

Avances *Técnicos*

MARZO 2025

Osorio V. | Pabón, J. | Echeverri, L. F.

 **Cenicafé**
Centro Nacional de Investigaciones de Café

573

Curvas de tueste: efecto en la calidad y la composición química del café



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

La expresión del perfil sensorial del café es el resultado de la interacción de los compuestos químicos que hacen parte del grano durante el tueste. La diversidad sensorial se obtiene por la variación de múltiples factores durante el sistema productivo tales como la variedad, su interacción con las condiciones agroclimáticas, las prácticas de poscosecha y el almacenamiento. Cada uno de estos factores genera una expresión diferente de los compuestos químicos que son la base para la definición del aroma y el sabor del café. Para obtener la bebida, el café almendra verde es sometido al proceso de tueste que es una transformación térmica, donde las temperaturas varían entre 100°C y 220°C y en el que las diversas combinaciones de temperaturas y tiempos producen cambios

en el grano que determinan los compuestos responsables del aroma y el sabor.

Cuando el tueste se desarrolla bajo condiciones óptimas de temperatura y tiempo, expresa la calidad consolidada en el origen y permite diferenciar las características del grano. Por el contrario, un tueste desarrollado de manera incorrecta puede generar defectos que afectan la calidad sensorial y limitan su potencial.

Etapas del proceso de tueste

Durante el tueste pueden diferenciarse cuatro etapas, descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases del proceso de tueste (Belitz et al., 2009).

Etapa	Temperatura	Descripción
Secado	Cercanas a 50°C	El agua contenida en el grano comienza a evaporarse, al tiempo que inicia la descomposición de las proteínas.
Desarrollo	Por encima de los 100°C	Ocurre la primera fase del tueste debido a la pirólisis* de los compuestos orgánicos del grano.
Descomposición	180°C - 200°C	En esta fase se inicia la percepción de los olores característicos del café debido a la crepitación o estallido del grano.
Tueste	>200°	Los contenidos de humedad final se reducen a valores entre 1,5% a 3,5%. Esta fase final de tueste se diferencia por la generación de color y desarrollo óptimo del grano.

*Pirólisis: descomposición de un compuesto químico por acción del calor.

Curva e indicadores del tueste

El tueste se monitorea a través de la curva de tueste, que correlaciona dos parámetros, los más utilizados son la temperatura del grano (eje y) y el tiempo (eje x), aunque puede construirse con las diversas medidas de control que posee cada tostadora en particular (Figura 1).

Al introducir el café verde, la temperatura de la curva de tueste disminuye, pues los granos se encuentran a temperatura ambiente y se da transferencia del calor de la tostadora a los mismos. Posterior a esta

disminución de temperatura de la tostadora, los granos comienzan a equilibrarse y a aumentar su temperatura, cambio que se denomina punto de inflexión. Durante el tueste el grano pierde entre un 11% y 20% de peso por deshidratación, su estructura se vuelve frágil, adquiere su color característico y aumenta su volumen (50%-80%) (Belitz et al., 2009).

El control del tueste es clave para la expresión de la calidad del producto, es así como las desviaciones en temperatura o tiempo pueden afectar negativamente el sabor (Figura 2).

Los tostadores usan equipos automáticos para ajustar la temperatura, controlar la extracción de gases, regular el aire y las revoluciones del tambor;

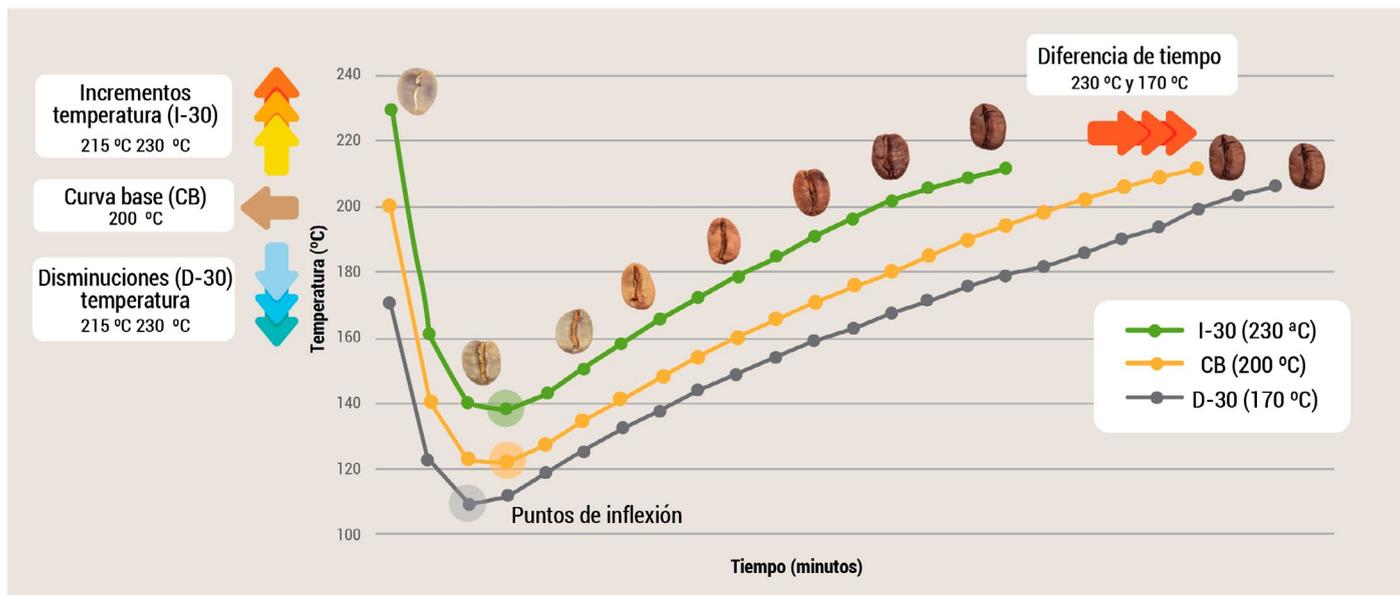


Figura 1. Curva de tueste.

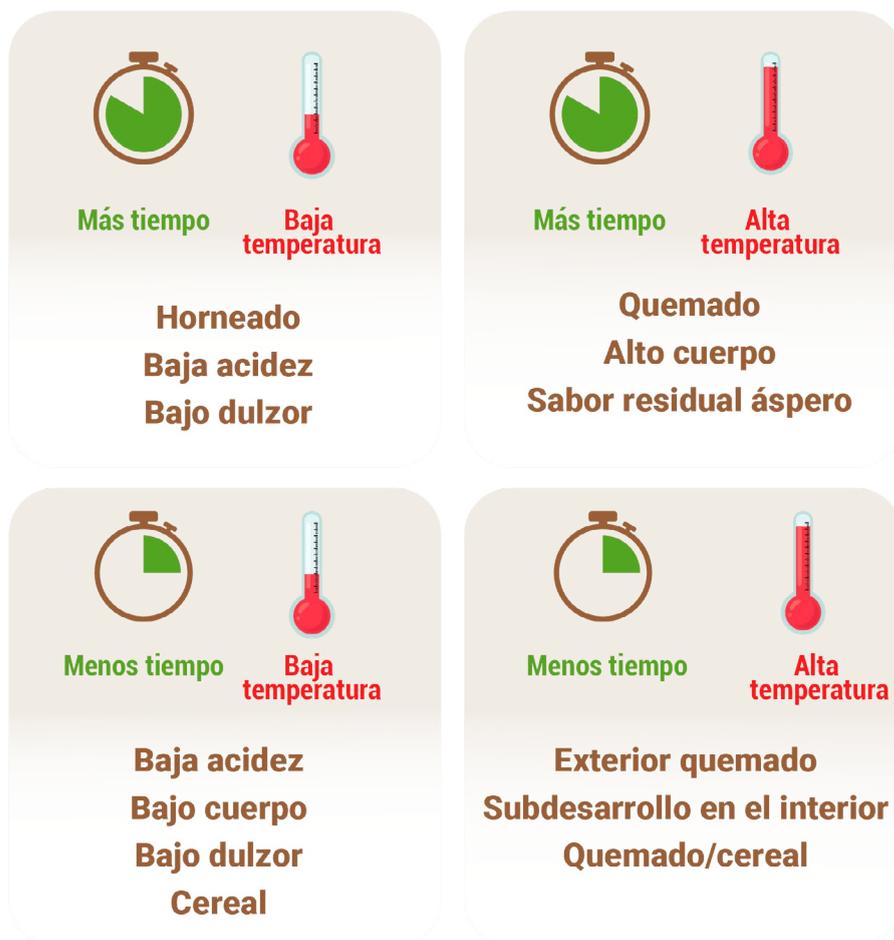


Figura 2. Defectos del proceso de tueste.

sin embargo, el maestro tostador supervisa el proceso observando el desarrollo del color, volumen y homogeneidad de la superficie de los granos.

En la tostión las variables más importantes son la pérdida de peso, el tiempo y el color (Figura 3).

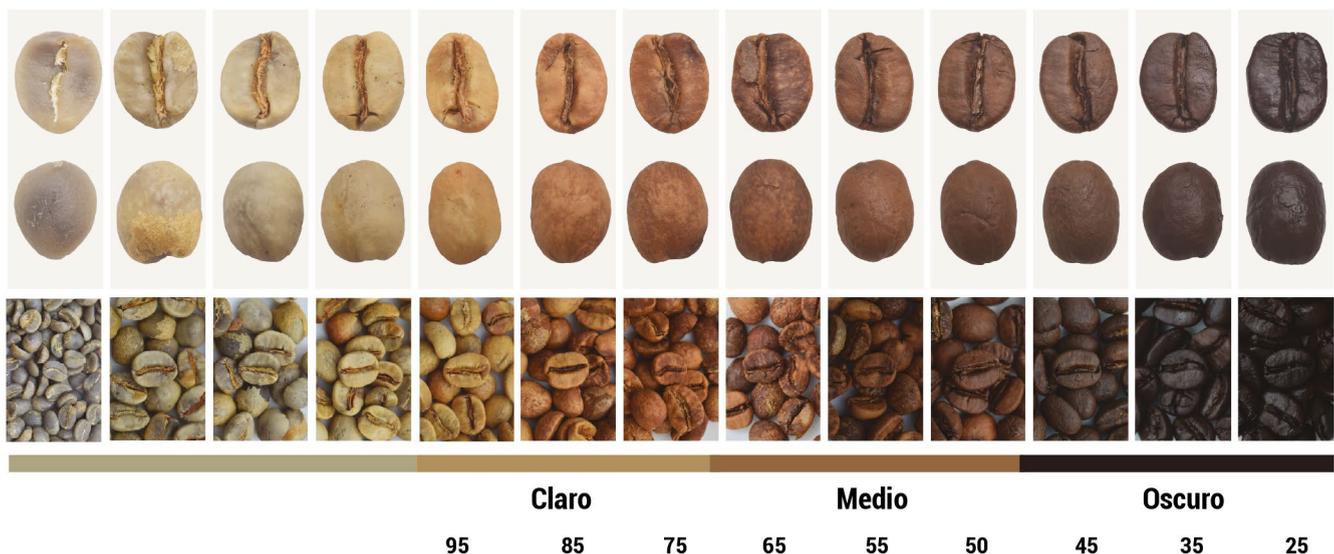
Reacciones químicas del proceso de tueste

El proceso de tueste genera nuevos compuestos químicos, principalmente por dos reacciones: caramelización y la reacción de Maillard. En la caramelización, el calor descompone los carbohidratos formando compuestos de caramelo que pueden llegar a generar sabores amargos o quemados, por la formación de caramelina o humina. En la reacción de Maillard, los azúcares reductores y aminoácidos interactúan, produciendo compuestos como pirroles y tiazoles, además de melanoidinas, que influyen en el color, sabor y aroma (Kitzberger et al., 2016).

A continuación, se muestran los resultados del efecto de la interacción de la temperatura inicial y tiempo de tueste en los atributos de la calidad sensorial y en diferentes compuestos químicos de seis variedades mejoradas de café: Cenicafé 1, Castillo® General, Castillo® Naranja, Castillo® Pueblo Bello, Castillo® El Tambo y Tabi. Se generaron cinco diferentes curvas de tueste (Figura 4), la curva base tuvo como temperatura inicial 200°C (CB), dos

Indicadores del tueste

- **Tiempos finales de tueste:** entre 8 y 12 minutos
- **Color del grano tostado:** entre 55-65 en la escala Agtron/SCA
- **Tueste:** medio
- **Aromas:** dulces como caramelos, miel, vainilla y chocolates



Escala Agtron, Specialty Coffee Association (SCA)

Figura 3. Cambios de color durante el proceso de tueste.

curvas con incrementos de temperatura a 215°C (I-15) y 230°C (I-30), y dos curvas con disminución de la temperatura de la curva base de tueste a 185°C (D-15) y 170 °C (D-30). Los tiempos finales de tueste se encontraron entre 8 y 12 minutos, y fueron definidos cuando el color del grano tostado alcanzaba un rango entre 55-65 en la escala Agtron/SCA (Figura 4). Esta investigación no utilizó distintos grados de tueste para la misma variedad de café, si no que se definió un rango de color de grano medio como referencia para finalizar el proceso. Además, se establecieron tiempos de tueste que garantizaron el desarrollo completo del grano y se evitó la configuración de defectos de tueste.

Tiempo de tueste

Las diferencias en las curvas de tueste estuvieron influenciadas por la temperatura inicial, lo que afectó el tiempo total del proceso. El color del grano tostado se usó como criterio de control, pues aún con granos que presentan colores que cumplen con el rango

objetivo, las variaciones en tiempo y temperatura impactan las reacciones químicas y, por ende, los atributos sensoriales de la bebida (Sualeh et al., 2014). Los tiempos de tueste variaron entre 8 y 12 minutos, siendo más largos en el tratamiento de 170°C con un promedio de 11,47 minutos y más cortos en el tratamiento a 230°C con 8,39 minutos (Figura 4). La interacción entre la temperatura inicial y la variedad afectó el tiempo total del proceso debido a las diferencias químicas iniciales en los granos de café y su comportamiento durante el tueste.

Calidad sensorial

A medida que transcurre el tiempo y el grano aumenta su temperatura se facilitan las reacciones químicas que desarrollan aromas, los cuales inician en los cereales y maní, hasta desarrollarse en un tueste medio los dulces como caramelos, miel, vainilla y chocolates, finalizando con tabaco, tostado

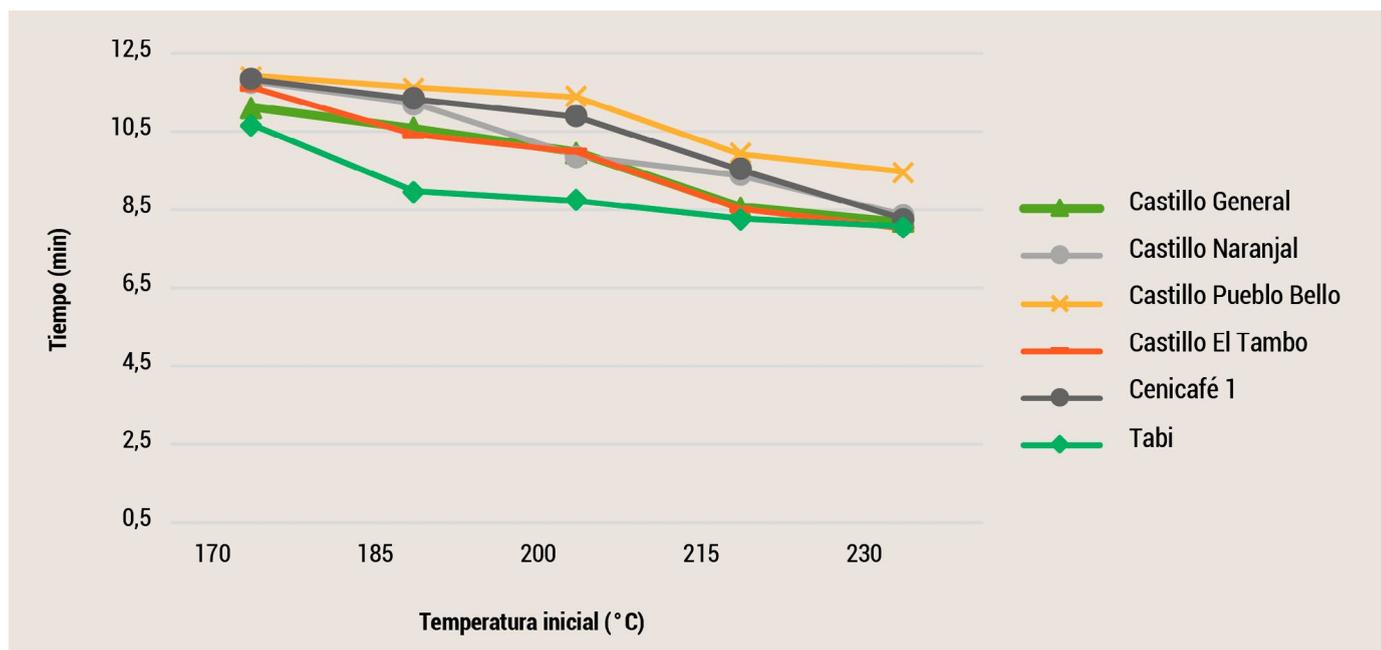


Figura 4. Promedio del tiempo del proceso tostado para seis variedades de café y cinco curvas de tueste.

y humo, olores predominantes en granos de café con puntos de tueste altos.

Los atributos como fragancia, aroma y sabor incrementan su intensidad con grados de tueste altos u oscuros, pero simultáneamente presentan una disminución en la calidad de los descriptores. Por su parte, la acidez muestra un comportamiento contrario, su intensidad disminuye a medida que aumenta el grado de tueste (Barbosa et al., 2019; Giacalone et al., 2019). El cuerpo, al igual que el sabor tiene un incremento en su intensidad con grados de tueste altos, pero disminuye la calidad de los descriptores, pues al incrementarse el punto de tueste pueden obtenerse descriptores negativos tales como pesados y ásperos. El sabor amargo y el sabor ácido son los atributos utilizados con mayor frecuencia para discriminar el café con diferentes grados de tueste; el amargo se asocia con café de tueste oscuro y el ácido con tuestes medios y claros (Barbosa et al., 2019; Díaz, et al., 2018). Además, la dinámica de la percepción de los atributos sensoriales depende de la calidad del café que se tuesta y la forma en que se desarrolla el proceso.

Los atributos sensoriales y la calidad sensorial final expresada como puntaje total SCA, no presentaron efecto por los cambios en la temperatura inicial de tueste, ni por la interacción de esta con la variedad, mientras que la fragancia/aroma, el sabor y el puntaje total SCA presentaron efecto por la variedad

(Osorio et al., 2021). El puntaje total SCA de la variedad Castillo® El Tambo presentó la máxima calificación promedio con un valor de 83,00 (Tabla 2).

Composición química. La acidez sensorial, clave en la calidad del café, entre otros aspectos, depende de los ácidos carboxílicos alifáticos, que se ven influenciados por el proceso de tueste (Clarke & Macrae, 1985; Osorio & Pabón, 2022). Es así como en los tuestes ligeros a medios, los niveles de ácidos orgánicos se mantienen estables, pero en los tuestes más oscuros se reduce la acidez (Barbosa et al., 2019). Las temperaturas iniciales del tueste no afectan en su mayoría los ácidos carboxílicos alifáticos, lípidos, ni la fructosa (Figura 5). Los tuestes intermedios permiten una mejor expresión de los atributos sensoriales y de los compuestos que afectan la calidad (Giacalone et al., 2019). En este estudio, la variedad Castillo® Pueblo Bello mostró el mayor valor de ácido succínico, y la variedad Cenicafé 1 el de ácido oxálico. Los ácidos quínico, acético, cítrico y málico fueron influenciados por la interacción entre variedad y temperatura inicial de tueste (Figura 5).

Para verificar las relaciones entre los compuestos químicos evaluados y los atributos sensoriales SCA se realizó una matriz de coeficientes de correlación de Pearson. De los ácidos, el cítrico es el compuesto que presenta una correlación positiva con la mayoría de los atributos sensoriales.

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar (DE) del puntaje total SCA para cada variedad

Variedad	Puntaje total (SCA)		DE
Castillo® El Tambo	83,00	A	0,29
Tabi	82,54	BA	0,63
Cenicafé 1	82,34	BC	0,38
Castillo® Pueblo Bello	82,19	BC	0,83
Castillo® Naranjal	82,08	BC	0,56
Castillo® General	81,96	C	0,58



VARIEDAD

Fragancia
Frutuosa
Ácido oxálico

Aroma
Ácido succínico
Ácido araquídico

Sabor
Ácido esteárico
Teobromina

TEMPERATURA

Ácido oxálico
Teobromina

INTERACCIÓN

VARIEDAD - TEMPERATURA

Ácido cítrico
Ácido acético
Lípidos

Ácido málico
Ácido quínico
Ácido linoléico
Ácido oléico

Ácido palmítico
Tiempo
Trigonelina
Cafeína

NO EFECTO

Ácidos clorogénicos totales
Acidez sensorial

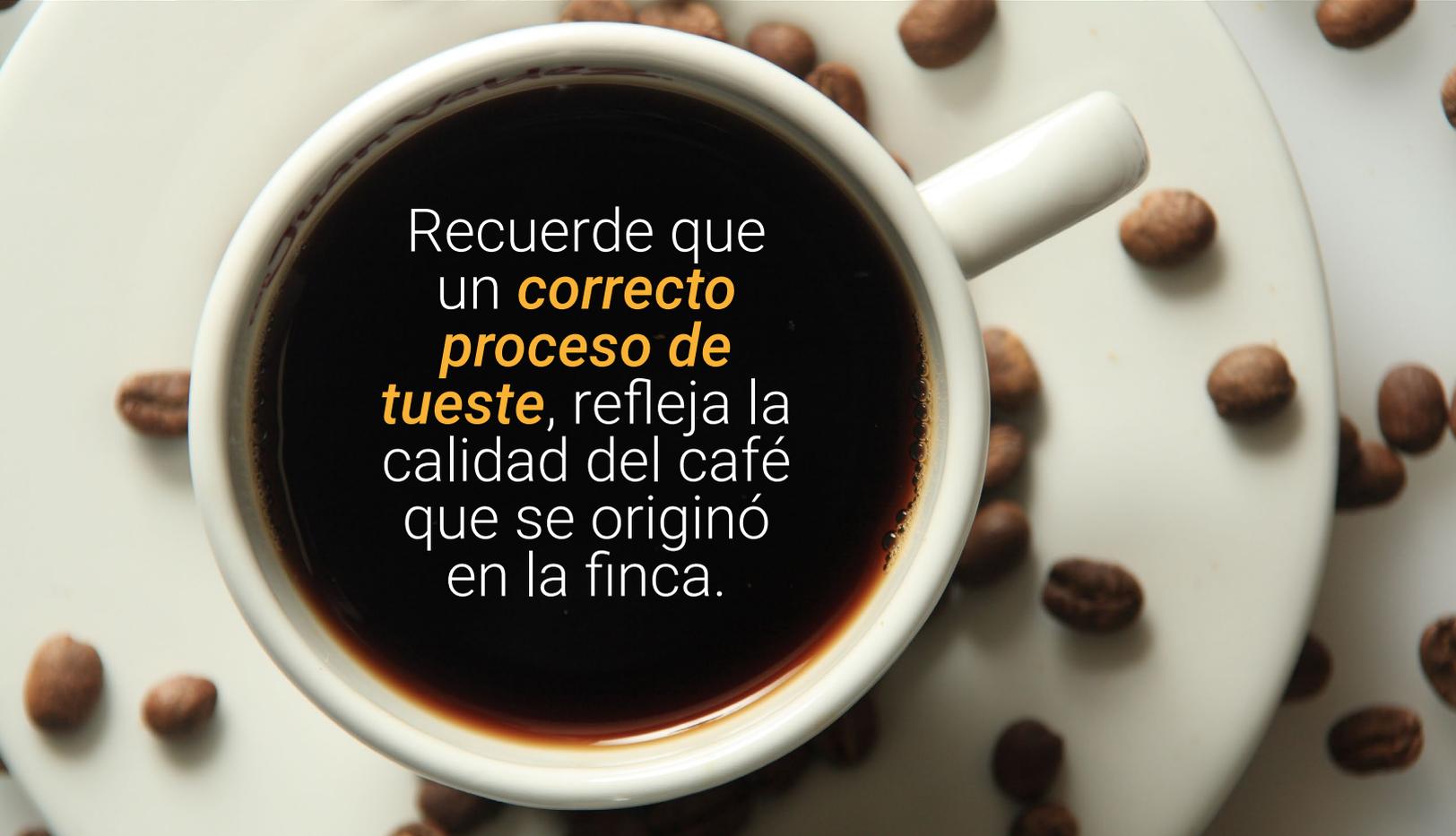
Cuerpo
Balance

Figura 5. Efecto de variables del proceso de tueste en diferentes compuestos químicos.

Familias caficultoras



Recuerde que un **correcto proceso de tueste**, refleja la calidad del café que se originó en la finca.



Literatura citada

- Barbosa, M. D. S. G., Francisco, J. S., Dos Santos Scholz, M. B., Kitzberger, C. S. G., & Benassi, M. D. T. (2019). Dynamics of sensory perceptions in arabica coffee brews with different roasting degrees. *Journal of Culinary Science & Technology*, 17(5), 453–464. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1489321>
- Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Coffee, Tea, Cocoa. En *Food Chemistry* (pp. 938–970). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7_22
- Clarke, R. J., & Macrae, R. (Eds.). (1985). *Coffee (Volume 1: Chemistry)*. Elsevier Springer, Dordrecht, <https://doi.org/10.1007/978-94-009-4948-5>
- Dias, R., & Benassi, M. (2015). Discrimination between Arabica and Robusta Coffees Using Hydrosoluble Compounds: Is the Efficiency of the Parameters Dependent on the Roast Degree? *Beverages*, 1(3), 127–139. <https://doi.org/10.3390/beverages1030127>
- Díaz, F. O., Ormaza, A. M., & Rojano, B. A. (2018). Efecto de la Tostión del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre el Perfil de Taza, Contenido de Compuestos Antioxidantes y la Actividad Antioxidante. *Información Tecnológica*, 29(4), 31–42. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400031>
- Giacalone, D., Degn, T. K., Yang, N., Liu, C., Fisk, I., & Münchow, M. (2019). Common roasting defects in coffee: Aroma composition, sensory characterization and consumer perception. *Food Quality and Preference*, 71, 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.009>
- Kitzberger, C. S. G., Scholz, M. B. D. S., Pereira, L. F. P., Da Silva, J. B. G. D., & Benassi, M. D. T. (2016). Profile of the diterpenes, lipid and protein content of different coffee cultivars of three consecutive harvests. *AIMS Agriculture and Food*, 1(3), 254–264. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2016.3.254>
- Osorio, V., Pabón, J., Gallego, C. P., & Echeverri, L. F. (2021). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la composición química del café. *Revista Cenicafé*, 72(1), e72103. <https://doi.org/10.38141/10778/72103>
- Osorio, V., & Pabón, J. (2022). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la calidad sensorial del café. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73102. <https://doi.org/10.38141/10778/73102>
- Sualeh, A., Mohammed, A., & Endris, S. (2014). Processing method, variety and roasting effect on cup quality of arabica coffee beans. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(5), 53–61.

Autores

Valentina Osorio Pérez 
Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-1166-0165>

Jenny Paola Pabón Usaquén 
Asistente de Investigación
<https://orcid.org/0000-0003-1576-2297>

Luz Fanny Echeverri Giraldo 
Asistente de Investigación
<https://orcid.org/0000-0002-9866-6147>

Disciplina de Calidad

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0573>



Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

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.