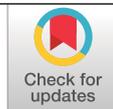


TAMAÑO DEL GRANO DESPULPADO EN LAS NUEVAS VARIETADES DE CAFÉ

Luis Carlos Imbachí Quinchua *, Rubén Darío Medina-Rivera *, Juan Rodrigo Sanz Uribe **

Imbachí, L. C., Medina-Rivera, R., & Sanz-Uribe, J. R. (2023). Tamaño del grano despulpado en las nuevas variedades de café. *Revista Cenicafé*, 74(2), e74206. <https://doi.org/10.38141/10778/74206>



Durante el despulpado del café cereza, el uso de zarandas es esencial para la separación de impurezas, sin embargo, a pesar de la efectividad y el uso de las nuevas variedades de café, este propósito se ve limitado en granos cuyo espesor supera el ancho de la zaranda, dejando así, granos de mayor tamaño atrapados dentro de ella. Es así como con el fin de caracterizar el tamaño del grano despulpado en las variedades actuales y determinar el porcentaje de café retenido, en tres estaciones experimentales de Cenicafé, se seleccionaron aleatoriamente lotes de diferente edad, densidad y variedad, obteniendo 142 muestras, cada una con 100 granos de café despulpado, para un total de 14.200 unidades de muestreo, provenientes de diferentes pases y cosechas; se midió y registró el largo, ancho y espesor de cada unidad de muestreo. Independiente de la procedencia, el largo del grano despulpado varió de 6,5 a 19,9 mm, ancho de 4,3 a 15,3 mm, y espesor de 2,2 a 16,4 mm. El porcentaje de retención de café despulpado varía según la localidad, variedad y pase de cosecha, siendo Naranjal la localidad con el mayor porcentaje de retención (5,4%), seguido de El Rosario (2,6%) y El Tambo (2,1%). La variedad Cenicafé 1 retuvo el mayor porcentaje de café despulpado con 10% en Naranjal, 4,0% en El Rosario y 5,3% en El Tambo.

Palabras claves: Café despulpado, variedades de café, cosechas de café, zaranda, Cenicafé, Colombia.

CHARACTERIZING DEPULPED COFFEE BEAN SIZES IN NEW COFFEE VARIETIES

During the pulping of cherry coffee beans, the use of sieves is essential for separating impurities. However, in the case of new coffee varieties, the effectiveness of this process is limited when beans exceed the width of the sieve, resulting in larger beans getting trapped. To address this issue, this comprehensive study aimed at characterizing the size of the pulped beans in these new varieties to determine the percentage of beans retained within three experimental stations of Cenicafé. One hundred and forty-two samples were collected, each comprising 100 pulped coffee beans, totaling 14,200 sampling units. These samples were sourced from various crop times, harvests, and featured different ages, densities, and coffee varieties. Irrespective of origin, the length of the depulped beans ranged from 6.5 mm to 19.9 mm, the width from 4.3 mm to 15.3 mm, and the thickness from 2.2 mm to 16.4 mm. In terms of percentage retention of depulped coffee, variations based on locality, coffee variety, and harvest period were observed. Notably, Naranjal exhibited the highest percentage retention at 5.4%, followed by El Rosario at 2.6% and El Tambo at 2.1%. Additionally, the Cenicafé 1 variety retained the highest percentage of depulped coffee, reaching 10% in Naranjal, 4.0% in El Rosario, and 5.3% in El Tambo.

Keywords: pulped coffee, coffee varieties, coffee harvests, coffee sieve, Cenicafé, Colombia.

* Asistente de Investigación e Investigador Científico II. Disciplina Biometría, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0002-4356-694X>, <https://orcid.org/0000-0002-9753-9613>

** Investigador Científico III. Disciplina de Poscosecha, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0001-9875-9426>



En el proceso de las operaciones y técnicas destinadas al tratamiento del fruto maduro del café (café cereza), el beneficio húmedo es el proceso mediante el cual, el café cereza, por ser un material perecedero, se transforma rápidamente a café pergamino seco. Para realizarlo, se remueven todas las estructuras que cubren los granos como son la pulpa o epicarpio, y el mucílago o mesocarpio, para posteriormente secar los granos desde una humedad de aproximadamente 53% base húmeda hasta un rango entre el 10% y el 12%, lo cual permite su conservación en las condiciones naturales (Oliveros-Tascón & Sanz-Urbe, 2011). En relación a la remoción de estructuras que cubren el fruto de café, esta se realiza en la primera etapa del beneficio húmedo del café, denominada despulpado de café, la cual consiste en retirar la pulpa de la cereza por medio de la presión que se ejerce entre la camisa de la despulpadora y el fruto maduro, que posteriormente pasa por las clasificadoras de café despulpado llamadas zarandas (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004).

Las zarandas son clave en el proceso de beneficio, dado que permiten separar el café limpio o despulpado del no despulpado, según el momento en que se realiza. Aristizabál y Duque-Urrego (2005) refieren que el 94% de los caficultores con secado mecánico realiza la clasificación de café en el beneficio convencional, donde el 56% de los productores clasifica el café después de despulparlo, el 90% de ellos lo hace al momento de lavar el café y el 66% lo clasifica en seco. En muchas fincas se clasificaba de las tres maneras; en dos de ellas, bien sea después de despulpar y al secarlo, o después de despulpar y en el lavado, por lo tanto, no son excluyentes.

Actualmente en Colombia, se manejan las zarandas de vaivén o circulares, las cuales

están compuestas por una lámina de hierro galvanizado o aluminio, con huecos oblongos de 7 a 8 mm de ancho por 25 mm de largo, adheridas a las despulpadoras de cilindro horizontal, vertical o las de disco, cuyo diseño y tamaño dependen de la capacidad de despulpado de las máquinas y de las condiciones económicas del caficultor. Por consiguiente, la pérdida de café en el despulpado, generalmente se debe a una mala calibración, un mal diseño, mal estado o tamaños grandes del fruto de café (Roa et al., 1999).

Es así como Montilla-Pérez et al. (2008) analizaron algunas propiedades físicas y factores de conversión de la variedad Colombia, desde fruto maduro hasta grano almendra en una muestra seleccionada. El diámetro ecuatorial, polar y el peso del café cereza, con valores de 14,93 mm, 16,39 mm y 2,0 g, respectivamente, que tendió a ser mayor en la época intermedia de la cosecha. Por otra parte, el ancho promedio en la muestra seleccionada del café lavado en el inicio, intermedio y final de la cosecha fue de 8,69 mm, 8,76 mm, 8,66 mm, respectivamente, y el largo fue de 12,30 mm, 12,45 mm y 12,19 mm, lo cual indica que los frutos lavados de la variedad Colombia tienen un mayor ancho en una época de cosecha intermedia. Además, en las muestras sin seleccionar, el ancho promedio fue de 8,57 mm, 8,75 mm y 8,57 mm en el inicio, intermedio y final de la cosecha, evidenciando igual en el largo del grano, mayores valores en época de cosecha intermedia.

Muñoz y Noguera (2016) analizaron algunas propiedades físicas y factores de conversión durante el proceso de beneficio de las variedades Colombia y Caturra, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, en el departamento de Nariño. En la variedad Colombia encontraron que el mayor ancho promedio de café en baba se obtuvo a una

altitud de 1.470 m con 9,28 mm, y un largo promedio de 13,35 mm. Por otra parte, en la variedad Castillo[®], el mayor ancho y largo promedio de café en baba se encontró a una altitud de 1.558 m con 10,36 mm y 14,2 mm, respectivamente. Además, la investigación muestra descriptivamente que a medida que aumenta la altitud, el ancho y largo del grano de la variedades Caturra y Colombia disminuye.

En general, es importante tener en cuenta los tamaños del fruto de las nuevas variedades de café, dado que granos de buena calidad pueden quedar atrapados en la zaranda, generando pérdidas para el caficultor, siendo necesario, caracterizar el tamaño del grano despulpado de las nuevas variedades de café para el ajuste de zarandas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Esta investigación se realizó en las Estaciones Experimentales de Cenicafé, Naranjal, El Rosario y El Tambo ubicadas en los departamentos de Caldas, Antioquia y Cauca, en las cuales se seleccionaron aleatoriamente once, nueve y ocho lotes productivos, respectivamente, con características contrastantes en cuanto a oferta ambiental, edad, densidad de siembra y manejo agronómico, sembrados con las variedades actualmente producidas en Cenicafé.

Materiales

La caracterización del tamaño del grano despulpado se realizó para las variedades: Castillo[®] Zona Centro, Norte y Sur lanzadas en el 2016, caracterizadas por su alta calidad en taza, resistencia a la roya del café y buen tamaño del fruto; la variedad Castillo[®] General liberada en el 2005, responsable de al menos

el 50% de la producción de café (Flórez et al., 2018); la variedad Cenicafé 1, distinguida por su porte bajo, alta productividad por árbol y resistencia a la enfermedad de la cereza del café (CBD) (Flórez et al., 2016). La variedad Castillo[®] regional El Rosario, con área de influencia en los departamentos de Antioquia, Risaralda y Caldas (Alvarado-Alvarado et al., 2005); y finalmente, la variedad Castillo[®] regional El Tambo, con área de influencia principalmente en los departamentos de Cauca y Huila (Posada-Suárez et al., 2006).

Metodología

Para cada localidad, previo a la recolección de muestras de café despulpado, se llevó a cabo una jornada de entrenamiento y calibración, con el objetivo de instruir a cada operario sobre el método de medición del grano despulpado. Posteriormente, para cada cosecha y pase descrito en la Tabla 1, se recolectaron muestras compuestas de 300 gramos de café despulpado antes de su paso por la zaranda, y de cada una se seleccionaron 100 granos de café despulpado, posteriormente se midió y registró el largo, ancho y espesor de la siguiente manera:

El diámetro polar o largo del grano despulpado se definió como la máxima longitud rectilínea que puede obtenerse en la cara plana del grano, y el diámetro ecuatorial o ancho, se estableció como la máxima longitud rectilínea perpendicular al largo del grano, mientras que, el espesor del grano es la máxima longitud rectilínea entre la cara plana y convexa del grano, como lo muestra la Figura 1. El equipo de medición para el largo, ancho y espesor fue un calibrador digital de escala absoluta con sensor in situ avanzado (AOS) Mitutoyo 500-196-30, rango de medición de 0 a 6 "/ 0 a 150 mm, resolución de 0,0005" / 0,01 mm, LCD.

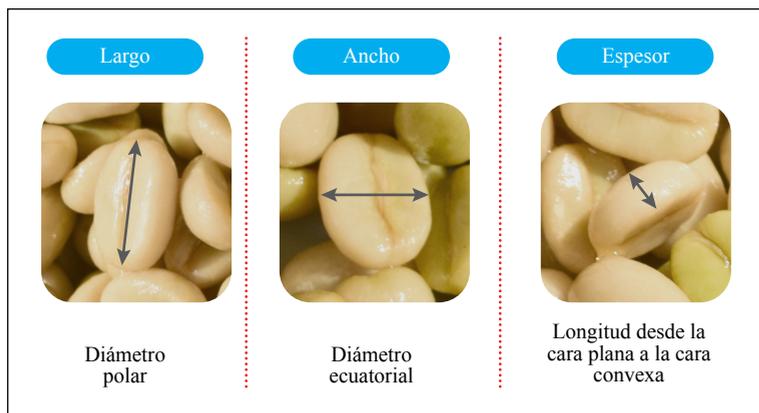


Figura 1. Dimensiones físicas de un grano de café despulpado.

Tabla 1. Fechas de muestreo para las localidades de Naranjal, El Rosario y El Tambo en el año 2021-2022.

Localidad	Cosecha	Pase	Fecha
Naranjal y El Rosario		Inicial	1 Enero - 31 Marzo
	Mitaca	Intermedia	1 Abril - 31 Mayo
		Final	1 Junio - 30 Junio
		Inicial	1 Julio - 31 Agosto
	Principal	Intermedia	1 Septiembre - 15 noviembre
		Final	16 Noviembre - 31 Diciembre
El Tambo		Inicial	1 Enero - 31 Marzo
	Principal	Intermedia	1 Abril - 31 Mayo
		Final	1 Junio - 30 Junio
		Inicial	1 Julio - 31 Agosto
	Mitaca	Intermedia	1 Septiembre - 15 noviembre
		Final	16 Noviembre - 31 Diciembre

Análisis de información

La caracterización del tamaño del grano despulpado en las nuevas variedades de café se analizó mediante las siguientes técnicas estadísticas. En primera instancia, para cada localidad, variedad, cosecha y pase con las variables físicas del grano, largo, ancho y espesor, se describió, mínimo, máximo, mediana, media, desviación estándar y coeficiente de variación (CV). Posteriormente, con el fin de explorar las relaciones entre las localidades y características del grano, se aplicó un análisis de componentes principales y se realizó la prueba de comparación t de Student al 5% de significancia, para establecer diferencias entre pases de cosecha, y finalmente, con el propósito de determinar escenarios del porcentaje de frutos retenidos por localidad, variedad y cosecha, se precisó el porcentaje de café retenido para un ancho de hueco oblongo de zaranda de 7,0 mm a 8 mm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Largo del grano despulpado

Teniendo en cuenta la variedad, cosecha y pase se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la localidad de El Rosario, en la variedad Cenicafé 1, se observó el menor largo del grano despulpado con un mínimo de 7,8 mm y un máximo de 17,3 mm, y descriptivamente, en promedio es mayor a Castillo® El Rosario y Castillo® General, en un 3,5% y 5,0%, respectivamente. En cuanto a la localidad de Naranjal el mínimo y máximo observados se dio en la variedad Cenicafé 1 con 9,7 mm y 17,2 mm, respectivamente. En promedio, la variedad Castillo® Zona Norte evidenció descriptivamente tener el mayor largo del grano despulpado con 13,7 mm. Finalmente, en la localidad de El Tambo la

variedad de Cenicafé 1 y Castillo® El Tambo, presentaron en promedio, para un pase final de cosecha, el mismo largo del grano con 13,2 mm (Tabla 2).

Ancho del grano despulpado

Al analizar esta característica del grano despulpado por variedad, cosecha y pase, en cada una de las localidades se tiene: para Naranjal, el mínimo y máximo observados se dio para la variedad Cenicafé 1 en un pase intermedio de una cosecha de mitaca con 7,5 mm y 15,1 mm, respectivamente, y en promedio la variedad Castillo® Zona Norte, en un pase intermedio de una cosecha principal, presentó el menor ancho con 9,2 mm. Entre tanto, en la localidad de El Rosario, el ancho promedio fluctuó entre 9,0 mm y 9,5 mm y el 50% de los frutos tuvo un ancho igual o inferior a 9,5 mm, y este pudo alcanzar un máximo observado de 15,3 mm. Por otra parte, en la localidad de El Tambo, la variedad Castillo® El Tambo en un pase final de una cosecha principal, en promedio presentó el menor ancho del grano despulpado con 8,8 mm, mientras que Cenicafé 1, en un pase intermedio de una cosecha de mitaca presentó en promedio el mayor ancho del grano con 9,3 mm (Tabla 3).

Espesor del grano despulpado

Dado que el espesor del grano es la unidad por la cual la zaranda hace la clasificación del café despulpado, se tiene por variedad, cosecha y pase que: para la estación de Naranjal, en promedio el espesor del grano fluctuó entre 5,8 mm y 6,3 mm, mientras que para la estación El Rosario fluctuó entre 5,4 mm y 5,9 mm, y para El Tambo este no fue superior a 5,7 mm. En el 50% de los granos despulados para Naranjal, El Rosario y El Tambo no superaron un espesor de 6,1

Tabla 2 . Estadísticas para la variable largo del grano despulpado, por localidad, variedad, cosecha y pase.

Localidad	Variedad	Lotes por variedad	Cosecha	Pase	Pases por cosecha	Media	Desv	Mín.	Q1	Mediana	Q3	Máx.	CV
Naranjal	Castillo® Zona Centro	2	Mitaca	Inicial	5	13,3	0,9	10,8	12,7	13,3	13,8	15,7	6,7
			Mitaca	Intermedia	5	13,3	0,9	11,0	12,6	13,3	13,9	15,8	6,8
			Principal	Intermedia	5	13,1	0,9	9,8	12,5	13,0	13,6	16,3	6,8
	Castillo® Zona Norte	2	Mitaca	Intermedia	3	12,9	0,8	10,1	12,5	12,9	13,5	15,5	6,2
			Principal	Intermedia	2	13,7	1,1	10,1	12,9	13,7	14,5	16,4	8,0
	Castillo® Zona Sur	1	Mitaca	Intermedia	2	13,1	0,9	10,8	12,5	13,1	13,7	15,1	6,6
			Principal	Intermedia	1	12,9	0,8	11,2	12,4	12,8	13,3	15,4	5,8
			Mitaca	Inicial	21	13,1	0,8	10,8	12,6	13,1	13,6	16,0	5,8
			Mitaca	Intermedia	21	12,9	0,8	9,7	12,4	12,9	13,5	15,8	6,4
	Cenicafé 1	6	Principal	Final	12	13,3	0,8	11,4	12,8	13,4	13,8	15,2	5,8
			Principal	Intermedia	12	13,5	0,9	10,9	13,0	13,5	14,0	17,2	6,5
			Principal	Intermedia	12	13,5	1,1	10,3	12,8	13,4	14,2	16,7	8,4
El Rosario	Castillo® El Rosario	1	Principal	Intermedia	1	13,5	1,1	10,3	12,8	13,4	14,2	16,7	8,4
	Castillo General	1	Principal	Intermedia	2	13,3	1,0	11,0	12,5	13,3	13,9	16,1	7,6
	Cenicafé 1	7	Mitaca	Inicial	22	13,2	0,9	8,8	12,6	13,2	13,8	15,8	6,9
			Mitaca	Intermedia	22	13,2	0,9	10,1	12,6	13,2	13,8	15,8	6,7
			Principal	Final	18	13,5	0,9	7,8	12,9	13,5	14,1	16,3	6,8
Principal	Intermedia	18	14,0	1,1	10,1	13,3	14,0	14,7	17,3	7,5			
El Tambo	Castillo® El Tambo	5	Mitaca	Final	15	13,0	0,9	10,2	12,3	12,9	13,6	16,5	7,1
			Mitaca	Intermedia	15	13,0	1,0	6,5	12,3	13,1	13,6	16,4	7,9
			Principal	Final	15	13,2	1,2	10,3	12,3	13,2	14,1	15,3	9,1
			Principal	Intermedia	15	12,9	1,0	8,4	12,3	12,9	13,6	16,3	7,8
	Cenicafé 1	3	Mitaca	Final	9	13,2	0,9	9,5	12,6	13,2	13,8	15,8	7,0
			Mitaca	Intermedia	9	12,9	0,9	8,8	12,4	12,9	13,5	15,7	7,0
			Principal	Inicial	9	12,6	0,9	10,1	12,1	12,6	13,2	20,0	7,1
Principal	Intermedia	9	12,9	1,0	8,9	12,3	13,0	13,6	16,3	7,6			

Tabla 3. Estadísticas para la variable ancho del grano despulpado, por localidad, variedad, cosecha y pase.

Localidad	Variedad	Lotes por variedad	Cosecha	Pase	Pases por cosecha	Media	Desv	Mín.	Q1	Mediana	Q3	Máx.	CV
Naranjal	Castillo® Zona Centro	2	Mitaca	Inicial	5	9,7	0,6	8,0	9,2	9,7	10,1	11,3	6,0
			Mitaca	Intermedia	5	9,8	0,6	7,9	9,3	9,7	10,1	12,7	6,5
			Principal	Intermedia	5	9,8	0,6	8,2	9,4	9,8	10,2	12,5	6,2
	Castillo® Zona Norte	2	Mitaca	Intermedia	3	9,7	0,5	8,4	9,4	9,6	9,9	14,1	5,5
			Principal	Intermedia	2	9,8	0,7	7,7	9,4	9,8	10,2	12,7	7,2
	Castillo® Zona Sur	1	Mitaca	Intermedia	2	9,7	0,6	7,7	9,3	9,7	10,0	13,0	6,4
			Principal	Intermedia	1	9,2	0,5	8,3	9,0	9,2	9,4	12,3	4,9
	Cenicafé 1	6	Mitaca	Inicial	21	9,8	0,5	8,1	9,5	9,8	10,1	12,3	5,6
			Mitaca	Intermedia	21	9,6	0,6	7,5	9,3	9,6	10,0	15,1	6,2
			Principal	Final	12	9,8	0,5	8,5	9,4	9,8	10,1	11,0	5,4
			Principal	Intermedia	12	9,8	0,6	8,2	9,4	9,8	10,2	13,0	6,4
	Castillo® El Rosario	1	Principal	Intermedia	1	9,2	0,8	6,8	8,7	9,2	9,7	12,7	8,5
Principal			Intermedia	2	9,1	0,6	7,9	8,8	9,1	9,6	10,7	6,2	
El Rosario	Cenicafé 1	7	Mitaca	Inicial	22	9,1	0,6	7,2	8,7	9,0	9,4	12,3	6,5
			Mitaca	Intermedia	22	9,0	0,7	7,2	8,6	9,0	9,4	12,2	7,2
			Principal	Final	18	9,2	0,6	7,2	8,8	9,2	9,5	13,3	6,8
			Principal	Intermedia	18	9,5	0,7	6,0	9,0	9,5	9,9	15,3	7,9
El Tambo	Castillo® El Tambo	5	Mitaca	Final	15	9,0	0,6	5,3	8,6	9,0	9,3	10,9	6,4
			Mitaca	Intermedia	15	9,2	0,6	6,5	8,9	9,2	9,5	13,1	6,4
			Principal	Final	15	8,8	0,6	7,2	8,5	8,9	9,2	11,4	6,9
			Principal	Intermedia	15	9,0	0,6	4,3	8,7	9,0	9,5	12,2	6,5
	Cenicafé 1	3	Mitaca	Final	9	9,2	0,6	5,1	8,8	9,2	9,6	11,1	6,8
			Mitaca	Intermedia	9	9,3	0,7	5,2	9,0	9,3	9,7	12,7	7,2
			Principal	Inicial	9	9,1	0,5	5,2	8,8	9,1	9,4	10,5	6,0
Principal	Intermedia	9	9,0	0,6	5,0	8,7	9,1	9,4	11,1	6,9			

mm, 5,9 mm y 5,7 mm, respectivamente. No obstante, la variedad Cenicafé 1 en un pase inicial de una cosecha de mitaca tuvo el máximo observado de 16,4 mm de espesor, mientras que, para El Tambo y El Rosario, se obtuvo en una cosecha principal con 11,5 mm y 13,0 mm. Por otro lado, el máximo observado en granos de café despulpado de las variedades Castillo® Norte, Centro y Sur de la localidad de Naranjal, fluctuaron entre 7,9 mm y 10 mm, y para Castillo® El Tambo, Castillo® General y Castillo® El Rosario se observó un máximo de 9,9 mm, 7,8 mm y 7,0 mm (Tabla 4).

La Tabla 5 muestra las diferencias entre pases de cosecha para cada localidad, para el espesor del grano despulpado la localidad de El Tambo no se evidenciaron diferencias entre pases de cosecha. Para las localidades de Naranjal y El Rosario, estadísticamente se obtuvo el mayor espesor en el pase de cosecha final e intermedio con 6,26 mm y 5,75 mm, respectivamente. En contraste, el ancho del grano despulpado solo demostró diferencias entre pases de cosecha en la localidad de El Rosario, donde en un pase intermedio se presentaron en promedio el mayor ancho respecto al pase inicial e intermedio, y en cuanto al largo del grano, se evidenció el mayor largo estadísticamente en un pase de cosecha intermedio, mientras que, para la localidad de El Tambo, este se dio en un pase de cosecha final.

Análisis conjunto de las dimensiones físicas del grano despulpado

Cuando se hace mención al análisis conjunto de datos, se hace referencia a la utilización de procedimientos de análisis multivariados, con el fin de estudiar de manera simultánea las relaciones entre las variables. Dentro del análisis multivariado está el análisis de componentes principales, que explica la

varianza en un conjunto de datos sin hacer referencia a etiquetas de clase. Usualmente es aplicado cuando se busca comprender una relación entre los elementos de una población y se sospecha que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos (Montenegro-Gracia et al., 2021).

Es así, como en el análisis de componentes principales, la primera componente explica el 65,1% de la variabilidad de los datos, mientras que la segunda componente explica el 33%, para una variabilidad explicada acumulada del 98,1%. La componente 1 está asociada al ancho y espesor del grano despulpado, mientras que el largo del grano, hace parte de la segunda componente, como se observa en la Figura 2. Al mismo tiempo, independientemente del pase de cosecha, los granos de las variedades de Cenicafé 1 y Castillo® Zona Centro, Norte y Sur establecidas en Naranjal, presentan descriptivamente en promedio un mayor ancho (9,7 mm) y espesor (6,09 mm) respecto a las variedades de Castillo® El Rosario, Cenicafé 1 y Castillo® General, establecidas en la localidad de El Rosario, con un ancho y espesor de 9,2 mm y 5,76 mm, mientras que en la localidad de El Tambo, en Cenicafé 1 y Castillo® El Tambo estos valores fueron de 9,1 mm y 5,65 mm. En cuanto al largo del grano, la localidad de El Rosario presentó en promedio descriptivamente un mayor largo del grano despulpado con 13,41 mm, respecto a Naranjal y El Tambo con 13,16 y 12,95 mm.

Retención de café despulpado por zaranda en el beneficio tradicional de café

Considerando que el espesor del grano es la variable determinante en la clasificación por medio de la zaranda, que permite el paso del café despulpado de buena calidad, se muestran varios escenarios por localidad del porcentaje de café despulpado en buen estado, que sería

Tabla 4. Estadísticas para la variable espesor del grano despulpado, por localidad, variedad, cosecha y pase.

Localidad	Variedad	Lotes por variedad	Cosecha	Pase	Pases por cosecha	Media	Desv	Mín.	Q1	Mediana	Q3	Máx.	CV
Naranjal	Castillo® Zona Centro	2	Mitaca	Inicial	5	6,1	0,5	5,1	5,8	6,0	6,3	7,9	7,9
			Mitaca	Intermedia	5	6,0	0,5	5,0	5,7	5,9	6,3	8,6	8,7
			Principal	Intermedia	5	6,1	0,5	4,5	5,8	6,0	6,3	10,0	9,0
	Castillo® Zona Norte	2	Mitaca	Intermedia	3	6,0	0,5	5,0	5,7	6,0	6,2	8,0	7,6
			Principal	Intermedia	2	6,3	0,6	5,3	5,9	6,1	6,6	9,2	9,7
	Castillo® Zona Sur	1	Mitaca	Intermedia	2	6,1	0,5	5,2	5,8	6,0	6,4	8,2	8,6
			Principal	Intermedia	1	5,8	0,4	5,2	5,7	5,8	6,0	7,9	6,3
	Cenicafé 1	6	Mitaca	Inicial	21	6,1	0,6	4,9	5,8	6,1	6,3	16,4	9,8
			Mitaca	Intermedia	21	6,0	0,5	4,9	5,7	5,9	6,2	10,0	8,4
			Principal	Final	12	6,3	0,6	5,5	5,9	6,1	6,4	8,8	10,2
			Principal	Intermedia	12	6,2	0,6	2,2	5,9	6,1	6,4	10,1	9,4
	Castillo® El Rosario	1	Principal	Intermedia	1	5,4	0,6	4,2	5,0	5,4	5,8	7,0	11,0
Principal			Intermedia	2	5,6	0,4	4,8	5,4	5,6	5,8	7,8	7,0	
El Rosario	Cenicafé 1	7	Mitaca	Inicial	22	5,7	0,5	4,5	5,5	5,7	5,9	9,1	8,3
			Mitaca	Intermedia	22	5,7	0,5	4,1	5,4	5,7	5,9	8,3	8,3
			Principal	Final	18	5,8	0,5	4,4	5,5	5,7	6,0	11,5	8,8
			Principal	Intermedia	18	5,9	0,5	4,5	5,6	5,9	6,1	9,6	8,8
El Tambo	Castillo® El Tambo	5	Mitaca	Final	15	5,6	0,5	4,4	5,3	5,5	5,8	9,5	8,3
			Mitaca	Intermedia	15	5,6	0,5	4,6	5,4	5,6	5,8	9,2	8,2
			Principal	Final	15	5,7	0,6	4,5	5,3	5,7	6,0	7,3	10,3
			Principal	Intermedia	15	5,6	0,6	4,0	5,3	5,6	5,9	9,9	10,0
	Cenicafé 1	3	Mitaca	Final	9	5,7	0,5	4,4	5,4	5,6	5,9	10,6	9,2
			Mitaca	Intermedia	9	5,7	0,6	4,0	5,4	5,6	5,9	9,4	10,4
			Principal	Inicial	9	5,6	0,4	4,1	5,4	5,6	5,8	7,4	7,2
Principal	Intermedia	9	5,7	0,7	4,3	5,4	5,6	5,9	13,0	13,0			

Tabla 5. Promedio y desviación estándar para el ancho, largo y espesor del grano despulpado, por localidad y pase de cosecha.

Localidad	Variable	Pase de cosecha	Media		Desv
Naranjal	Espesor	Inicial	6,10	B	0,57
		Intermedia	6,09	B	0,54
		Final	6,26	A	0,64
	Largo	Inicial	13,16	A	0,80
		Intermedia	13,17	A	0,91
		Final	13,30	A	0,78
	Ancho	Inicial	9,79	A	0,56
		Intermedia	9,72	A	0,62
		Final	9,77	A	0,53
El Rosario	Espesor	Inicial	5,72	B	0,47
		Intermedia	5,76	A	0,51
		Final	5,74	BA	0,50
	Largo	Inicial	13,13	C	0,91
		Intermedia	13,51	A	1,06
		Final	13,40	B	0,92
	Ancho	Inicial	9,07	C	0,58
		Intermedia	9,20	A	0,72
		Final	9,14	B	0,64
El Tambo	Espesor	Inicial	5,62	A	0,40
		Intermedia	5,66	A	0,59
		Final	5,64	A	0,50
	Largo	Inicial	12,61	C	0,89
		Intermedia	12,94	B	0,99
		Final	13,05	A	0,95
	Ancho	Inicial	9,07	A	0,55
		Intermedia	9,10	A	0,61
		Final	9,04	A	0,60

Para cada localidad y variable, letras no comunes indican diferencias estadísticamente significativas según prueba t al 5%.

considerado como rechazo utilizando una zaranda con agujeros oblongos desde los 7,0 a los 8,0 mm. Esto es, si se tiene una zaranda con aberturas oblongas de 7,5 mm de ancho,

como resultado, se esperaría una retención del 2,5% de granos de café despulpado para la Estación Naranjal, un 1,0% para la Estación El Rosario y 0,7% para El Tambo (Figura 3).

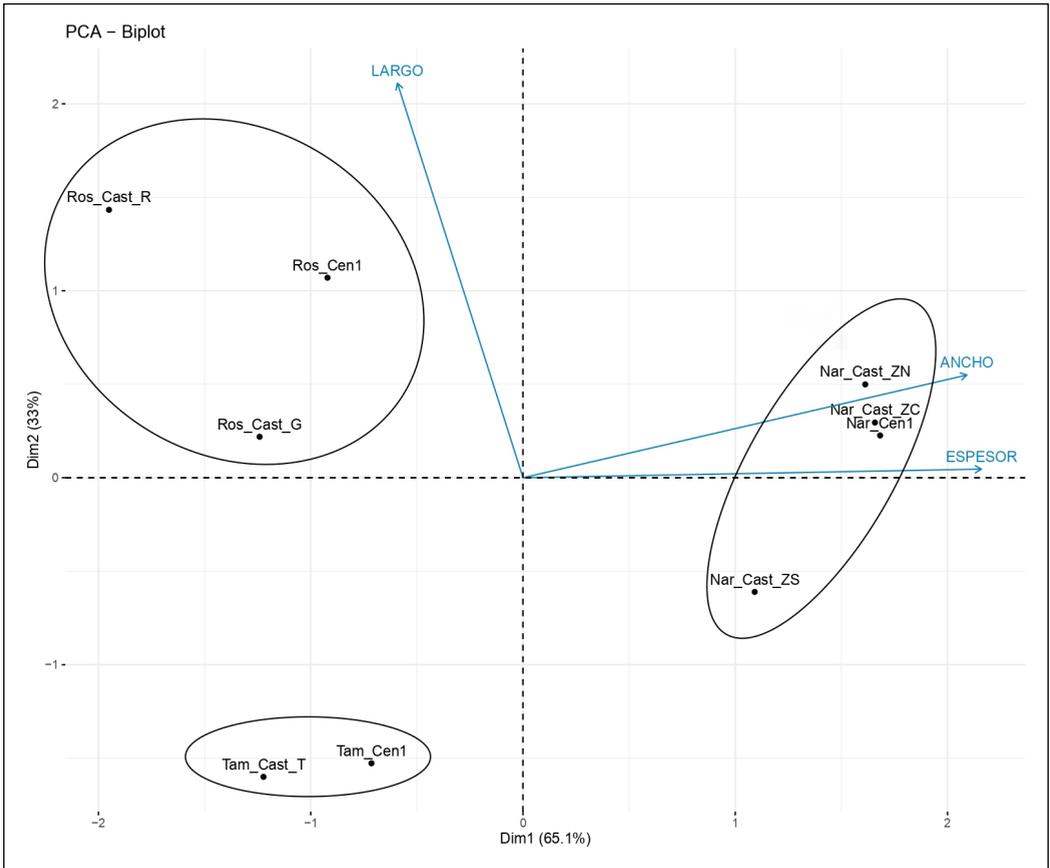


Figura 2. Análisis de componentes para el largo, ancho y espesor del grano despulpado.

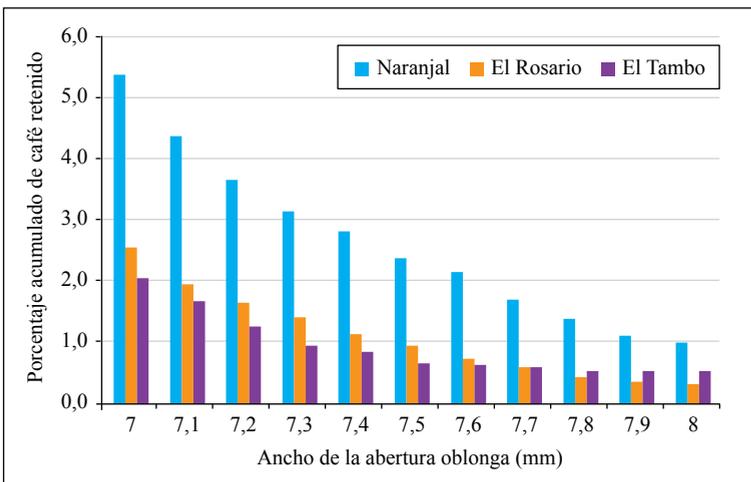


Figura 3. Porcentaje esperado de café retenido en diferentes aberturas oblongas por localidad.

En consecuencia, la Tabla 6 muestra el porcentaje de café retenido por localidad, variedad, cosecha y pase, tomando como referencia el punto mínimo de clasificación (7,0 mm), donde se observa:

- Para la localidad de Naranjal, la variedad Castillo® Zona Centro y Sur en un pase intermedio de una cosecha de mitaca se dió la mayor retención porcentual de café despulpado con 7,0% y 6,0%, respectivamente, mientras que, para Castillo Zona Norte, el mayor porcentaje de café despulpado retenido se dió en un pase principal de una cosecha principal con 8,5%.
- Para la variedad Cenicafé 1, en un pase final de una cosecha principal pudo retenerse hasta un 10% de café despulpado de buena calidad.

- En El Rosario, la variedad Cenicafé 1 pudo alcanzar un porcentaje de café retenido entre el 2,2% y 4,0% dados en una cosecha principal de un pase intermedio y final, respectivamente.

- Para la localidad de El Tambo, la variedad Castillo® El Tambo no superó el 2,0% de café despulpado retenido, mientras que para Cenicafé 1 pudo alcanzar hasta un 5,3% en un pase intermedio de una cosecha de mitaca.

Pueda concluirse que, a partir de las metodologías aplicadas para la caracterización y comparación del grano despulpado de café, se obtuvo que, el largo del grano independiente de la localidad, fluctuó en promedio entre 12,6 mm y 14 mm, el ancho del grano estuvo entre 8,8 mm y 9,8 mm, y el espesor del grano entre 5,4 mm y 6,3 mm.

Tabla 6. Porcentaje de café despulpado retenido por localidad, variedad, cosecha y pase.

Localidad	Variedad	Lotes	Cosecha	Pase	Porcentaje
Naranjal	Castillo® Zona Centro	2	Mitaca	Inicial	4,5
			Mitaca	Intermedia	6,0
			Principal	Intermedia	4,2
			Principal	Intermedia	4,2
	Castillo® Zona Norte	2	Mitaca	Intermedia	3,7
			Principal	Intermedia	8,5
	Castillo® Zona Sur	1	Mitaca	Intermedia	7,0
			Principal	Intermedia	2,0
			Mitaca	Inicial	3,3
			Mitaca	Intermedia	4,7
Cenicafé 1	6	Principal	Final	10,0	
		Principal	Intermedia	7,5	
		Principal	Intermedia	7,5	

Continúa...

...continuación.

Localidad	Variiedad	Lotes	Cosecha	Pase	Porcentaje
El Rosario	Castillo® General	1	Principal	Intermedia	1,0
			Mitaca	Inicial	2,7
	Cenicafé 1	7	Mitaca	Intermedia	2,8
			Principal	Final	2,2
			Principal	Intermedia	4,0
El Tambo	Castillo® El Tambo	5	Mitaca	Final	1,4
			Mitaca	Intermedia	1,6
			Principal	Final	2,0
			Principal	Intermedia	2,0
	Cenicafé 1	3	Mitaca	Final	1,8
			Mitaca	Intermedia	5,3
			Principal	Inicial	0,7
Principal	Intermedia	3,0			

El porcentaje de café despulpado de buena calidad que se clasificaría como café rechazado varió por localidad, variedad y pase de cosecha, siendo así, la localidad de Naranjal con el mayor porcentaje de retención (5,4%), seguida de la localidad de El Rosario (2,6%) y El Tambo (2,1%). Así mismo, se observó que la variedad Cenicafé 1 es la variedad en la cual se retuvo el mayor porcentaje de café despulpado y pudo alcanzar un 10,0%, 4,0% y 5,3% en las localidades de Naranjal, El Rosario y El Tambo, respectivamente, por su tamaño de grano.

Este trabajo presenta una alerta económica para los caficultores, pues en la selección del ancho de las perforaciones de la zaranda pueden incluirse pérdidas considerables en la producción de café. Este trabajo abre la puerta

para trabajos futuros en los que se totalicen las pérdidas en las que incurren los caficultores con una mala selección de las aberturas de la zaranda y en el establecimiento de estrategias para disminuir las pérdidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) y el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). En la disciplina de experimentación a Carlos Gonzalo Mejía Mejía, Hernán Darío Menza Franco, Carlos Mario Ospina Penagos y a Jhon Félix Trejos Pinzón. En la disciplina de Biometría a Beatriz Eugenia Mira Rada. Esta investigación fue financiada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Crossref Funder ID 100019597), proyecto número BIO103004.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: **LCI, RMR y JRS**;
Curación de datos, Investigación, Visualización,
Redacción- borrador original: **LCI**; Análisis

formal, Metodología, Validación: **LCI, RMR**;
Administración de proyecto, Redacción-
revisión y edición: **LCI, RMR y JRS**;
Adquisición de fondos: **RMR**; Todos los
autores han leído y aceptado la versión
publicada del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Alvarado-Alvarado, G., Posada-Suárez, H. E., Cortina-Guerrero, H. A., Duque-Orrego, H., Rincón, J. V. B., & Martínez, O. G. (2005). La Variedad Castillo El Rosario para las regiones cafeteras de Antioquia, Risaralda y Caldas. *Avances Técnicos Cenicafé*, 340, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0340>
- Aristizabal, C., & Duque-Orrego, H. (2005). Caracterización del proceso de beneficio de café en cinco departamentos cafeteros de Colombia. *Revista Cenicafé*, 56(4), 299–318. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29299-318.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2004). *Cartilla Cafetera 20: Beneficio del café I: Despulpado, remoción del mucilago y lavado*. Cenicafé. https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_20_beneficio_del_cafe.pdf
- Flórez, C. P., Arias, J. C., Cortina, H. A., Moncada, M. del P., Quiroga-Cardona, J., Molina, D. M., & García-López, J. C. (2018). Variedades Castillo® Zonales. Resistencia a la roya con mayor productividad. *Avances Técnicos Cenicafé*, 489, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0489>
- Flórez, C. P., Maldonado, C. E., Cortina, H. A., Moncada, M. del P., Montoya, E. C., Ibarra, L. N., Unigarro, C. A., Rendón, J. R., & Duque Orrego, H. (2016). Cenicafé I: Nueva variedad de porte bajo altamente productiva resistente a la roya y al CBD con mayor calidad física del grano. *Avances Técnicos Cenicafé*, 469, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0469>
- Montenegro-Gracia, E. J., Pitti-Rodríguez, J. E., Olivares-Campos, B. O., Montenegro-Gracia, E. J., Pitti-Rodríguez, J. E., & Olivares-Campos, B. O. (2021). Identificación de los principales cultivos de subsistencia del Teribe: Un estudio de caso basado en técnicas multivariadas. *Idesia (Arica)*, 39(3), 83–94. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000300083>
- Montilla-Pérez, J., Arcila-Pulgarín, J., Aristizabal-Loaiza, M., Montoya-Restrepo, E. C., Puerta-Quintero, G. I., Oliveros-Tascón, C. E., & Cadena-Gómez, G. (2008). Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional. *Revista Cenicafé*, 59(2), 120–142. <http://hdl.handle.net/10778/59>
- Muñoz Moreno, D. F., & Noguera Ortiz, M. (2016). *Evaluación de las propiedades físicas y factores de conversión de café variedad Castillo y Colombia (Coffea arabica L.) durante el proceso de beneficio y trilla, a diferentes alturas sobre el nivel del mar en fincas cafeteras el municipio de Colón, departamento de Nariño*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/12141>
- Oliveros-Tascón, C. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2011). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 33, 99–114.
- Posada-Suárez, H. E., Alvarado-Alvarado, G., Cortina-Guerrero, H. A., Solarte, C. R., Duque-Orrego, H., Baldión-Rincón, J. V., & Guzmán-Martínez, O. (2006). La VARIEDAD CASTILLO® EL TAMBO: para regiones cafeteras de Cauca, Nariño, Huila, Tolima y Valle del Cauca. *Avances Técnicos Cenicafé*, 344, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0344>
- Roa, G., Oliveros, C. E., Alvarez, J., Ramirez, C. A., Sanz, J. R., Davila, M. T., Alvarez, J. R., Zambrano, D. A., Puerta, G. I., & Rodriguez, N. (1999). *Beneficio ecológico del café*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/882>