

563

Avances Técnicos Cenicafé

Mayo de 2024
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Fermentaciones prolongadas del mucílago y su relación con la calidad del café

La calidad sensorial del café se define desde la planta, donde las características de los frutos determinan la composición de los precursores químicos en el grano. Estos precursores se conservan o transforman en las diferentes etapas de la poscosecha, como la fermentación del mucílago, y son la base para la expresión de los atributos de la bebida. El mucílago del fruto está compuesto principalmente por agua, azúcares y sustancias pécticas (Puerta & Ríos, 2011) y su proporción en el fruto depende en gran medida del grado de madurez (Osorio et al., 2023). La composición química del mucílago en combinación con los microorganismos presentes en el ambiente, en la superficie del fruto (microbiota de la filosfera) y en los equipos usados en el beneficiadero, explica la ocurrencia de la fermentación espontánea a temperatura ambiente. Las actividades microbianas que ocurren durante la fermentación dependen de las propiedades fisicoquímicas de la cáscara y el mucílago, las cuales varían dependiendo de las condiciones iniciales de los frutos de café y del tipo de procesamiento durante el beneficio. Este Avance Técnico tiene como fin presentar el comportamiento, con respecto a la calidad, de los frutos con tres diferentes grados de madurez, bajo dos temperaturas y dos prolongaciones del tiempo, durante el proceso de fermentación.





Cenicafe
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

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 Calidad, Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafe, Manizales, Caldas, ColombiaDOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0563>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Carmenza Bacca Ramírez

Imprenta

ISSN-0120-0178

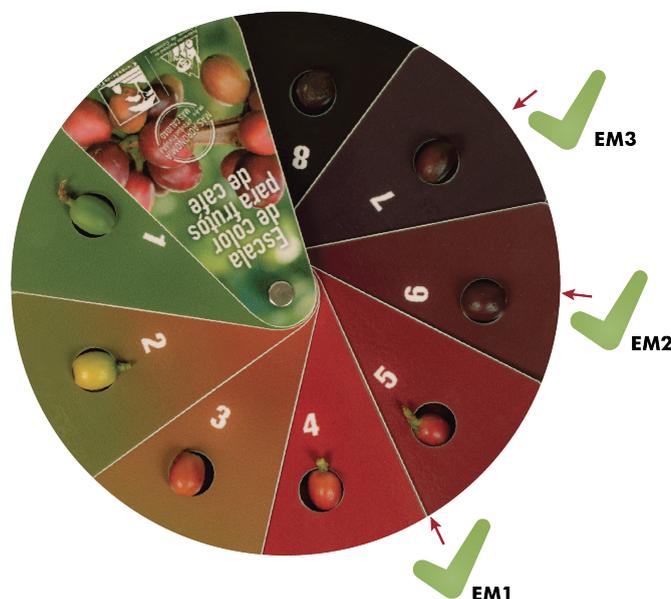
ISSN-2145-3691 (En línea)

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. (6) 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Estados de madurez del fruto de café

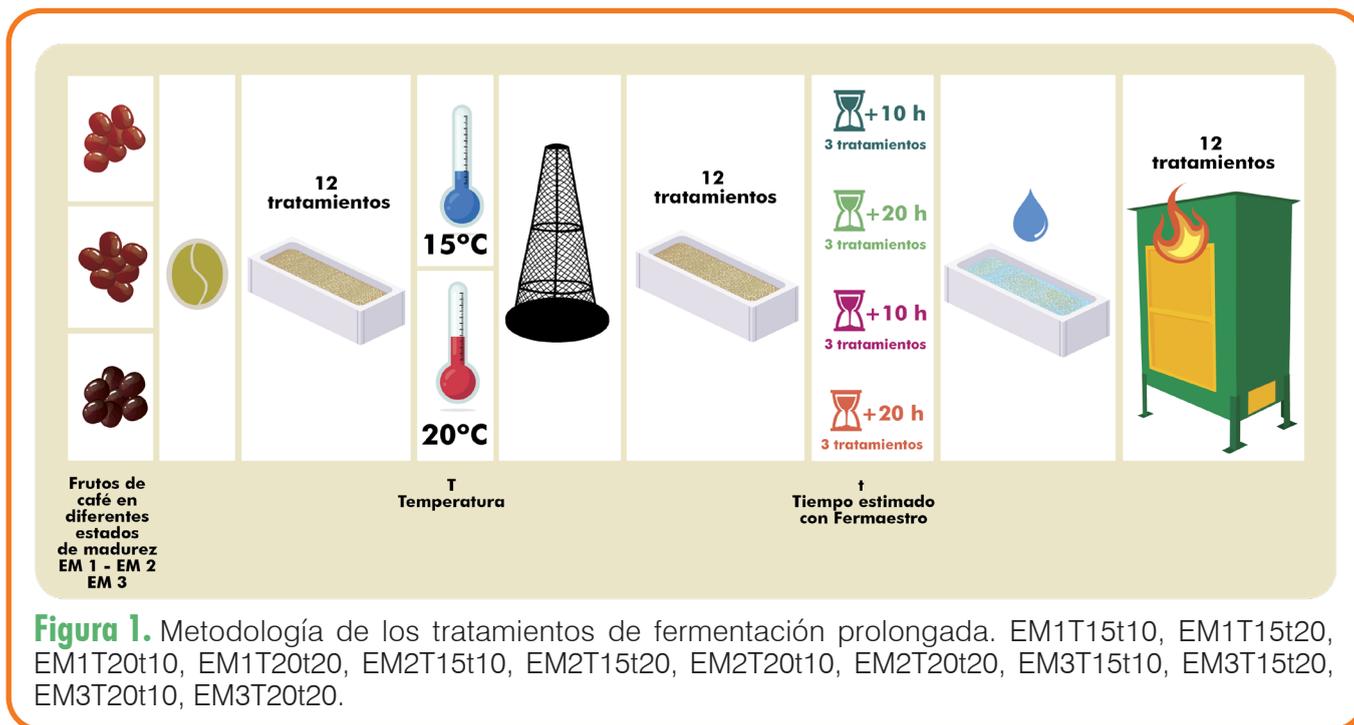
En este estudio se evaluaron tres estados de madurez de frutos de café de la variedad Castillo® y su comportamiento en la fermentación prolongada del mucílago durante dos tiempos (10 y 20 horas) y dos temperaturas de proceso (15°C y 20°C), estableciendo sus características físicas, sensoriales y químicas. El primer estado estuvo asociado al color rojo-anaranjado (EM1), el segundo estado al color carmesí (EM2) y el tercer estado al color vinotinto (EM3).



Prolongación del tiempo de fermentación. Se definió el punto final de la fermentación siguiendo la metodología del Fermaestro™ (Peñuela et al., 2013). Posterior al tiempo de finalización definido por este dispositivo, los frutos despulpados continuaron el proceso de fermentación durante dos tiempos adicionales: 10 y 20 horas. De esta manera se configuraron 12 tratamientos (EM: estado de madurez; T: temperatura; t: tiempo de prolongación) (Figura 1).

Los contenidos de mucílago en los estados de madurez EM1 y EM2 fueron del 15,4% y 14,1%, estadísticamente iguales entre ellos y diferentes al EM3, que tiene un contenido promedio de 10,0%. Esta pérdida de contenido de mucílago entre los estados de madurez 1 y 3, puede asociarse a los procesos de deshidratación que sufre el fruto en la última fase de la maduración (Marraccini et al., 2001).

Temperatura, pH y acidez titulable. Durante el desarrollo de la fermentación, cada cuatro horas se monitoreó la temperatura de la masa de café, el pH y la acidez titulable del mucílago hasta la finalización del proceso de fermentación. El tiempo total promedio de fermentación después de estimado el punto de lavado del café con Fermaestro™ fue de 24 y 36 horas para las fermentaciones prolongadas de 10 y 20 horas, respectivamente.



Los doce tratamientos iniciaron el proceso con una temperatura promedio de 21,81°C. La temperatura durante el proceso a 15°C varió entre 18,6°C y 20,1°C entre las 12 a las 36 horas de fermentación (Figura 2a). Mientras que la temperatura durante el proceso a 20°C se incrementó de 21,8°C a 24,8°C entre las 12 y 24 horas y se redujo entre 24,8°C a 21,3°C entre las 24 a 32 horas de fermentación (Figura 2a). Estas temperaturas son óptimas para el crecimiento de la mayoría de microorganismos requeridos para el proceso de fermentación húmeda. Para las horas 16, 20 y 24 los tratamientos presentaron aumento de la temperatura de la masa que puede ser explicado por el proceso exotérmico generado por el crecimiento microbiano.

El pH al inicio de la fermentación presentó un valor promedio para todos los tratamientos de 5,29, a partir del cual disminuyó hasta valores promedio de 4,38 en la hora 16 de fermentación, posteriormente se presentaron disminuciones en su valor hasta llegar a valores promedios de 3,96 en la hora 36 (Figura 2b). El pH del mucílago del café durante la fermentación de frutos con diferentes estados de madurez presentó un comportamiento lineal negativo en los tiempos evaluados.

La acidez titulable del mucílago del café durante la fermentación tuvo un comportamiento lineal positivo, el promedio para todos los tratamientos antes de iniciar la fermentación fue de 862,1 mg CaCO₃/L y finalizó a las 36 horas con valores promedio de 6.148,4 mg CaCO₃/L. Los máximos valores se encontraron en la hora 36 para los tratamientos asociados a 15°C de temperatura de proceso fueron de 5.600,6 mg CaCO₃/L y para los de 20°C de 6.696,3 mg CaCO₃/L. Este proceso de acidificación cambia las propiedades de la capa interna del mucílago, debilitando la red de polisacáridos y generando un cambio de su textura (Avallone et al., 2001), así como la acumulación continua de ácidos galacturónicos procedentes de la hidrólisis de la pectina.

Calidad física. El estado de madurez, la temperatura de proceso y el tiempo de fermentación prolongado no afectaron la calidad física del grano. El valor promedio de los granos negros y vinagres fue de 0,28%, el valor máximo por estado de madurez se encontró en el EM3 con un valor de 0,35%. Los tratamientos asociados a temperatura de 20°C y tiempo de prolongación de 20 horas reportaron los valores máximos de granos negros y vinagres de 0,39%, 0,34% y 0,54% para los estados de

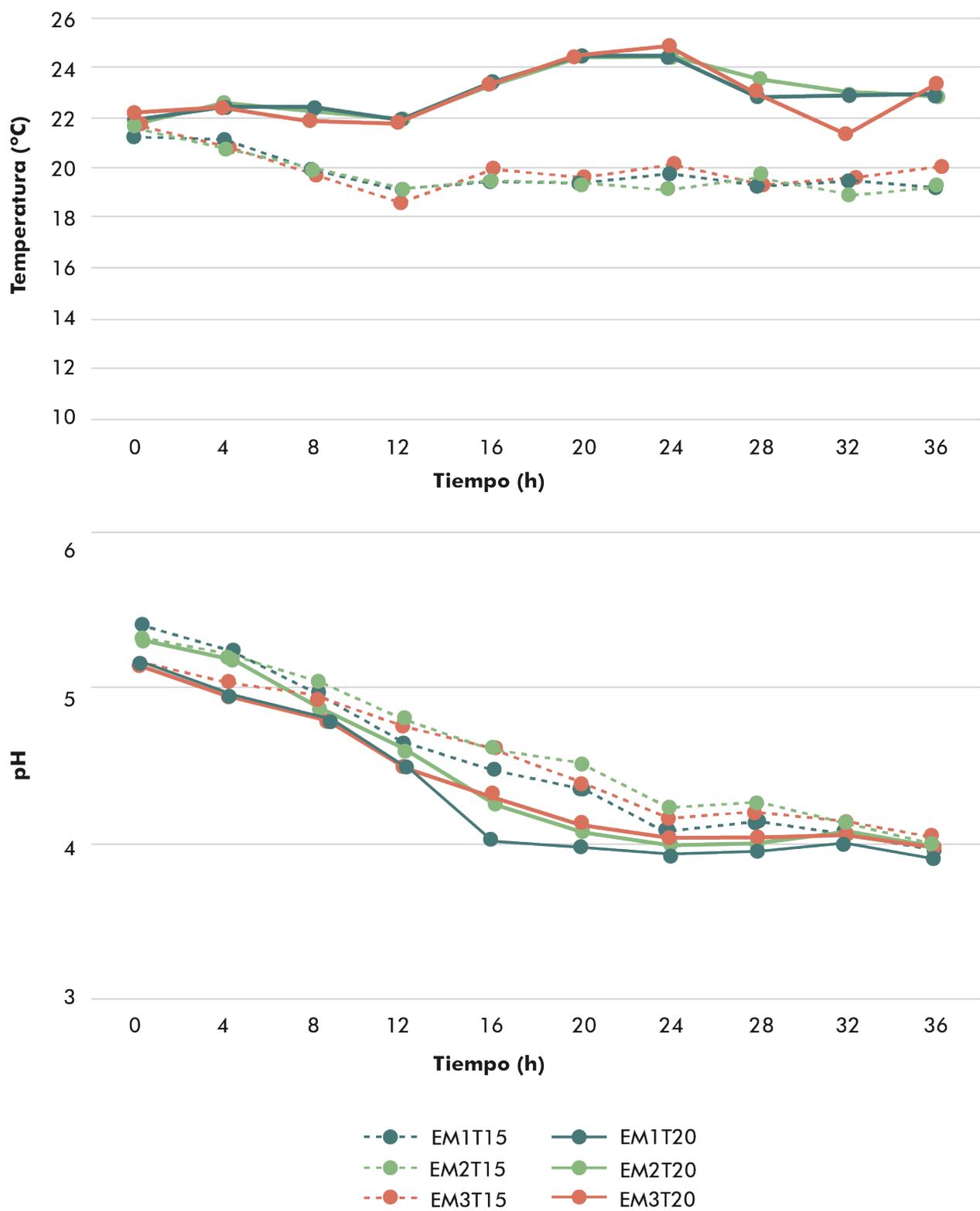


Figura 2. Valores de temperatura y pH durante fermentaciones prolongadas del mucílago.

madurez EM1, EM2 y EM3, respectivamente. Este incremento podría implicar una pigmentación del grano asociada a los mayores tiempos del proceso debido a las reacciones de oscurecimiento dadas por la degradación enzimática de los compuestos fenólicos.

Composición química. El tiempo de prolongación de la fermentación tuvo efecto sobre los ácidos oxálico, quínico, cítrico, la glucosa y fructosa en dos de los tres grados de madurez evaluados EM1 y EM2. Los ácidos orgánicos mayoritarios encontrados en el café almendra verde fueron cítrico con contenidos promedios de 10,62 g kg⁻¹, quínico con 5,85 g kg⁻¹, málico con 4,85 g kg⁻¹ y acético con 2,59 g kg⁻¹. El análisis de varianza no evidenció efecto significativo en el contenido de los ácidos acético, láctico, málico y succínico. El ácido láctico presentó un contenido promedio de 0,31 g kg⁻¹, el valor promedio máximo se reportó en los tratamientos asociados al estado de madurez EM3 y tiempos de prolongación de 20 horas con valores cercanos a 0,32 g kg⁻¹.

Para los ácidos oxálico y quínico en el estado de madurez EM1 y para el ácido cítrico en el estado EM2 el análisis de varianza mostró efecto significativo del tiempo de prolongación de la fermentación. El ácido oxálico en el estado EM1 presentó una reducción de su concentración del 42,85% y el ácido quínico un aumento del 10,93% al pasar de 10 a 20 horas de prolongación del proceso. El ácido cítrico en el estado de madurez EM2 presentó una disminución del 3,82%. El estado de madurez EM3 no presentó efecto en los contenidos de los ácidos orgánicos del café almendra verde.

Los tratamientos asociados al estado EM1 presentaron valores promedios de glucosa de 0,80 g kg⁻¹, fructosa de 1,07 g kg⁻¹ y sacarosa de 89,80 g kg⁻¹, los del estado EM2 presentaron valores de 0,71, 1,02 y 88,57 g kg⁻¹ y para el estado EM3 valores de 0,83, 1,07 y 86,28 g kg⁻¹, respectivamente.

Cuando se prolongó el tiempo de fermentación de 10 a 20 horas, los contenidos de glucosa y fructosa aumentaron para los estados de madurez EM1 y EM3, con contenidos de fructuosa que pasaron de 0,71 a 1,43 g kg⁻¹ y glucosa de 0,55 a 1,03 g kg⁻¹ en el EM1 y aumentos en el contenido de fructosa

de 0,69 a 1,34 g kg⁻¹ y glucosa de 0,49 a 0,93 g kg⁻¹ en el EM3. En el estado de madurez EM1 el contenido de fructosa aumentó en un 50,34% y la glucosa en un 46,60%. En el estado de madurez EM3 el contenido de fructosa aumentó un 48,50% y la glucosa un 47,31%. Lo anterior pudo haberse ocasionado debido a la hidrólisis de la sacarosa, la cual influye en el predominio de la glucosa y la fructosa (Koshiro et al., 2015). Para el estado de madurez EM2 la interacción de la temperatura del proceso y el tiempo de prolongación influyeron en el aumento del contenido de fructosa y glucosa (Figura 3).

Para las variables de calidad se realizó un análisis buscando identificar las relaciones entre ellas. Estas inicialmente se introdujeron en el modelo de regresión, para posteriormente excluir una tras otra, con el criterio de eliminar la variable menos influyente en la variable dependiente (Puntaje total SCA), según el contraste individual (de la t o de la F).

La metodología implementada en este análisis definió que dentro de las variables de composición química que influyen significativamente en el puntaje total SCA se encuentran la sacarosa, fructosa y el ácido cítrico.

Calidad sensorial. La calidad sensorial se determinó siguiendo el protocolo de catación SCA (*Specialty Coffee Association*). Puntajes inferiores a 80 puntos, implican la presencia de defectos sensoriales. En total, se evaluaron 96 muestras, asociadas a 12 tratamientos con ocho unidades experimentales, de las cuales el 15,63% presentaron defectos sensoriales.

En el estado de madurez EM3 se presentó el mayor porcentaje de defectos sensoriales con 9,38%. El tratamiento EM3T20t20 (estado de madurez 3, fermentación a 20°C y 20 horas más de fermentación) presentó defecto sensorial fermento en siete de las ocho unidades experimentales analizadas (87,5%), este fue el tratamiento con mayor efecto negativo en la calidad.

Tratamientos con las mismas temperaturas y tiempos de prolongación de fermentación, en los

estados de madurez EM1 y EM2 no presentaron defectos con la misma frecuencia que el tratamiento asociado al EM3. Do Carmo et al. (2020), encontraron que muestras con 30 y 36 horas de fermentación, reportaron una astringencia verde asociada a cambios de las membranas celulares de los granos, lo que les permitió definir que el exceso de fermentación deteriora la calidad de la bebida y la calidad fisiológica (Osorio et al., 2022).

Los tratamientos asociados a los estados de madurez EM1 y EM2 no presentaron efecto por el tiempo de prolongación, temperatura de proceso ni de la interacción de estos, en los diferentes atributos sensoriales, ni para el puntaje total SCA.

Para el puntaje total los tratamientos asociados al EM1 obtuvieron un valor promedio de 81,35 con máximo de 83,92 y los del EM2 un valor promedio de 82,05 con un máximo de 83,83. El análisis de varianza mostró efecto en los tratamientos del estado de madurez EM3. Aumentar el tiempo de prolongación de 10 a 20 horas generó efecto en el atributo acidez, disminuyendo de un valor promedio de 7,26 a 6,79. Aumentar la temperatura del

proceso de fermentación del mucílago con frutos del estado de madurez EM3, que fue el estado más avanzado evaluado, evidenció un efecto negativo, generando una disminución de los puntajes de cinco atributos de los 11 evaluados. Estas disminuciones están asociadas a los valores obtenidos en el tratamiento EM3T20t20 que se encuentran en el segmento más bajo de la escala de evaluación por presentar defectos sensoriales (fermento).

Descriptor sensoriales. Se identificaron 337 descriptores sensoriales del sabor que fueron clasificados en categorías: caramelo-dulce, chocolate, cítricos, especias, florales, frutales, frutos secos y rojos. El 42,73% de los descriptores corresponden al grupo caramelo-dulce, el 17,51% al chocolate y el 14,54% al grupo de frutos secos. La frecuencia de descriptores del grupo caramelo-dulce aumentó en los tratamientos asociados a los diferentes estados de madurez pasando del 36,84% en EM1, 44,25% en EM2 y 49,45% en EM3. El grupo de los frutales aumentó su frecuencia de 5,76% al 10,94% al aumentar la temperatura del proceso de 15°C a 20°C, mientras que los frutos secos disminuyeron del 18,60% al 10,33% por el aumento del tiempo de prolongación de 10 a 20 horas (Figura 4).

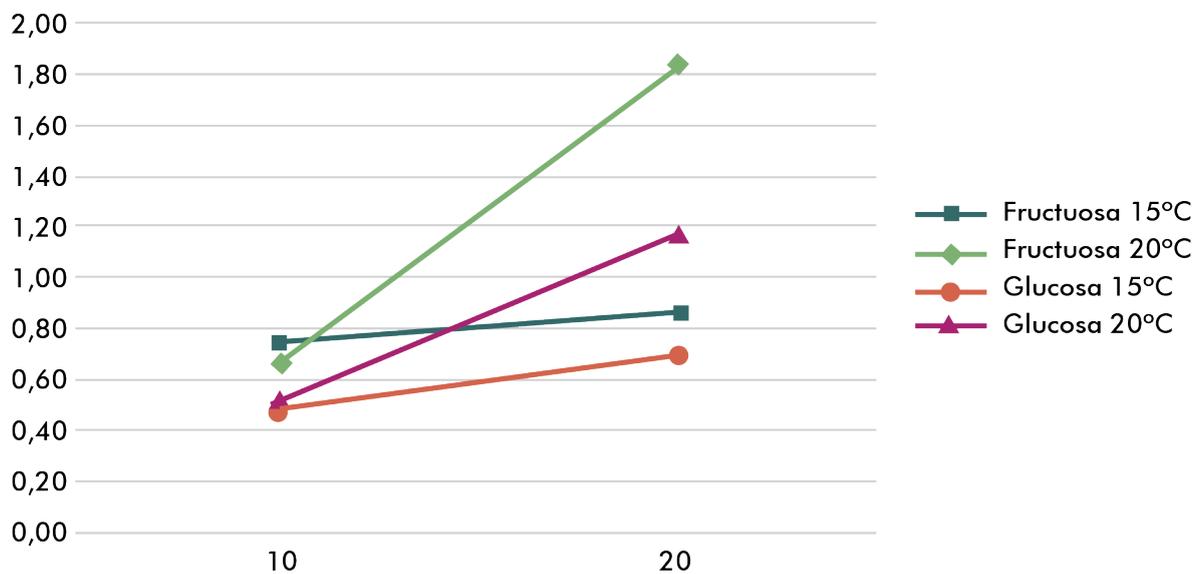


Figura 3. Efecto de la fermentación prolongada del mucílago en los azúcares del café en el estado de madurez EM2.

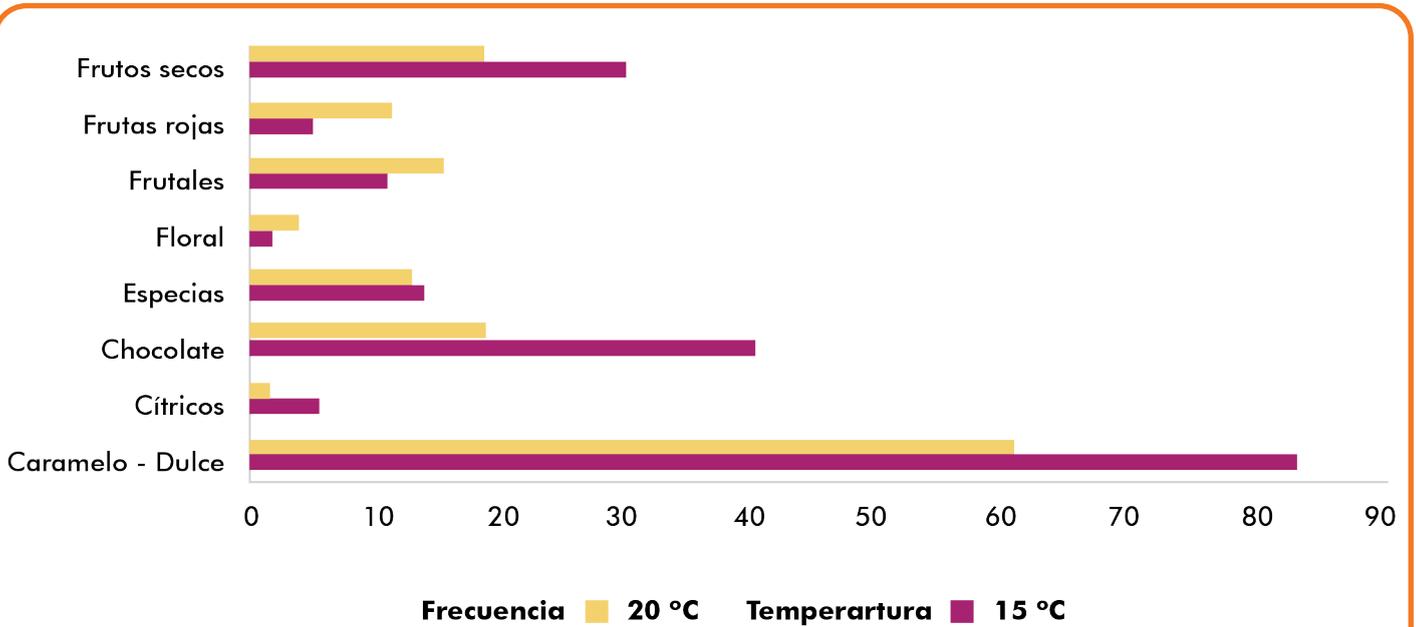


Figura 4. Frecuencia de los descriptores sensoriales en la fermentación prolongada en diferentes temperaturas.

El estado de madurez del café es una condición determinante en la fermentación pues estados como el EM3, donde el contenido de mucílago es inferior con respecto al estado de madurez EM1, pueden generar de manera consistente un efecto negativo en la calidad sensorial al originar defectos como el fermento.

Según lo reportado por Avallone et al. (2001), la microflora inicial de la fermentación es abundante y variada; la aeróbica es predominante y más heterogénea cuando se tienen mayores contenidos

de agua en el proceso. Las condiciones ácidas prevaletentes al final de la fermentación favorecen el desarrollo de las levaduras y éstas podrían ser las responsables del sabor alcohólico de la bebida de café tras la sobrefermentación. En el caso del estado de madurez EM3 un menor contenido de mucílago (10,07%) en comparación con el estado de EM1 (15,44%), explicado por un menor contenido de agua asociado a la deshidratación que sufre el fruto en las últimas etapas de la maduración, podría favorecer el crecimiento de levaduras.



“ La sacarosa, la fructosa y el ácido cítrico influyen significativamente en la calidad sensorial del café. ”



Familias caficultoras

El estado de madurez del fruto determina la posibilidad de realizar fermentaciones prolongadas sin afectar la calidad sensorial de la bebida.

Literatura citada

- Avallone, S., Guiraud, J.-P., Guyot, B., Olguin, E., & Brillouet, J.-M. (2001). Fate of Mucilage Cell Wall Polysaccharides during Coffee Fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5556-5559. <https://doi.org/10.1021/jf010510s>
- Avallone, S., Guyot, B., Brillouet, J. M., Olguin, E., & Guiraud, J. P. (2001). Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. *Current Microbiology*, 42(4), 252-256. <https://doi.org/10.1007/s002840110213>
- Pereira, G. V. de M., Vale, A. da S., Neto, D. P. de C., Muynarsk, E. S., Soccol, V. T., & Soccol, C. R. (2020). Lactic acid bacteria: What coffee industry should know? *Current Opinion in Food Science*, 31, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.07.004>
- Do Carmo, K. B., Do Carmo, J. C. B., Krause, M. R., & Peterle, G. (2020). Sensory and physiological quality of arabic coffee under different fermentation times. *Bioscience Journal*, 36(2), 429-438. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-43255>
- Elhalis, H., Cox, J., Frank, D., & Zhao, J. (2020). The crucial role of yeasts in the wet fermentation of coffee beans and quality. *International Journal of Food Microbiology*, 333, 108796. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108796>
- Koshiro, Y., Jackson, M. C., Nagai, C., & Ashihara, H. (2015). Changes in the content of sugars and organic acids during ripening of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* fruits. *European Chemical Bulletin*, 4(8), 378-383. <https://www.eurchembull.com/?mno=66742>
- Marraccini, P., Allard, C., Andre, M., Courjault, C., Gaborit, C., Lacoste, N., Meunier, A., Michaux, S., Petit, V., Priyono, P., Rogers, J., & Deshayes, A. (2001). Update on coffee biochemical compounds, protein and gene expression during bean maturation and in other tissues. *Proceedings of 19th International Scientific Colloquium on Coffee.*, Trieste, Italy. <https://www.asic-cafe.org/conference/19th-international-scientific-colloquium-coffee>
- Osorio, V., Álvarez-Barreto, C. I., Matallana, L. G., Acuña, J. R., Echeverri, L. F., & Imbachí, L. C. (2022). Effect of Prolonged Fermentations of Coffee Mucilage with Different Stages of Maturity on the Quality and Chemical Composition of the Bean. *Fermentation*, 8(10), 519.
- Osorio, V., Matallana Pérez, L. G., Fernandez-Alduenda, M. R., Alvarez Barreto, C. I., Gallego Agudelo, C. P., & Montoya Restrepo, E. C. (2023). Chemical Composition and Sensory Quality of Coffee Fruits at Different Stages of Maturity. *Agronomy*, 13(2), 341. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020341>
- Peñuela-Martínez, A. E., Pabón, J., & Sanz-Urbe, J. R. (2013). Método Fermaestro: Para determinar la finalización de la fermentación del mucilago de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 431, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0431>
- Puerta, G. I., & Ríos, S. (2011). Composición química del mucilago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Revista Cenicafé*, 62(2), 23-40.

