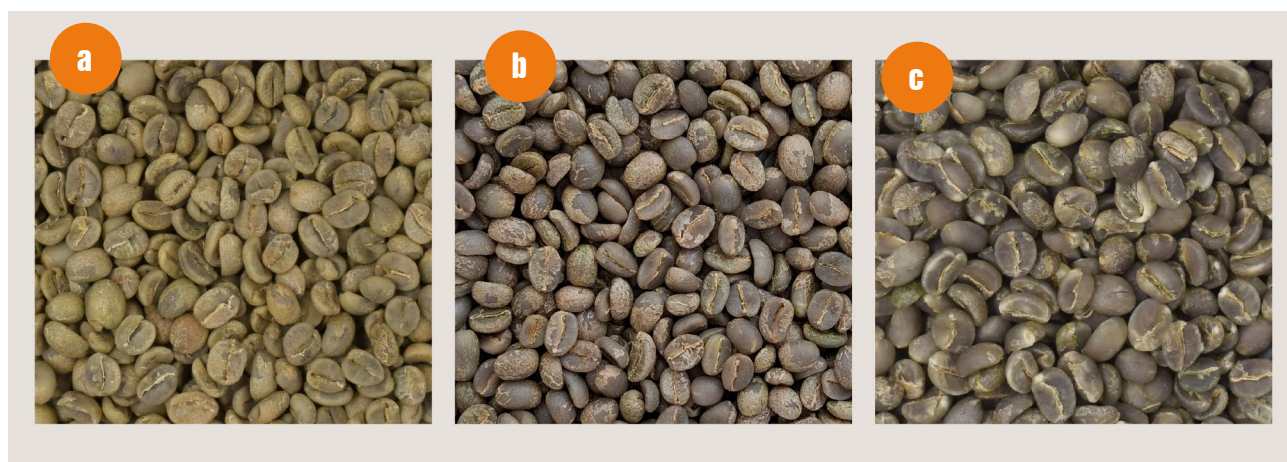


Figura 1. Apariencia física de los granos de café de acuerdo al contenido de humedad. **a.** Granos sobresecos. **b.** Granos con humedad del 11% b.h. y **c.** Granos flojos.

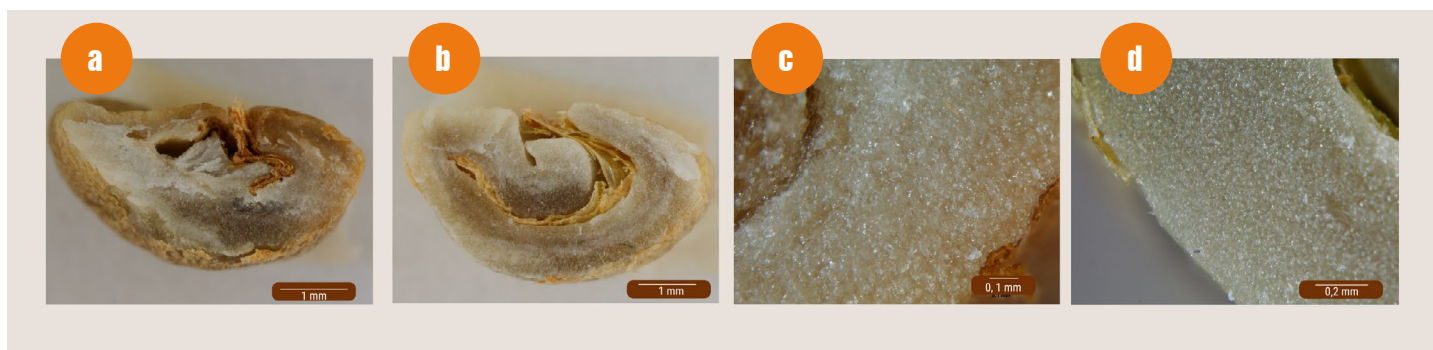


Figura 2. Estructura de granos de café cristalizados (**a, b y c**) obtenidos con secado mecánico a temperaturas mayores a 50°C y **c.** Estructura de granos de café obtenido a temperatura de 40°C y humedad entre el 10% y 12% b.h.

Calidad física y sensorial del café obtenido por secado solar y mecánico

Tiempo de secado

Dado el carácter determinístico del secado, se calcularon algunos parámetros variando la humedad inicial del café y la temperatura del aire de secado hasta una humedad del 10% al 12% b.h. (Tabla 1). En todos los valores de humedad inicial se observa que, al aumentar la temperatura se reduce la demanda de energía eléctrica, pero se incrementa el consumo de combustible. La diferencia de tiempo, en términos porcentuales respecto a los 50 °C, representa una reducción máxima del 37,5 % cuando el secador opera a 70 °C. En consecuencia, el aumento de temperatura de secado no genera una reducción significativa en el tiempo, en la demanda de energía

eléctrica ni en el gasto de combustible, por lo que no se justifica el riesgo de acelerar el proceso aumentando la temperatura del aire.

Por otro lado, secar a menor temperatura requiere un aumento en el tiempo del proceso, que es menor cuando se usa secado combinado (solar-mecánico) y el café que ingresa al secador mecánico tiene menor humedad que el café lavado.

Temperatura del grano durante el secado

La evaluación del café obtenido bajo tres condiciones de secado: solar y mecánico con temperatura del aire a 40°C y 50°C (Peñuela et al., 2023), indicó que la temperatura del grano aumenta a medida que disminuye la humedad, con una diferencia entre 1°C y 2°C por debajo de la temperatura de aire al final del secado (Tabla 2). Para secado solar, la temperatura del grano fue variable dependiendo del cambio de

Tabla 1. Tiempo de secado, consumo de combustible y demanda de energía eléctrica para el secado de una capa de café de 0,25 m de espesor, con un caudal óptimo de 0,1 m3 min.kg⁻¹ y volteos o inversiones del flujo de aire cada ocho horas.

Humedad Inicial del café en secado mecánico [% b.h.]	Temperatura aire de secado [°C]	Tiempo total de secado [horas]	Diferencia en tiempo respecto a 50°C		Consumo de combustible [kg cisco kg ⁻¹ cps]	Demanda de energía eléctrica [kW h.kg ⁻¹]
			[horas]	Relación porcentual [%]		
53	30	59,85	30,38	103,09	0,39	1,20
	40	41,44	11,97	40,62	0,57	0,83
	50	29,47	0	0,00	0,62	0,59
	60	23,02	-6,45	-21,89	0,65	0,46
	70	18,42	-11,05	-37,50	0,65	0,37
40	30	46,04	24,86	84,36	0,30	0,92
	40	30,39	9,21	31,25	0,42	0,61
	50	21,18	0	0,00	0,45	0,42
	60	15,65	-5,53	-18,76	0,44	0,31
	70	11,97	-9,21	-31,25	0,42	0,24
30	30	35,91	20,26	68,75	0,23	0,72
	40	23,02	7,37	25,01	0,32	0,46
	50	15,65	0	0,00	0,33	0,31
	60	11,97	-3,68	-12,49	0,34	0,24
	70	9,21	-6,44	-21,85	0,33	0,18

Tabla 2. Tiempo de secado y temperatura del grano en diferentes condiciones de secado

Tipo de secado	Temperatura del aire (°C)	tiempo de secado (min - max)	Temperatura del grano (°C)	
			53% b.h.	11% b.h.
Mecánico	50 °C	16 - 21 horas	39	48
	40 °C	41 - 49 horas	32	38
Solar	15 - 38 °C	6 - 14 días	25	38

temperatura entre el día y la noche al interior del secador.

Características iniciales

En este estudio el café se obtuvo al 11% b.h. bajo las tres condiciones de secado, no hubo diferencias en la calidad sensorial, color y actividad de agua (Aw) acorde con los niveles de humedad (Figura 3), que demuestran la estabilidad al ataque de microorganismos para etapas posteriores (Puerta, 2013).

Por el contrario, la germinación y el contenido de grasa total fueron similares para el café procedente de secado solar y con aire a 40°C, pero difirieron del café obtenido a 50°C que tuvo una menor germinación y mayor contenido de grasa (Figura 3). El embrión presente en el grano de café, al ser una semilla, se ve afectado por el calentamiento generado durante el secado a 50°C, por lo tanto, se afectará la germinación relacionada con la calidad fisiológica del grano (Roa et al., 1999). Así mismo, un mayor contenido de grasa indica mayor exposición de los aceites del grano y aumento en la oxidación que puede apreciarse en etapas posteriores (Borem, 2014).

Cambios a través del tiempo

El objetivo del almacenamiento de café es mantener la calidad hasta el final de la cadena de comercialización y distribución. Durante esta etapa pueden ocurrir varios cambios, adicionales al ataque de insectos y hongos, que ponen en riesgo la calidad, como resultado se obtienen cambios en el color, sabor y aroma del café (Borem, 2014). Para verificar lo anterior, se realizó el seguimiento del café obtenido en las tres condiciones de secado, durante el almacenamiento por 12 meses, controlando las condiciones de temperatura y humedad relativa. Al final del período de almacenamiento todas las muestras presentaron una humedad promedio de 11,6% ± 0,2% b.h. indicando condiciones adecuadas de almacenamiento.

Se obtuvo un cambio en el color de los granos que fue progresivo con el tiempo hasta llegar a un color verde amarillo más claro, descrito según la escala de color CIELab (Figura 4). Los cambios de color fueron más notorios después de seis meses de almacenamiento especialmente para el café que fue obtenido por secado mecánico, con temperatura de 50°C, revelando una mayor degradación debida a las condiciones de secado.

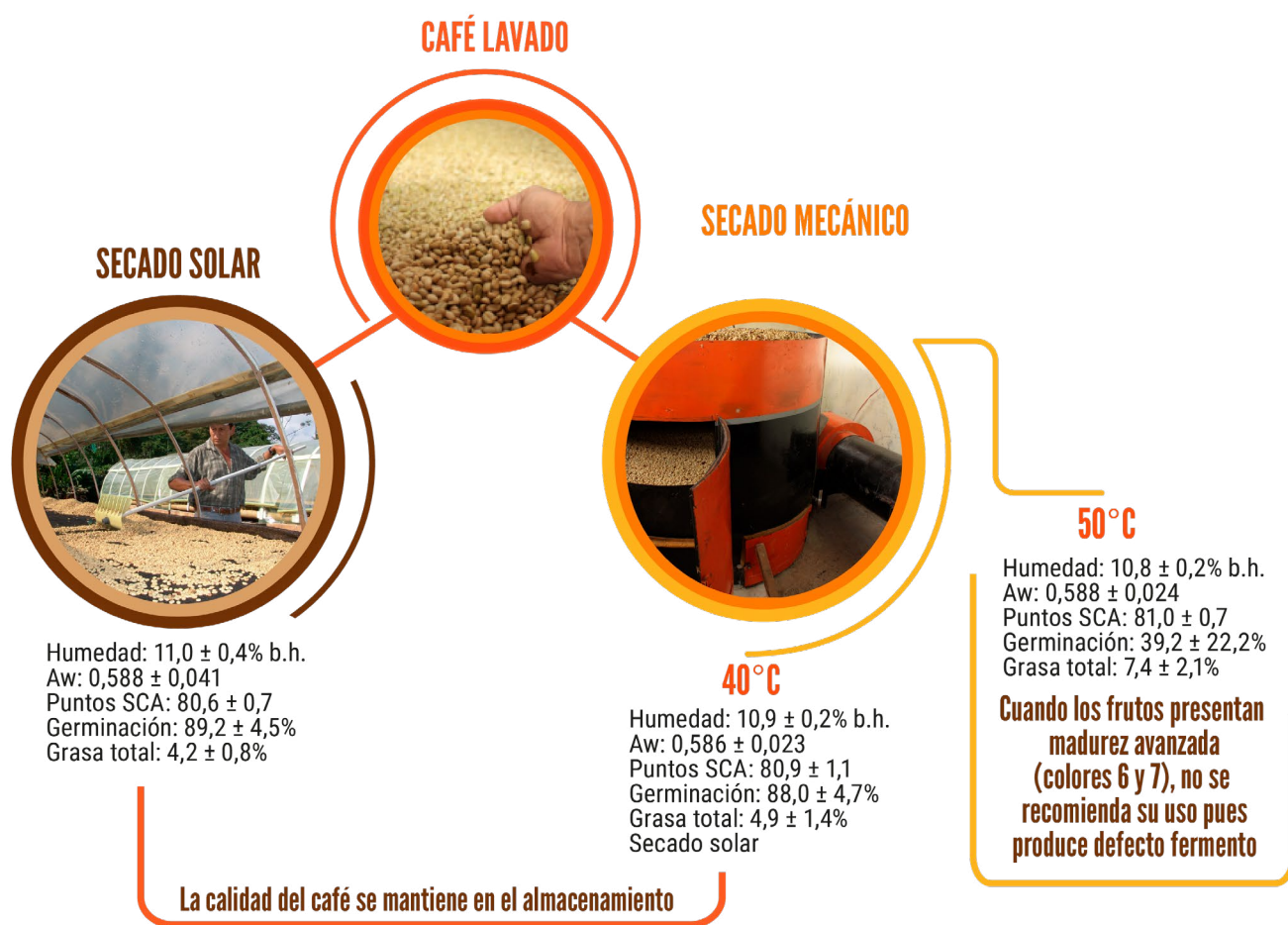


Figura 3. Características iniciales del café obtenido a través de diferentes condiciones de secado



Figura 4. Características de color de los granos de café al inicio y al final del almacenamiento.

La variable de color que presentó cambio significativo con el almacenamiento fue la luminosidad (L^*), haciendo los granos más claros con el avance del tiempo de almacenamiento. Las coordenadas a^* y b^* que varían de verde a rojo y de azul a amarillo,

respectivamente, no presentaron cambios indicando que el color del grano se mantiene constante y que solo cambian a una intensidad más clara por efecto del tipo de secado en combinación con el tiempo de almacenamiento.

El café recién procesado bajo las tres condiciones de secado presentó calidad similar y con taza limpia, sin embargo, durante los 12 meses de almacenamiento, se presentaron muestras con defectos sensoriales. Finalmente, del total de muestras tomadas, el 65 % presentó taza limpia. Los defectos más frecuentes fueron fermento y terroso. El defecto reposo solo se presentó después de seis meses de almacenamiento, especialmente en las muestras de secado mecánico. Además, se encontró una relación entre la mayor temperatura de secado con el defecto fermento cuando más del 70% de los frutos estuvieron en colores 6 y 7 según

Cromacafé®, que describen una madurez avanzada. La proporción de muestras con taza limpia fue significativamente menor para el café de 50°C respecto al de 40°C y al secado solar, que fueron iguales entre sí. Estas dos condiciones de secado evitan el deterioro de la calidad durante el almacenamiento.

La calificación SCA para las muestras con taza limpia, mostró que el promedio se mantiene mayor a 80 puntos, con una leve tendencia a disminuir los valores al aumentar el tiempo de almacenamiento (Tabla 3).

Tabla 3. Calidad sensorial (puntos SCA) del café obtenido en diferentes condiciones de secado durante el almacenamiento.

Tipo de secado	Temperatura del aire	Meses						
		0	2	4	6	8	10	12
Mecánico	40°C	81,0	81,6	81,9	81,4	81,1	80,8	80,8
	50°C	80,9	81,9	81,0	80,9	80,5	--	--
Solar	variable	80,6	81,5	81,0	81,2	81,3	80,6	80,7



El **café de Colombia se distingue por su calidad, siga las siguientes recomendaciones para garantizar su consistencia hasta el consumidor final:**



Realice el secado mecánico a 40 °C manteniendo los criterios recomendados en cuanto a temperatura, caudal del aire y altura de capa, especialmente cuando hay mayor presencia de frutos sobremaduros (colores 6 y 7 de Cromacafé®).



Utilice secado combinado, iniciando el proceso en el secador solar hasta una humedad entre el 30 ó 40 % b.h., luego continúe con secado mecánico a 40 °C. Esta práctica optimiza el tiempo de uso del silo, especialmente en épocas de mayor flujo de cosecha (Oliveros et al., 2013).

Familias caficultoras

Recuerden que el secado es la principal etapa para la conservación del café. Eviten defectos físicos, como granos cristalizados por usar temperatura de secado mayor a 50 °C o granos flojos y sobre secos por falta de control en la humedad del café.

Literatura citada

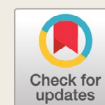
- Bolívar Forero, C. P. (2009). *Monografía sobre el galactomanano del grano de café y su importancia en el procesamiento para la obtención de café soluble* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/1682>
- Borém, F. M. (Ed.). (2014). *Handbook of coffee post-harvest technology* (S. Joel, Trad.). Gin Press.
- Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Ramírez, C. A., & Peñuela, A. E. (2009). Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café. *Avance Técnico Cenicafe*, 380, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/370>
- Parra, A., Roa, G., Oliveros, C. E., & Sanz, J. R. (2017). *Optimización operacional de secadores mecánicos para café pergamino*. Cenicafe. <https://www.cenicafe.org/es/publications/librosecado.pdf>
- Peñuela Martínez, A. E., Sanz Uribe, J. R., & Medina Rivera, R. D. (2023). Influence of drying air temperature on coffee quality during storage. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 76(3), 10493–10503. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v76n3.104115>
- Puerta, G. I. (2006). La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. *Avances Técnicos Cenicafe*, 352, 1–8. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/418>
- Roa, G., Oliveros, C. E., Álvarez, J., Ramírez, C. A., Sanz, J. R., Álvarez, J. R., Dávila, M. T., Zambrano, D. A., Puerta, G. I., & Rodríguez, N. (1999). *Beneficio ecológico del café*. Cenicafe. <http://hdl.handle.net/10778/882>

Autores

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

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

Disciplina de Poscosecha.
Centro Nacional de Investigaciones de Café.
Cenicafe
DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0576>



Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Carmenza Bacca Ramírez

Imprenta

Gerencia Técnica
Fondo Nacional del Café



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
www.cenicafe.org



Licencia Creative Commons CC de Atribución - sin derivar - no comercial por la que este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros solo si se muestra en los créditos. No se puede realizar obras derivadas y no se puede obtener ningún beneficio comercial.