

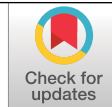


EFFECTO DE LA INTERRUPCIÓN DEL SECADO MECÁNICO EN LA CALIDAD FÍSICA Y SENSORIAL DEL CAFÉ

Jenny Pabón Usaquén  *, Valentina Osorio Pérez  *

Pabón, J., & Osorio, V. (2022). Efecto de la interrupción del secado mecánico en la calidad física y sensorial del café. *Revista Cenicafé*, 73(2), e73201. <https://doi.org/10.38141/10778/73201>



El secado es una etapa clave para la conservación de la calidad del café durante el almacenamiento y la trilla, es así como prácticas inadecuadas pueden tener impactos negativos tanto en la apariencia del grano como en la generación de defectos sensoriales. El presente trabajo evaluó el efecto de la interrupción del secado mecánico bajo un diseño factorial $2 \times 4 + 1$, con dos tiempos de secado inicial (6 y 12 horas), cuatro tiempos de interrupción (12, 24, 36 y 48 horas) y un testigo con secado mecánico sin interrupción. Para los tratamientos con interrupción se determinó el contenido de humedad intermedia del café pergamino. Se observó que en promedio cuando se aplicó un tiempo de secado de 12 horas se alcanza a disminuir el contenido de humedad a valores de 42,29%, con diferencias de 4,97% y 9,90% con los tratamientos de secado de 6 horas y humedad inicial del café lavado, respectivamente. Para la variable almendra sana se obtuvo un valor promedio de 76,76% y no hubo diferencias entre los tratamientos. En cuanto a la proporción de muestras con defecto sensorial, independiente del tiempo de secado inicial, después de 36 horas de interrupción se incrementa la proporción de defectos sensoriales. El análisis de varianza mostró efecto sobre las variables de calidad sensorial a favor del testigo que no presentó defectos y tuvo puntaje promedio de 81,15. El defecto predominante fue terroso y, según prueba de Dunnett, los tratamientos de menor tiempo de secado inicial y mayor interrupción son diferentes al testigo.

Palabras clave: *Coffea arabica*, secado mecánico, almendra sana, calidad, interrupción, Cenicafé, Colombia.

EFFECT OF MECHANICAL DRYING DISRUPTION ON THE PHYSICAL AND SENSORY QUALITY OF COFFEE

Drying is a key stage for the preservation of coffee quality during storage and threshing. Thus, inappropriate practices can have negative impacts on the appearance of the bean and generate sensory defects. The present study evaluated the effect of the interruption of mechanical drying under a $2 \times 4 + 1$ factorial design, with two initial drying times (6 and 12 hours), four interruption times (12, 24, 36 and 48 hours) and a control with mechanical drying without interruption. Intermediate moisture content of parchment coffee was determined for interrupted treatments. On average, when a drying time of 12 hours was used, the moisture content was reduced to 42.29%, with differences of 4.97% and 9.9% with the 6-hour drying treatments and the initial humidity of the washed coffee, respectively. For the healthy green bean variable, an average value of 76.76% was obtained and there were no differences between the treatments. As for the proportion of samples with sensory defect, regardless of the initial drying time, after 36 hours of interruption, the proportion of sensory defects increased. The analysis of variance showed an effect on the sensory quality variables in favor of the non-defect control and had an average score of 81.15. The predominant defect was musty and, according to Dunnett's test, the treatments of shorter initial drying time and longer interruption are different from the control.

Keywords: *Coffea arabica*, mechanical drying, healthy green coffee, quality, interruption, Cenicafé, Colombia.

* Asistente de Investigación e Investigador Científico I, respectivamente. Disciplina de Calidad, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0003-1576-2297>, <https://orcid.org/0000-0002-1166-0165>



La calidad del café es el resultado de la interacción de factores como: la especie, la variedad, las condiciones ambientales, el suelo, el clima, el sistema productivo, las prácticas de cosecha, el beneficio, el almacenamiento, la trilla, el tueste y la preparación de la bebida (Kleinwächter et al., 2015; Pabón & Osorio, 2019; Pereira et al., 2019; Puerta, 2013).

En el proceso de beneficio por vía húmeda ampliamente utilizado en Colombia y en otros países productores, se obtiene café pergamino lavado con un valor promedio de humedad de 53% en base húmeda (b.h.), el cual no se encuentra en condiciones adecuadas para su almacenamiento y posterior comercialización, por lo que es necesario reducir la humedad y la actividad de agua de los granos (Roa et al., 1999). En Colombia el secado se realiza por medios naturales utilizando la energía solar y el aire, y por medios mecánicos con aireación forzada, para alcanzar una humedad en un rango de 10% al 12% en base húmeda.

El secado mecánico del café se realiza en sistemas constituidos por una fuente de calor que en algunos casos cuentan con un intercambiador de calor, un ventilador y un espacio o *plenum* donde se deposita la masa de granos de café para el secado. El principal mecanismo utilizado en Colombia para realizar secado mecánico son los silos de capa estática, los cuales constan de un secador con uno o más compartimientos con piso de malla sobre el cual es depositado el grano; para el calentamiento del aire se han diseñado equipos que emplean principalmente: electricidad, gas propano y cisco de café (Parra et al., 2017). Cenicafé recomienda emplear un caudal mínimo de 100 m³ min⁻¹ para obtener buena eficiencia en el proceso de secado y lograr una humedad final uniforme (Parra et al., 2017). Según Bórem (2014) y Marques et al. (2008), el tiempo de exposición, la temperatura y el caudal del aire de secado, el contenido de humedad inicial y

final del producto, así como la temperatura del aire ambiente, son factores que afectan a la dinámica de secado y tienen un efecto significativo en la calidad del café.

En el proceso de secado intervienen muchas variables que deben controlarse para que el este proceso sea eficiente y no afecte la calidad final del producto. Varios autores reportan que temperaturas superiores a 60°C ocasionan daños estructurales, que pueden deteriorar la calidad (Borém et al., 2014; Coradi et al., 2007). En el caso de las semillas, estas deben conservar un alto porcentaje de germinación y las altas temperaturas afectan el germen o embrión; por lo tanto, para garantizar la viabilidad de las semillas, se recomienda que la temperatura del grano no sobrepase los 38°C durante el secado. Así mismo, con el fin de asegurar una buena calidad, se recomienda secar los granos a temperaturas que no superen los 50°C (Roa et al., 2000). En el secado mecánico de capa estática, la temperatura del aire se eleva a valores de 50°C, disminuyendo la humedad relativa a valores inferiores del 20% y cuando se emplea un caudal mínimo de 100 m³ min⁻¹ de café pergamino seco, recomendado por Cenicafé, se tienen condiciones que permiten secar el café en un tiempo alrededor de 20 h (Parra et al., 2008). El secado mecánico es una alternativa para reducir la humedad del café, que es empleada por medianos y grandes caficultores, se estima que el 31% de la producción anual nacional se seca empleando esta tecnología (Parra et al., 2017). Adicionalmente, cuando se aplica el secado mecánico de forma adecuada y siguiendo las recomendaciones técnicas de flujo de aire y temperatura de secado, la calidad final del producto es similar al obtenido con secado solar.

Henao (2016) evaluó el efecto del secado en la calidad del café en las variedades Caturra y Castillo®, con dos temperaturas de secado

(40°C y 50°C), dos flujos de aire (60 y 100 m³ min⁻¹) y un tratamiento de secado solar. Los puntajes más altos de calidad sensorial fueron obtenidos en el café secado mecánicamente con una temperatura de 50°C y un flujo de 100 m³ min⁻¹, sin diferencias significativas en el puntaje sensorial entre las variedades Caturra y Castillo®.

Comercialmente existen silos mecánicos de una capacidad de 62,5 kg de café pergamino seco (cps) hasta 9.000 kg de cps. Esta forma de secado es una alternativa en la cual puede controlarse el proceso, independiente de las condiciones ambientales, disminuir el tiempo de secado y obtener un producto estable para su almacenamiento y comercialización.

Sin embargo, la insuficiencia del aire de secado, el empleo de altas temperaturas, la desuniformidad de la humedad final de secado (Gutiérrez et al., 2012; Roa et al., 2000) y algunas prácticas durante el secado mecánico, han conllevado a la aparición de defectos físicos que afectan el factor de rendimiento y que tienen influencia directa en la calidad sensorial. La interrupción del proceso de secado es una práctica que ha tomado fuerza como una actividad que permite una distribución más homogénea del agua dentro del grano con el fin de obtener una mejor calidad de este (Isquierdo, et al., 2011); sin embargo, hasta el momento no se ha evaluado la influencia de las interrupciones durante el secado mecánico en la calidad del café. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de la interrupción del secado mecánico sobre la calidad sensorial del café y la aparición de defectos sensoriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se utilizó café de la Estación Experimental Naranjal, ubicada en Chinchiná (Caldas), de las cosechas principales de los años 2020 y 2021. El procesamiento

vía húmeda se realizó en el Beneficiadero de Semilla de Cenicafé. En la Tabla 1 se describen los tratamientos evaluados, que consistieron en dos tiempos de secado inicial, cuatro tiempos de interrupción y un testigo absoluto (sin interrupción).

La unidad experimental estuvo conformada por 18 kg de café lavado clasificado para la aplicación de los tratamientos. Para obtener el café lavado se realizó clasificación hidráulica de los frutos seguido de una selección manual por color; para asegurar el grado de madurez de los frutos de café, eliminando frutos pintones e inmaduros; se removió el mucilago por fermentación espontánea definiendo el punto de lavado del café con el Fermaestro™ y se realizó lavado manual del café con la técnica de cuatro enjuagues. Se tomaron cinco unidades experimentales por tratamiento. Cada unidad experimental y de acuerdo con el tratamiento, se procesó en un silo de capa estática con combustión directa, con gas propano como combustible, caudal del aire de 100 m³ min⁻¹ de cps y temperatura del aire de secado entre 38°C y 40°C. El café que fue sometido a interrupción, quedó en condiciones ambientales, las cuales fueron en promedio: temperatura de 21,46°C (máximo 29°C y mínimo 17,5°C) y humedad relativa de 86,08% (máximo 100% y mínimo de 53,24%).

El efecto de tratamientos se evaluó bajo el modelo para el diseño completamente aleatorio en arreglo factorial 2x4+1 (dos tiempos de secado, cuatro tiempos de interrupción y un testigo absoluto), con la variable de respuesta puntaje total determinado con metodología SCA.

Antes de iniciar el proceso de secado, en el momento de la interrupción y al finalizar el secado, se registró el contenido de humedad del café, utilizando el método directo de la estufa (International Organization for Standardization, 2003).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Tiempo de secado (h)	Tiempo de interrupción (h)	Descripción
T12-12	12	12	Interrupción del secado mecánico a las 12 horas de iniciado el proceso, por un período de 12 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T12-24	12	24	Interrupción del secado mecánico a las 12 horas de iniciado el proceso por 24 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T12-36	12	36	Interrupción del secado mecánico a las 12 horas de iniciado el proceso por 36 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T12-48	12	48	Interrupción del secado mecánico a las 12 horas de iniciado el proceso por 48 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T6-12	6	12	Interrupción del secado mecánico a las 6 horas de iniciado el proceso por 12 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T6-24	6	24	Interrupción del secado mecánico a las 6 horas de iniciado el proceso por 24 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T6-36	6	36	Interrupción del secado mecánico a las 6 horas de iniciado el proceso por 36 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
T6-48	6	48	Interrupción del secado mecánico a las 6 horas de iniciado el proceso por 48 horas. Después se continúa hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y 12%.
Testigo	Proceso de secado mecánico sin interrupción hasta que el café alcance una humedad entre el 10% y el 12%.		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del proceso de secado

Los análisis físicos del café pergamino seco se realizaron en el laboratorio de la Disciplina de Calidad de Cenicafé e incluyeron la determinación del porcentaje de merma, porcentaje de granos defectuosos y sanos, y la actividad de agua que se determinó con el equipo LabMaster-aw Neo (Novasina, Alemania). El análisis sensorial se realizó siguiendo el protocolo de la SCA (*Specialty Coffee Association*), por catadores certificados Q-Grader por el *Coffee Quality Institute*. El puntaje total SCA está conformado por la sumatoria de los atributos: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor y puntaje de catador, que se califican en una escala de 0 a 10. La suma de todas las puntuaciones da como resultado la puntuación total, en una escala de 0 a 100, en la que el café puede clasificarse como sobresaliente-especialidad (90,00-100), excelente-especialidad (85,00-89,99), muy bueno-especialidad (80,00-84,99) y por debajo de la calidad de la especialidad-no especialidad (menor a 80,00 puntos).

Se utilizaron como variables complementarias el porcentaje de almendra sana, porcentaje de pasillas (grano con defectos físicos) y actividad de agua. De los atributos sensoriales se analizaron fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo y balance.

Para el análisis de la información se calcularon los promedios y variación por tratamiento, tanto de la variable de respuesta como de las variables complementarias. Se realizó un análisis de varianza al 5%, asociado al diseño completamente aleatorio. Para las variables en las que el análisis de varianza mostró efecto de tratamientos, se aplicó la prueba de Dunnett, al 5%, para identificar los tratamientos que tenían igual o mayor promedio con respecto al testigo absoluto.

Con el objetivo de conocer la duración aproximada del tiempo de secado y la influencia de los tiempos de interrupción de secado, en la Tabla 2 se presenta la duración en horas, desde el inicio de la aplicación de los tratamientos, hasta que el café de cada tratamiento alcanzaba la humedad entre el 10% y el 12%, y el secado finalizaba. Según el análisis de varianza (valor $p: 2,2 \times 10^{-16}$) el único tiempo diferente a los demás tratamientos fue el testigo (50,3 h).

Para realizar el control de este proceso se utilizó el principio del Gravimet, donde se hace el control de pérdida de peso y se relaciona con la humedad final requerida (Jurado et al., 2009).

Como se observa en la Tabla 2, el tratamiento que alcanzó más rápido la humedad final deseada fue el testigo, en el cual no hubo interrupciones del secado y en promedio tuvo una duración de 50 horas. El tratamiento T6-T48 presentó un incremento del tiempo promedio de secado de un 84% con respecto al testigo, por ser el tratamiento de menor tiempo de secado inicial y mayor tiempo de interrupción.

Humedad del café (base húmeda)

En promedio, cuando se realizó el secado inicial de 12 horas la humedad se redujo a valores de 42,29%. A diferencia de los tratamientos donde se secó inicialmente por 6 h, la humedad sólo se redujo a valores de 47,26%. Los valores de humedad fueron determinados por el método directo de la estufa (Tabla 3). El testigo (sin interrupción) presentó un valor inicial de humedad de 52,2% y finalizó con un promedio de 11,22%.

Tabla 2. Duración en horas del tiempo de secado según el tratamiento.

Tratamiento	Duración secado (h)		
	Secado (h)	Interrupción (h)	Promedio* (h)
T12-12	12	12	69,7a
T12-24	12	24	80,8a
T12-36	12	36	82,3a
T12-48	12	48	89,7a
T6-12	6	12	67,0a
T6-24	6	24	76,3a
T6-36	6	36	81,0a
T6-48	6	48	92,0a
	Testigo		50,3b

*Letras no comunes indican diferencia según prueba Tukey al 95%

Tabla 3. Valores promedio de la humedad del café de cada tratamiento, antes y después de las interrupciones del secado.

Tratamiento	Humedad (%)		
	Antes	Después	Final
T12-12	42,68%	44,45%	11,08%
T12-24	41,72%	44,30%	11,08%
T12-36	42,43%	44,54%	11,12%
T12-48	42,36%	43,05%	11,04%
T6-12	45,46%	48,86%	11,15%
T6-24	47,22%	49,34%	11,08%
T6-36	47,92%	50,08%	11,10%
T6-48	48,47%	49,55%	11,36%

Como los valores de humedad eran altos y el café estuvo sometido a tiempos de interrupción, también se determinaron los valores de actividad de agua del café, antes y después de las interrupciones, así como al final cuando los granos de café alcanzaron la humedad entre el 10% y el 12%. La actividad de agua expresa la disponibilidad del agua para diferentes reacciones y está relacionada con el tipo de alimento, su composición química y la temperatura (Pardo et al., 2005). Para el café pergamino seco y excelso, bajo las mismas condiciones ambientales, cuanto mayor sea el contenido de agua, mayor será la actividad de agua. El proceso de secado de café que asegura contenidos de humedad comprendidos entre el 10% al 12%, elimina el agua disponible y deja solo el agua ligada, permitiendo que los valores de actividad de agua sean inferiores a 0,62 (Osorio, 2021). En la Figura 1 se presentan los valores de actividad de agua para los granos de café antes, después de la interrupción y del café pergamino seco.

con las condiciones en las cuales se encuentra almacenado. Debido a que en este trabajo se sometieron granos de café con contenidos de humedad intermedios en condiciones ambientales, durante 12, 24, 36 y 48 horas, se encontró que después de esos tiempos de interrupción, así como la humedad del grano aumentó los valores de actividad de agua incrementaron, esto es generado principalmente por la higroscopia del grano y las diferentes presiones de vapor del grano y del ambiente (Corrêa et al., 2010).

Calidad física

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio de la proporción de merma, granos negros y vinagres y pasillas presentes en las muestras. El testigo en promedio tuvo una almendra sana de 76,76%. La interrupción del proceso de secado mecánico no generó aumentos en los defectos físicos asociados a esta etapa como son los granos flojos y cristalizados, puesto que el rango final de humedad se encontraba dentro del óptimo.

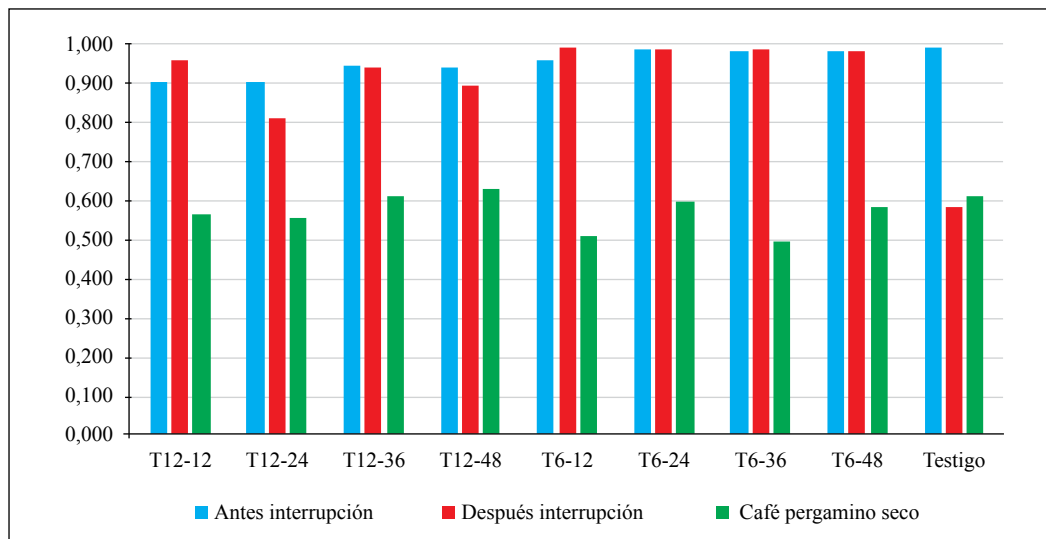


Figura 1. Valores de actividad de agua para cada tratamiento de interrupción de secado.

Tabla 4. Valores promedio de las variables de calidad física, por tratamiento de interrupción de secado.

Trat.	Merma (%)		Pasilla (%)		Broca (%)		Negro y vinagres (%)	
	Prom	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
T12-12	17,38	0,43	2,29	2,43	3,21	4,04	0,04	0,09
T12-24	17,57	0,34	2,05	2,35	3,49	4,11	0,00	0,00
T12-36	18,05	0,73	2,36	2,70	3,83	3,78	0,02	0,05
T12-48	17,46	0,63	3,87	2,82	3,50	3,86	0,02	0,05
T6-12	17,52	0,27	2,64	2,12	3,45	3,96	0,09	0,16
T6-24	17,55	0,48	2,71	3,24	4,16	3,33	0,10	0,18
T6-36	17,57	0,46	2,78	3,03	3,27	3,42	0,02	0,05
T6-48	17,46	0,57	2,87	3,19	2,95	3,46	0,00	0,00
Testigo	17,68	0,47	2,46	2,80	3,24	3,43	0,16	0,23

Prom: Promedio, D.E.: Desviación estándar

Para la variable almendra sana no hubo diferencias entre los tratamientos ni con el testigo, es decir que las interrupciones durante el secado mecánico no tienen efecto en esta variable (Tabla 5).

Calidad sensorial

La calidad sensorial se evaluó bajo la metodología de la SCA, por tres catadoras certificadas Q grader. En la Figura 2 se presenta la proporción de muestras con defecto sensorial. En esta investigación se encontró el descriptor terroso para el 100% de las muestras con defecto sensorial. Independiente del tiempo de secado inicial (6 o 12 horas), después de 36 horas de interrupción, la proporción de defectos se incrementa. En los tratamientos 7 y 8, el total de las unidades experimentales evaluadas

presentaron defectos sensoriales, asociados a los tiempos de interrupción. El testigo no presentó defectos, lo que indica que cuando se realiza el proceso de secado sin interrupción se conserva la calidad del café.

El defecto terroso en el análisis sensorial se encuentra dentro del grupo denominado terrosos, donde se encuentran: sucio, paja, moho y reposo. Se caracterizan por presentar un aroma y sabor a tierra húmeda, indeseable en el café arábigo; en algunos casos se asocia al hollejo de la papa (Pabón & Osorio, 2019). El origen de los defectos de este grupo está relacionado a malas prácticas de beneficio, tales como no realizar clasificación de los frutos en las diferentes etapas, prácticas inadecuadas de secado y almacenamiento del café (Osorio, 2021). Oliveros et al. (2016) determinaron que cuando se almacena café con

Tabla 5. Valores promedio y desviación estándar para la proporción de almendra sana por tiempo de secado y tiempo de interrupción.

Horas de interrupción	Tiempo de secado inicial (h)			
	6		12	
	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
12	76,9	3,9	77,5	4,8
24	76,0	4,8	77,2	4,9
36	76,9	4,7	76,4	4,6
48	77,2	5,0	75,8	3,7
Sin interrupción	76,8	4,2	76,7	4,2

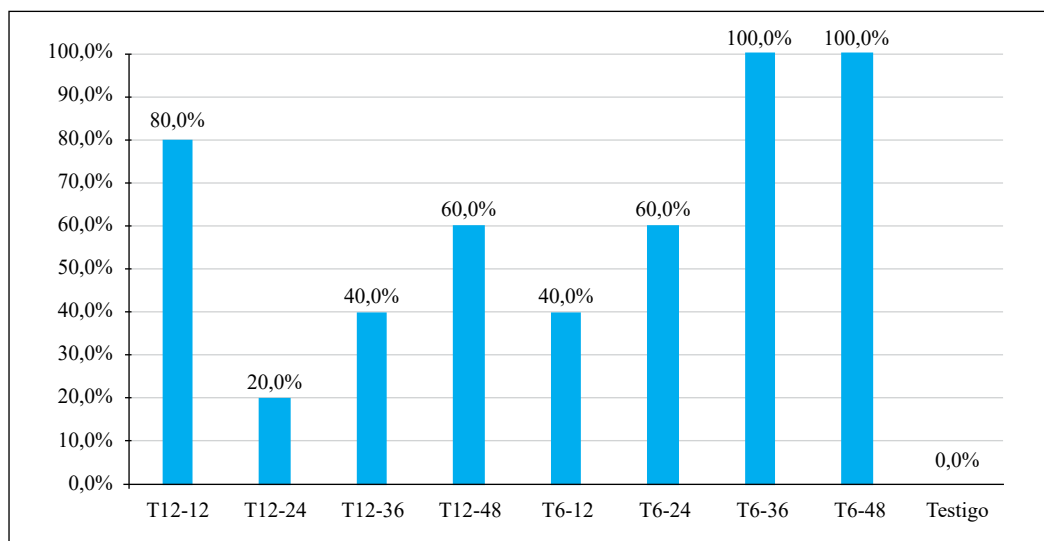


Figura 2. Proporción de muestras con defectos sensoriales, en tratamientos con interrupción de secado.

una humedad del 35% hasta por 96 horas no tiene efecto en la proporción de tazas limpias; sin embargo, no se había reportado el efecto negativo que tiene en la calidad sensorial, almacenar café con humedades superiores a 41%. El contenido de humedad con el que el café inicia la interrupción del secado define

el comportamiento en la calidad sensorial del mismo, según lo reportado por Borém et al. (2014), cuando el café es sometido a interrupciones durante el secado de hasta 12 días, con humedades antes de interrupción entre 15% y 24%, no generan efecto negativo en la calidad.

Cuando se analiza la variable puntaje total, por las horas de secado inicial, se observa que en los tratamientos con secado inicial de 6 horas existe un menor puntaje total, asociado a una mayor frecuencia de muestras con defectos sensoriales (Figura 3) y este

promedio disminuye a medida que aumenta el tiempo de interrupción.

Las muestras que no presentaron defectos presentaron en promedio un puntaje total entre 79,75 y 81,58 (Tabla 6).

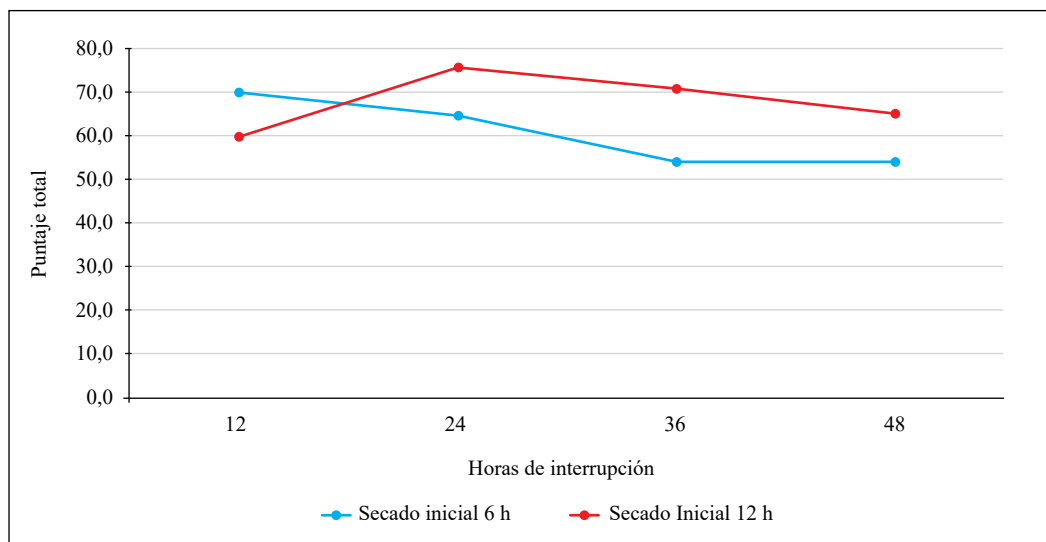


Figura 3. Valores de puntaje total por tiempos de secado y de interrupción.

Tabla 6. Puntaje total obtenido para los tratamientos que no presentaron defectos en el secado.

Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo
T12-12	80,00	80,00	80,00
T12-24	80,57	81,30	80,00
T12-36	80,94	81,58	80,50
T12-48	80,67	80,83	80,50
T6-12	80,08	80,50	79,75
T6-24	79,66	80,07	79,25
Testigo	81,15	81,58	80,60

Según el análisis de varianza al 95%, para la variable de respuesta puntaje total hubo efecto de tratamientos (valor p: 0,0010) y cuando se realizó la prueba Dunnet con el 0,05 de nivel de significancia, para comparar los tratamientos, se evidencia que el testigo es diferente cuando se compara con los tratamientos T12-24, T6-36 y T6-48 (Tabla 7).

Puede concluirse que:

La calidad del café es influenciada por muchos factores y en esta investigación se incluye el proceso de secado del café lavado como una etapa fundamental en la conservación de la inocuidad y calidad sensorial del café.

Cuando se realizan procesos de interrupción de café con humedades mayores a 40%, se generan valores promedio de actividad de agua de 0,95, lo que establece condiciones de riesgo para la calidad.

Se determinó que el café lavado sometido a menores tiempos iniciales de secado y

mayores tiempos de interrupción, tiene mayores probabilidades de presentar defectos sensoriales, específicamente el defecto terroso. Por lo tanto, para disminuir el riesgo en la etapa del secado, no se recomienda someter el café a interrupciones.

El tiempo de secado inicial tiene efecto directo en el contenido de humedad y diferencias del 5% entre café secado por 12 y 6 horas generan porcentajes de defectos del 50% y 75%, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Al panel de catación de Cenicafé, al equipo de la Disciplina de Biometría, doctores Rubén Medina y Luis Imbachí. En la Disciplina de Calidad a Claudia Gallego, Paola Calderón, Wilson Vargas, Víctor Castañeda y el personal de apoyo Benjamín Sánchez. Al equipo de Experimentación: Carlos Gonzalo Mejía, José Farid López y Jhon Félix Trejos. Fuente de financiación: recursos propios, CAL105003.

Tabla 7. Resultados prueba Dunnet entre tratamientos de interrupción de secado.

Comparación tratamientos	Diferencia entre promedios de puntaje de taza
T12-36–Testigo	-5,855
T12-48–Testigo	-10,837
T6-24–Testigo	-11,385
T6-12–Testigo	-16,284
T6-36–Testigo	-16,690
T12-24–Testigo	-21,709***
T6-36–Testigo	-27,310***
T6-48–Testigo	-27,500***

LITERATURA CITADA

- Borém, F. M., Isquierdo, E. P., Oliveira, P. D., Ribeiro, F. C., Siqueira, V. C., & Taveira, J. H. (2014). Effect of intermittent drying and storage on parchment coffee quality. *Bioscience Journal*, 30(2), 609–616. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18209>
- Coradi, P. C., Borém, F. M., Saath, R., & Marques, E. R. (2007). *Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee*. *Coffee Science*, 2(1), 38–47. <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/37>
- Corrêa, P. C., Goneli, A. L. D., Júnior, P. C. A., De Oliveira, G. H. H., & Valente, D. S. M. (2010). Moisture sorption isotherms and isosteric heat of sorption of coffee in different processing levels. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(10), 2016–2022. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02373.x>
- Heno Arismendy, J. (2015). *Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56186>
- International Organization for Standardization [ISO]. (2003). *ISO 6673:2003—Green coffee—Determination of loss in mass at 105 degrees C*. <https://www.iso.org/standard/38375.html>
- Isquierdo, E. P., Borém, F. M., Cirillo, M. A., Oliveira, P. D., Cardoso, R. A., & Fortunato, V. A. (2011). Qualidade do café cereja desmucilado submetido ao parcelamento da secagem. *Coffee Science*, 6(1), 83–90 <https://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/229>
- Jurado, J. M., Montoya, E. C., Oliveros, C. E., & García, J. (2009). Método para medir el contenido de humedad del café pergamino en el secado solar del café. *Revista Cenicafé*, 60(2), 135–147. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/188>
- Kleinwächter, M., Bytof, G., & Selmar, D. (2015). Coffee Beans and Processing. En V. R. Preedy (Ed.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 73–81). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00009-7>
- Marques, E. R., Borém, F. M., Pereira, R. G. F. A., & Biaggioni, M. A. M. (2008). Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café Arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes períodos e temperaturas de secagem. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(5), 1557–1562. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500030>
- Oliveros, C. E., Pabon, J. P., & Montoya, E. C. (2016). Evaluación de una alternativa para la conservación de la calidad en la comercialización del café húmedo. *Revista Cenicafé*, 67(2), 86–95. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/732>
- Osorio, V. (2021). La calidad del Café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed., pp. 219–234). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_12
- Pabón, J., & Osorio, V. (2019). Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila* (pp. 162–187). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0005_7
- Pardo, E., Marín, S., Ramos, A. J., & Sanchis, V. (2005). Effect of Water Activity and Temperature on Mycelial Growth and Ochratoxin A Production by Isolates of *Aspergillus ochraceus* on Irradiated Green Coffee Beans. *Journal of Food Protection*, 68(1), 133–138. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.1.133>
- Parra, A., Roa, G., & Oliveros, C. E. (2008). SECAFÉ Parte I: modelamiento y simulación matemática en el secado mecánico de café pergamino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(4), 415–427. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000400013>
- Parra, A., Roa, G., Oliveros, C. E., & Sanz, J. R. (2017). *Optimización operacional de secadores mecánicos para café pergamino*. Cenicafé. <https://www.cenicafe.org/es/publications/librosecado.pdf>
- Pereira, G. V., Neto, D. P., Júnior, A. I. M., Vásquez, Z. S., Medeiros, A. B. P., Vandenberghe, L. P. S., & Soccol, C. R. (2019). Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans – A review. *Food Chemistry*, 272, 441–452. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.061>
- Puerta, G. I. (2013). Calidad del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 3, pp. 81–110). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_30
- Roa, G., Oliveros, C., Parra, A., & Ramírez, C. A. (2000). El secado mecánico del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 282, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0282>
- 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*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/882>