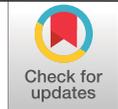


# PRODUCCIÓN DE CAFÉ CON FERMENTACIONES INCOMPLETAS Y FERMENTACIONES PROLONGADAS UTILIZANDO EL FERMAESTRO®

Juan Rodrigo Sanz Uribe \*, Javier Velásquez Henao \*

Sanz-Uribe, J. R., & Velásquez-Henao, J. (2022). Producción de café con fermentaciones incompletas y fermentaciones prolongadas utilizando el Fermaestro®. *Revista Cenicafé*, 73(1), e73105. <https://doi.org/10.38141/10778/73105>



Este trabajo tuvo como finalidad utilizar el implemento Fermaestro® para establecer métodos con fermentaciones incompletas, con remoción parcial del mucílago, con el fin de obtener cafés conocidos como enmielados (Honey), y métodos con fermentaciones prolongadas, asociados a los cafés conocidos como vinosos. Se planteó un diseño de bloques completos al azar, de una sola vía y nueve tratamientos: sin remoción de mucílago, con degradación del 25%, 50% y 75%, café lavado en el momento marcado por el Fermaestro® (Testigo), con tiempos adicionales de 2, 4, 6 y 8 horas en el tanque de fermentación. Las pruebas fueron repetidas en nueve ocasiones y a temperatura ambiente controlada, 19±0,5°C. El café se secó al sol, en capa delgada, entre 3 y 6 días, desde 53%b.h. hasta llegar al 10%-12%b.h. No hubo diferencia estadística entre las calificaciones de las tazas de los tratamientos. Se encontró que hay probabilidades entre 22% y 77% de obtener tazas con defectos sensoriales y entre 67% y 78% de no superar la calificación total SCA del café procesado con el método Fermaestro®, cuando se pretende obtener cafés honey. De los cafés con fermentaciones prolongadas se obtuvo una probabilidad entre 0% y 11% de obtener tazas con defecto, mientras que la probabilidad de no superar las calificaciones obtenidas por el testigo estuvieron entre 44% y 56%. El café procesado de la manera recomendada en el método Fermaestro® no mostró defectos y obtuvo un promedio de 81,6 puntos en la escala SCA, que lo catalogan como café de muy buena calidad.

**Palabras clave:** Método Fermaestro®, fermentación incompleta, fermentación prolongada, café honey, café vinoso.

## PRODUCTION OF COFFEE WITH INCOMPLETE FERMENTATIONS AND FERMENTATIONS USING THE FERMAESTRO® IMPLEMENT

This work aimed to use the Fermaestro® tool to establish methods with incomplete fermentation with partial removal of mucilage in order to obtain honey coffee and prolonged-fermentation methods associated with winey coffee. A one way completely randomized block design with nine treatments was followed: without mucilage removal, with degradation of 25%, 50% and 75%, coffee washed at the time marked by the Fermaestro® (Control), with additional times of 2, 4, 6 and 8 hours in the fermentation tank. The tests were repeated nine times at controlled room temperature of 19±0.5°C. The coffee was dried in thin beds, between 3 and 6 days, to reduce moisture from 53% w.b. to 10%-12% w.b. There was no statistical difference among the cup scores of the nine treatments. The findings show a probability between 22% and 77% of cups with sensory defects and between 67% and 78% of not exceeding the total SCA rating of coffee processed with the Fermaestro® method when honey coffees are intended to be obtained. The prolonged-fermentation coffees showed a probability between 0% and 11% of cups with defects, and a probability between 44% and 56% of not exceeding the scores obtained by the control. The coffee processed in the manner recommended by the Fermaestro® method showed no defects and obtained an average of 81.6 points on the SCA scale, which classify it as a very good quality coffee.

**Keywords:** Fermaestro® method, incomplete fermentation, prolonged fermentation, honey coffee, winey coffee.

\* Investigador Científico III y Auxiliar de Mecánica, respectivamente. Disciplina de Poscosecha, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0001-9875-9426>



El mercado actual ha mostrado preferencia por cafés en cuyo procesamiento se utiliza la fermentación espontánea para la degradación del mucílago, antes del lavado. La fermentación es un proceso bioquímico complejo, que depende de muchas variables, por lo cual, es la etapa del proceso de beneficio húmedo del café a la que más defectos se le atribuyen. En la etapa de fermentación natural, el café recién despulpado se deposita en tanques, con el fin de que los microorganismos propios del mucílago degraden las moléculas grandes, como los azúcares, para convertirlos en moléculas más pequeñas (ácidos), que son fácilmente removibles con agua (Peñuela et al., 2010).

Como respuesta a la frecuente aparición de defectos relacionados con la fermentación de café, Peñuela et al. (2010) realizaron un trabajo de investigación en el que evaluaron los sistemas tradicionales más usados en las fincas para determinar el punto de lavado<sup>1</sup>, que son: el tiempo de proceso, la estimulación de los sentidos (tacto, oído, visión y olfato) y la adhesión, representada por la estabilidad de un agujero practicado en la masa de café que está en el tanque de fermentación. Los resultados mostraron que hay grandes errores en esos métodos y explicaron la razón por la cual es frecuente encontrar el defecto fermento en el café comercializado.

En la misma investigación, Peñuela et al. (2010) evaluaron diferentes variables que cambian durante la fermentación para hacer monitoreo del estado de la degradación del mucílago y determinar con exactitud el punto de lavado. Se evaluó la temperatura, el pH y la resistencia al punzonamiento (como medida de la viscosidad del pseudofluido). Los resultados mostraron que estas variables no

son confiables para determinar con exactitud la finalización del proceso de degradación del mucílago.

En el mercado de los cafés especiales es común encontrar algunos que se han establecido por los procesos que llevan y los resultados que se perciben en la bebida. Unos de los más comunes son los cafés honey, los cuales se caracterizan porque son llevados al secado con la totalidad o con parte del mucílago adherido, lo cual, según los seguidores de este tipo de café, da un sabor dulce que recuerda a la miel, además de otras características. Los cafés honey están siempre asociados al secado solar, por eso el tiempo que dure el secado y la cantidad de mucílago, le dan tonalidades finales a su apariencia física. Hay cafés honey amarillo, rojo y negro (Sanz-Urbe et al., 2017). El café honey amarillo se logra dejando una pequeña cantidad de mucílago combinado con secado solar de 8 a 10 días. El café honey rojo se logra dejando entre el 50% y el 75% del mucílago combinado con un secado solar de 12 a 15 días. El café honey negro se logra dejando el café con la totalidad del mucílago combinado con un secado solar de hasta 30 días. Cada uno de ellos presenta características diferentes en la bebida.

Hay abundantes reportes del efecto de realizar el secado de café con la totalidad o parte del mucílago. Cabrera-Artunduaga y Burbano-Jurado (2018) hicieron una observación, sin repeticiones, de la calidad final del café siguiendo el proceso tradicional lavado y dos procesos para obtener café honey y café natural. Ellos obtuvieron una ventaja ligeramente superior y no conclusiva del café honey sobre el café lavado. Por otro lado, Acosta-Arbeláez (2020) realizó una

---

<sup>1</sup> Punto de lavado: es el momento en el cual la degradación del mucílago es mayor o igual al 95%, lo cual significa que puede ser removido fácilmente con agua limpia.

investigación más refinada en la que determinó que no había diferencias en las calificaciones en la escala SCA para cafés que siguieron el proceso honey y naturales con respecto al método tradicional, las cuales se movieron en un rango que se considera de café especial, mientras que sí hubo diferencias en los perfiles de las tazas y en la química de las muestras. Sin embargo, el trabajo de Ayala-Ceballos (2020) encontró diferencias significativas en la calificación siguiendo el protocolo SCA, a favor del procesamiento tipo honey, a diferentes altitudes en el departamento de Nariño, comparado con el sistema tradicional.

Por otro lado, en muchos nichos del mercado internacional se afirma que, cuando se deja el café más tiempo en el tanque de fermentación, después de haber alcanzado el punto de lavado, se mejora la calidad en la bebida del café producido. Puerta y Echeverry (2015) mostraron que, a diferentes temperaturas ambientales y tiempos prolongados en el tanque de fermentación, se logró mejorar la calificación de las tazas y obtener sabores especiales. Sin embargo, esta investigación fue realizada en función del tiempo total del proceso, lo que hace que este método no se pueda estandarizar por tener baja repetibilidad. Así mismo, Ladino-Garzón et al. (2016) determinaron la calidad en taza de cafés de las variedades Caturra, Castillo® y una línea F6 de *Coffea arabica* L. procedentes del Sur del Huila, que tuvieron un proceso de fermentación natural en tanques cerrados, en tiempos hasta de 30 horas. Los autores encontraron que todas las muestras presentaron calificaciones entre 80 y 85 puntos en la escala SCA que los cataloga como cafés especiales, con excepción de la variedad Caturra que obtuvo valores inferiores cuando el tiempo de fermentación fue superior a 24 horas.

En el trabajo de investigación de Peñuela et al. (2010) se observó también que había una reducción constante del volumen desde

cuando el café estaba recién despulpado hasta cuando el café tenía su mucílago degradado. Esta reducción varió en un rango entre 11,9% y 13,1%, lo cual permitió diseñar un implemento en el que se podía apreciar con exactitud esta reducción (Peñuela et al., 2012). El implemento llamado Fermaestro®, consiste en un cono truncado de 0,5 L de volumen, con sus paredes y base perforadas, el cual se llena con café recién despulpado y se introduce dentro de la masa de café que está siguiendo un proceso de fermentación natural, con el fin de que siga el mismo proceso del café que está en el tanque (Peñuela et al., 2013). Una vez se tiene degradación, el mucílago hidrolizado empieza a fluir y a salir por las perforaciones del recipiente, trayendo como consecuencia una reducción del volumen del café contenido expresada como un espacio vacío. Se le hace un seguimiento a la reducción de volumen hasta que alcance la marca que está a 85 mm de la base más aguda, que significa que el mucílago se encuentra degradado en más de 95%, es decir, que alcanzó el momento de realizar el lavado.

El método Fermaestro® ha demostrado ser una herramienta efectiva para ayudar a los cafeteros a determinar acertadamente el punto de lavado cuando se hace fermentación natural, de una manera sencilla, económica y confiable. El método fue inicialmente evaluado en 70 fincas, con ubicaciones en diferentes condiciones agroclimáticas, de cinco departamentos cafeteros de Colombia (Peñuela et al., 2013), y ha seguido un proceso de adopción posterior en el que, utilizado de la manera recomendada, se determina con exactitud el momento para realizar el lavado del café.

Este trabajo de investigación tuvo como propósito utilizar el método Fermaestro® para establecer procesos en los que se produzcan cafés con sabores especiales a través de las

fermentaciones parciales y fermentaciones prolongadas del mucílago de café, con el fin de darle herramientas a los caficultores para que puedan acceder a nuevos mercados en los que pueden obtener mejores precios por su producto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se realizó en el laboratorio de la Disciplina de Poscosecha, ubicado en Cenicafé - La Granja, en la zona central cafetera de Colombia, a 1.310 m de altitud.

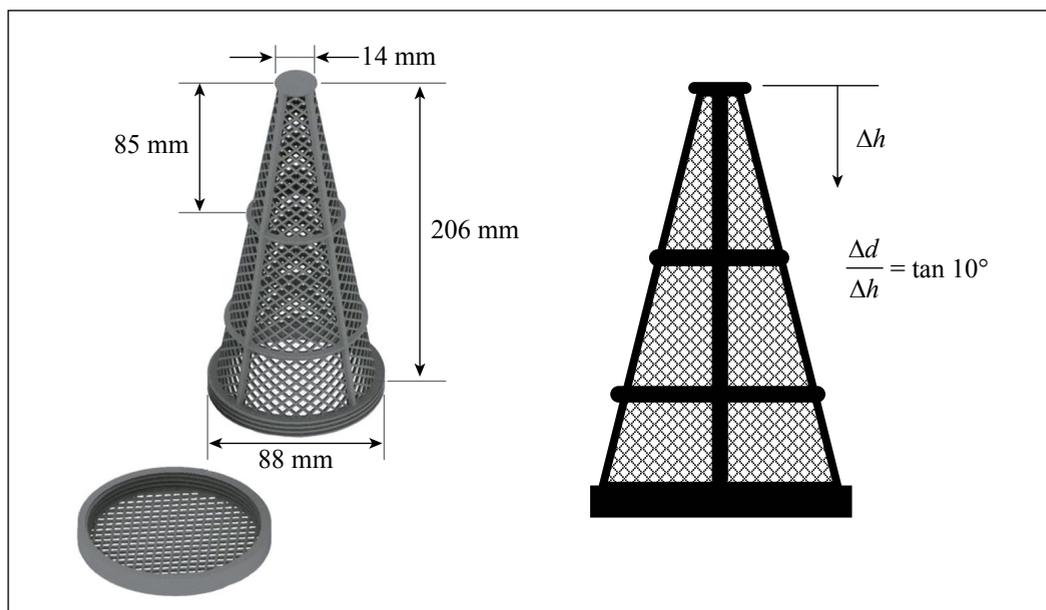
Para lograr el objetivo, esta investigación siguió un diseño de bloques completos al azar en una sola vía, en el que el factor de bloqueo fueron las condiciones de la masa de café, siguiendo nueve tratamientos con la aplicación del método Fermaestro®, cuatro de ellos con fermentaciones parciales (café recién despulpado con degradación del 0%, y degradaciones del 25%, 50%, 75%),

otros cuatro con fermentaciones prolongadas por 2 h, 4 h, 6 h y 8 h, y un testigo que consistió en el uso del método Fermaestro® de la manera recomendada.

Con el fin de obtener los diferentes porcentajes de remoción de mucílago, y conociendo que el volumen en la parte superior del cono hasta la marca de 85 mm es de 60.000 mm<sup>3</sup>, se calcularon los equivalentes de volumen en el recipiente con base en la Figura 1 y la Ecuación <1>:

$$\frac{\Delta V}{60.000 \text{ mm}^3} = \frac{\pi \Delta h [(d + \Delta d)^2 + (d + \Delta d) d + d^2]}{12} \quad <1>$$

Donde:  $\Delta V$  es el diferencial de volumen,  $\Delta h$  es el diferencial de altura (varía entre 0 y 85 mm),  $d$  es el diámetro superior (14 mm) y  $\Delta d$  es aumento del diámetro cuando  $\Delta h$  aumenta (aumenta a razón de  $\Delta d = \Delta h \tan 10^\circ$ ), con todas las dimensiones en milímetros.



**Figura 1.** Dimensiones y esquema del Fermaestro® para calcular el diferencial de volumen.

Así, una remoción del 25% del mucílago corresponde a  $\Delta h = 41$  mm, para la remoción del 50% de 61 mm, para el 75% hasta 74 mm y para el 100% hasta 85 mm, el cual es el método estándar (testigo).

Con el fin de obtener las fermentaciones prolongadas, una vez alcanza el punto que indica la degradación de 95% o más del mucílago, es decir, cuando la altura del espacio alcanza 85 mm, se inicia el conteo del tiempo de prolongación de la fermentación. Se trabajó con tiempos de sobre exposición de 2,0 h, 4,0 h, 6,0 h y 8,0 h.

Las pruebas consistieron en despulpar una masa de 1.000 kg de frutos de café, aproximadamente, de variedad Cenicafe 1, clasificada en el separador hidráulico de tolva y tonillo sinfin (Oliveros et al., 2007; Oliveros et al., 2009a). El café despulpado resultante se pasó por una zaranda cilíndrica de lámina troquelada con aberturas de 8,5 mm de ancho. El café que pasó por la zaranda se dividió en nueve partes iguales, de las cuales una se envió directamente al secador solar de túnel (Tratamiento 1 – sin remoción de mucílago) y las otras ocho partes se depositaron en ocho tanques de plástico de 100 L cada uno.

Los tanques plásticos con el café fueron ubicados en un cuarto con control de temperatura a  $19^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), como se puede apreciar en la Figura 2, y al café de cada tanque se le realizó el seguimiento con el implemento Fermaestro<sup>®</sup> de la siguiente manera:

- El café del tanque 1 se llevó al secador solar cuando el espacio vacío del implemento Fermaestro<sup>®</sup> llegó a 41 mm, lo que es equivalente a remover el 25% del mucílago adherido a los granos, se extrajo una muestra y se pasó al secador solar (Tratamiento 2).
- El café del tanque 2 se llevó al secador cuando el espacio vacío alcanzó 61 mm,

lo que es equivalente a remover el 50% del mucílago adherido a los granos, se extrajo una muestra y se pasó al secador solar (Tratamiento 3).

- El café del tanque 3 se llevó al secador cuando el espacio vacío alcanzó una altura de 74 mm, lo cual es equivalente a remover el 75% del mucílago, se extrajo una muestra y se pasó al secador solar (Tratamiento 4).
- El café del tanque 4 fue el tratamiento testigo de la prueba y se lavó cuando el espacio vacío alcanzó la altura de 85 mm, lo cual equivale a alcanzar el punto de lavado, posteriormente se extrajo una muestra y se llevó al secador solar (Tratamiento 5).
- El café del tanque 5 se puso en espera para lavado por 2 horas después de que el dispositivo indicó la degradación total del mucílago, se lavó, se extrajo la muestra y se puso en el secador solar (Tratamiento 6).
- El café del tanque 6 es igual que el tratamiento 6 pero con lavado a las 4 horas después de que el dispositivo indicó la degradación total del mucílago, se extrajo la muestra y se puso en el secador solar (Tratamiento 7).
- El café en el tanque 7 se lavó después de 6 horas, se extrajo la muestra y se llevó al secador solar (Tratamiento 8).
- El café del tanque 8 se lavó a las 8 horas, se extrajo la muestra y se llevó al secador (Tratamiento 9).

Las muestras extraídas de cada uno de los tratamientos fueron de 10 kg aproximadamente. En los Tratamientos 2 al 9 el lavado del café se realizó siguiendo la técnica de los cuatro enjuagues, de acuerdo a las recomendaciones de Zambrano (1993), y usando una paleta plástica con agujeros (Sanz et al., 2007) para la agitación.

El café lavado se secó en capa delgada en un secador solar de túnel (Oliveros et al., 2006), como se presenta en la Figura 3, hasta que alcanzó una humedad entre el 10% y el 12% base húmeda, lo que tomó entre 3 y 6 días, siendo más largo para los cafés que tenían mayor capa de mucilago. Se usó el método Gravimet (Oliveros et al., 2009b) para hacer el seguimiento de la

humedad durante el secado solar. Se tomaron muestras de 2,0 kg del café pergamino seco para realizar las pruebas de calidad en taza, en el Laboratorio de Calidad de Cenicafé con un panel de catación conformado por cinco catadores certificados Q-Graders, siguiendo estrictamente el protocolo de la Specialty Coffee Association (SCA, 2003). Cada tratamiento se repitió en nueve ocasiones.



**Figura 2.** Canecas conteniendo el café en proceso de fermentación, en un cuarto climatizado a 19°C, cada una con un implemento del método Fermaestro®.



**Figura 3.** Muestras de los nueve tratamientos de fermentación con la aplicación del método Fermaestro® dentro del secador solar de túnel expuestos en capa delgada.

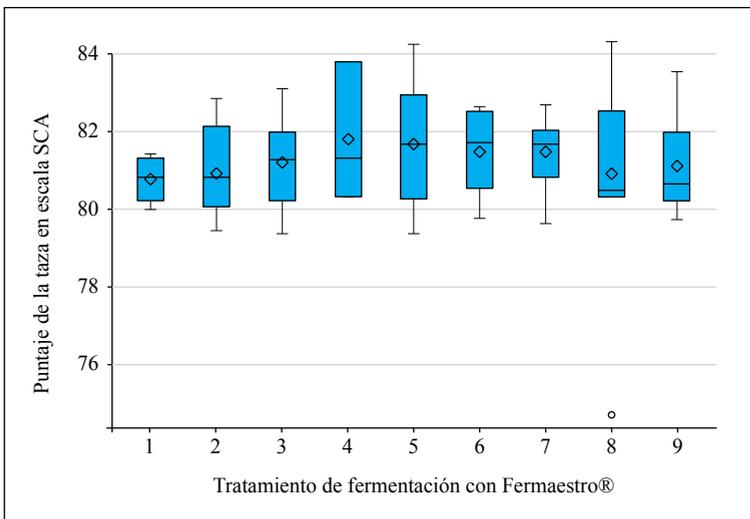
La variable de respuesta fue el puntaje total SCA y las variables complementarias fueron las calificaciones de los atributos acidez y sabor por estar asociadas a los descriptores de los cafés vinoso y honey, respectivamente. Para cada tratamiento se realizó el análisis de varianza de la variable de respuesta y de las variables complementarias, con un intervalo de confianza del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se muestra el aspecto del café obtenido en una prueba completa de los nueve tratamientos. En orden de izquierda a derecha empieza el café con 100% de mucílago (T1), después con 75% de mucílago (T2), luego con 50% de mucílago (T3) y termina al fondo con 25% de mucílago (T4). Después sigue en el fondo a la derecha el testigo con el empleo del Fermaestro® (T5), después el café procesado con una fermentación prolongada de 2 horas (T6), luego con una fermentación prolongada de 4 horas (T7), posteriormente con 6 horas (T8) y termina al frente a la derecha con el café que tuvo una fermentación de 8 horas (T9).

En el lado izquierdo de la Figura 3, se evidencia fácilmente cuáles muestras tienen mayor cantidad de mucílago remanente de acuerdo a la tonalidad de la superficie del café. No obstante, no se obtuvieron los colores mencionados por Sanz-Urbe et al. (2017), donde describen la aparición de colores amarillo, rojo y negro, con excepción del color rojizo temporal que se observó en la muestra secada con 100% de mucílago, el cual aparece al tercer o cuarto día de secado y se va tornando cada vez más oscuro hasta alcanzar un color marrón cuando llega a la humedad entre el 10% y el 12% b.h.

Para realizar el análisis, inicialmente se procedió a conocer el efecto de cada uno de los tratamientos sobre las tazas limpias, es decir, aquellas en las cuales no había defectos. En la Figura 4 el análisis de varianza del puntaje total en la escala SCA mostró que no hay diferencia estadística entre los tratamientos con fermentaciones parciales (del T1 al T4), ni de los tratamientos con fermentaciones prolongadas (del T6 al T9), con respecto al tratamiento testigo (T5), en otras palabras, cuando se comparan las muestras sin defectos,



**Figura 4.** Anava e intervalo de confianza del 95% del puntaje en la escala SCA de muestras de café de los nueve tratamientos de fermentación con la aplicación del método Fermaestro®.

se obtiene la misma calificación por cualquiera de los métodos estudiados.

En la Tabla 1, los tratamientos con fermentaciones parciales se marcan en fondo amarillo, el testigo con color verde y los tratamientos con fermentaciones prolongadas con color rojizo. La primera columna indica el número asignado al tratamiento, la segunda columna contiene la proporción de tazas que fueron calificadas sin defectos (TSD), la tercera columna contiene el porcentaje de tazas que obtuvieron una calificación superior al testigo (TMT), la cuarta columna es doble y corresponde a la calificación del atributo acidez entre 0 y 10, con su desviación estándar, la quinta columna también es doble y corresponde a la calificación del atributo sabor entre 0 y 10, con su desviación estándar, y la sexta columna también es doble y contiene el tiempo en horas que tomó el proceso de fermentación y su desviación estándar.

El indicador de tazas sin defectos (TSD) para el café que fue procesado con el uso recomendado del método Fermaestro®, que sirvió de testigo para ese proyecto, presentó un 100%, lo que indica la robustez del método para asegurar la calidad del café. El TSD para los cafés que fueron procesados con fermentaciones parciales varió entre 33% y 78%, lo cual significa que hay un riesgo alto de obtener defectos al realizar un proceso para obtener café honey de alta calidad. Los cafés procesados con fermentaciones prolongadas tuvieron un TSD que varió desde 89% hasta un 100%, lo cual indica que la producción de cafés considerados vinosos tiene un riesgo bajo de obtener tazas con defectos, cuando se utilizan tiempos de prolongación de la fermentación de hasta 8 horas.

El indicador que entrega la proporción de tazas que superan la calificación obtenida por el testigo (TMT), varió entre 22% y 33%

**Tabla 1.** Indicadores y atributos de interés para los tratamientos con proceso de fermentación. TSD = Tazas Sin Defectos; TMT = Tazas Mayor a Testigo; los tratamientos con fermentaciones parciales se marcan en fondo amarillo, el testigo con color verde y los tratamientos con fermentaciones prolongadas con color rojizo.

Trat.	TSD (%)	TMT (%)	Acidez		Sabor		<i>t</i>	
			(puntos)	DE	(puntos)	DE	(h)	DE
1	50	25	7,3	0,14	7,3	0,05	0	0
2	78	22	7,2	0,19	7,2	0,22	8,4	1,40
3	67	33	7,4	0,27	7,3	0,17	10,5	2,66
4	33	22	7,5	0,25	7,4	0,21	16,0	4,36
5	100	-	7,4	0,27	7,4	0,27	19,9	4,23
6	89	56	7,3	0,18	7,3	0,22	21,9	4,60
7	100	44	7,4	0,18	7,3	0,18	24,1	4,17
8	100	56	7,3	0,47	7,3	0,29	26,1	4,17
9	89	44	7,3	0,18	7,3	0,23	28,0	4,66

para los cafés que fueron procesados con fermentaciones parciales, lo que indica que adicionalmente a que es riesgoso producir café honey, hay una probabilidad muy baja de que el café producido supere al café que se procesa con el método testigo con Fermaestro®. Así mismo, el TMT para los cafés que fueron procesados con fermentaciones prolongadas varió entre 44% y 56% lo que muestra que, aunque se tiene un riesgo bajo de producir café con defectos, existe una probabilidad media de superar la calificación obtenida por el método testigo.

Los atributos acidez y sabor evaluados para determinar algunas diferencias que describen los cafés como honey o como vinoso, no mostraron diferencia estadística entre los que fueron procesados con fermentaciones parciales, los que fueron procesados con fermentaciones prolongadas y el testigo, evidenciado por los promedios similares y las bajas desviaciones estándar. El café procesado de la manera recomendada en el método Fermaestro®, el cual sirvió de testigo para esta investigación, no mostró defectos en las tazas y obtuvo un promedio de 81,6 puntos en la escala SCA, que lo catalogan como café de calidad “muy buena”, según dicho estándar.

El tiempo del proceso de degradación del mucílago por fermentación natural es una variable secundaria, sin embargo, se considera importante reportar que hay una gran variabilidad en el tiempo que se requiere para alcanzar el punto de lavado, cuando se utiliza el método Fermaestro® de la manera recomendada, ya que se obtuvo un tiempo promedio de 19,9 horas, con una desviación estándar de 4,23 horas. De hecho, el rango fue entre 12 y 24 horas. Esto ratifica que el tiempo no es una variable a utilizar cuando se quiere tener un método estandarizado para conducir el proceso de degradación de mucílago a través de la fermentación natural, y afianza la

fortaleza del método Fermaestro® para realizar el monitoreo en esta etapa crítica.

Con este trabajo, en el que se pretendía obtener un método estándar para producir cafés honeys a través de fermentaciones incompletas monitoreadas con el implemento Fermaestro®, o cafés vinosos a través de fermentaciones prolongadas, también monitoreadas con el implemento Fermaestro®, se demostró nuevamente que ese método es una gran herramienta para que los caficultores produzcan consistentemente café de buena calidad, debido a que el café procesado de la manera recomendada en el método Fermaestro®, no mostró defectos y obtuvo un promedio de 81,6 puntos en la escala SCA que lo catalogan como café de calidad “muy buena”.

Cuando se trabaja con fermentaciones parciales para dejar parte del mucílago antes de pasar a la etapa de secado solar, se tiene una alta probabilidad de generar tazas con defecto y una probabilidad muy baja de superar al café que ha seguido el método Fermaestro® de la manera recomendada. Por otro lado, no hay diferencia estadística de las tazas obtenidas con fermentaciones parciales y el testigo, y no se encontraron diferencias en los atributos sabor y acidez que pudieran describir el producto final como café honey.

Estos resultados contradicen algunos de los reportes en la literatura, como Cabrera-Artunduaga y Burbano-Jurado (2018) y por Ayala-Ceballos (2020), quienes encontraron diferencias a favor del proceso honey con respecto al sistema tradicional, los cuales pueden ser explicados porque no se usó un sistema estándar objetivo, como el método Fermaestro®.

Cuando se trabaja con fermentaciones prolongadas para dejar el café en contacto por mayor tiempo con los productos de la

degradación del mucílago, con el fin de darle algunas características que puedan mejorar la calidad en taza o algunos atributos, se tiene una probabilidad baja de producir tazas con defectos, sin embargo, existe una probabilidad media de superar la calidad del café procesado con el método Fermaestro®. Adicionalmente, no hay diferencia estadística entre la calidad en taza del café con fermentaciones prolongadas con respecto al café que se lavó y pasó a secado en el momento en que se alcanzó el punto de lavado. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre los atributos acidez y sabor que pudieran describir el café como vinoso. Este resultado está acorde al resultado obtenido por Ladino-Garzón et al. (2016) quienes no encontraron diferencias en las calidades del café con diferentes tiempos de fermentación prolongada.

Dado que los tiempos de secado estuvieron por debajo de los tiempos de secado mencionados para producir cafés honeys de diferentes colores y texturas, en ninguna prueba se observaron estos colores en el café, con excepción de un color rojizo transitorio que sufrió el tratamiento con 100% de mucílago. Los cafés con mayor contenido de mucílago presentaron un color marrón y una textura pegajosa.

El tiempo que tomó la degradación del mucílago cuando se usa el método Fermaestro® fue muy variable, representado por una gran desviación estándar y un rango que varió entre 12 y 24 horas en las mismas condiciones. Este resultado refuerza aún más el argumento de que el tiempo no es una variable a tener en cuenta para monitorear el proceso de degradación de mucílago por fermentación natural.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan gratitud con los investigadores Rubén Medina de la Disciplina de Biometría y Aída Peñuela de la Disciplina de Poscosecha, por las asesorías. Así mismo agradecen a las investigadoras Valentina Osorio y Jenny Pabón de la Disciplina de Calidad por la asesoría y colaboración a través del Panel de Catación. Se reconocen las participaciones de Carlos Gonzalo Mejía, líder de la Disciplina de Experimentación, y de los coordinadores de las estaciones experimentales, Jhon Trejos y Mélsar Santamaría, de Naranjal, y a Diego Montoya y Daniel Franco, de La Catalina. Se agradece a los compañeros de la Disciplina de Poscosecha y al señor Farid López de la Disciplina de Experimentación. También se agradece la valiosa colaboración de los empleados de Acciones y Servicios.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Arbeláez, J. M. (2020). *Composición química asociada al perfil de taza de un café especial variedad Castillo® proveniente de Barbosa, Antioquia y beneficiado bajo diferentes procesos de fermentación* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repository.unal.edu.co/handle/unal/79377>
- Ayala-Ceballos, D. C. (2020). *Evaluación de las propiedades sensoriales del Café variedad Castillo, caturra y Colombia (Coffea arabica L.) durante el proceso de secado Honey, a diferentes alturas sobre el nivel del mar en fincas cafeteras de la zona norte del departamento de Nariño* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36886>
- Cabrera-Artunduaga, W. I., & Burbano Jurado, M. (2018). *Conocer el perfil de taza generado mediante la implementación de los métodos de cafés naturales, honey y cafés lavados con la variedad castillo general en los asociados a la Cooperativa Departamental de Caficultores del Huila – Cadefihuila del municipio*

- de Acevedo – Huila. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25347>
- Ladino-Garzón, W.; Cortés-Macías, E.T; Gutiérrez-Guzmán, N.; Amorocho-Cruz, C. M. (2016). Calidad de taza de café (*Coffea arabica* L.) procesado en fermentación semi-seca. *Agronomía Colombiana* 34(1 Supl.), S281-S283. <https://10.15446/agron.colomb.v34n1supl.57773>
- Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Montoya, E. C. & Moreno, E. L. (2009). Dispositivo hidráulico de bajo impacto ambiental para limpieza y clasificación del café en cereza. *Revista Cenicafé*, 60(3), 229–238. <http://hdl.handle.net/10778/226>
- Oliveros, C. E., Peñuela, A. E., & Jurado, J. M. (2009). Controle la humedad del café en el secado solar, utilizando el método Gravimet. *Avances Técnicos Cenicafé*, 387, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/226>
- Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Ramírez, C. A., & Mejía, C. A. (2007). Separador hidráulico de tolva y tornillo sin fin. *Avances Técnicos Cenicafé*, 360, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/4252>
- Oliveros, C. E., Ramírez, C. A., Sanz, J. R., & Peñuela, A. E. (2006). Secador solar de túnel para café pergamino. *Avances Técnicos Cenicafé*, 353, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/402>
- Peñuela, A. E., Pabón, J. P., & Sanz, J. R. (2013). Método Fermaestro: para determinar la finalización de la fermentación del mucilago de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 431, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/479>
- Peñuela, A. E., Sanz, J.R., & Pabón, J. P. (2012). Método para identificar el momento final de la fermentación de mucilago de café. *Revista Cenicafé*, 63(1), 120–131. <http://hdl.handle.net/10778/517>
- Peñuela, A. E., Oliveros, C. E., & Sanz, J.R. (2010). Remoción del mucilago de café a través de fermentación natural. *Revista Cenicafé*, 61(2), 159–173. <http://hdl.handle.net/10778/494>
- Puerta, G. I., & Echeverry, J. G. (2015). Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Avances Técnicos Cenicafé*, 454, 1–12. <http://hdl.handle.net/10778/558>
- Sanz-Urbe, J. R., Yusianto, Menon, S. N., Peñuela, A., Oliveros, C., Husson, J., Brando, C., & Rodriguez, A. (2017). Postharvest Processing—Revealing the Green Bean. En *The Craft and Science of Coffee* (pp. 51–79). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00003-7>
- Sanz, J. R., Oliveros, C. E., López, U., Mejía, C. A., & Ramírez, C. A. (2007). Paleta plástica para lavar café con menor esfuerzo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 361, 1–4. <http://hdl.handle.net/10778/368>
- Specialty Coffee Association. (2003). *Cupping Protocols. Protocols & Best Practices*. <https://sca.coffee/research/protocols-best-practices>
- Zambrano, D.A. (1993). Fermente y lave su café en el tanque tina. *Avances Técnicos Cenicafé*, 197, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/368>