


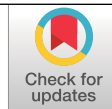


CALIDAD FÍSICA, SENSORIAL Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ CULTIVADO EN EL ORIENTE DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Jenny Paola Pabón Usaquén *, Valentina Osorio Pérez *, Luis Carlos Imbachi Quinchua **

Pabón, J., Osorio, V., & Imbachi, L. C. (2021). Calidad física, sensorial y composición química del café cultivado en el Oriente del departamento de Caldas. *Revista Cenicafé*, 72(2), e72202. <https://doi.org/10.38141/10778/72202>



El Oriente de Caldas está conformado por los municipios de Manzanares, Marquetalia, Marulanda, Pensilvania, Samaná y Victoria, que en conjunto representan el 22% del área cafetera del departamento. Con el fin de caracterizar la calidad del café en esta zona, se tomaron 310 muestras de café de 65 fincas cafeteras. Las fincas seleccionadas tenían un área promedio de café de 2,02 ha, y altitudes superiores a los 1.800 m, en el 39% de los casos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad física, sensorial SCA (Specialty Coffee Association) y química del café, determinando el contenido de cafeína, trigonelina, lípidos y sacarosa, mediante la técnica NIRS. El valor de almendra sana en promedio fue de 76,92%. El 75,16% de las muestras no presentó defectos sensoriales. Los defectos que se presentaron fueron: fermento (8,06%), inmaduro (7,74%), terroso (5,81%) y reposo (2,58%). Los valores de puntaje total en las muestras sin defecto estuvieron entre 80,69 y 82,07 puntos que, según la escala de la SCA, los clasifica como muy buenos. Las muestras de café del municipio de Victoria mostraron el contenido más bajo de cafeína (1,11%), mientras que el café de Marquetalia presentó el contenido más alto de sacarosa (6,90%). El análisis de componentes principales con todas las variables evaluadas clasificó tres grupos de municipios según la calidad del café: el grupo 1 conformado por Marulanda, Pensilvania, Samaná y Marquetalia, el grupo 2 por Victoria y el grupo 3 conformado por el municipio de Manzanares.

Palabras clave: Almendra sana, altitud, secado, fermentación, buenas prácticas agrícolas, Specialty Coffee Association.

PHYSICAL, SENSORY QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE COFFEE CULTIVATED IN THE EAST OF CALDAS

The eastern part of Caldas is made up of the municipalities of Manzanares, Marquetalia, Marulanda, Pensilvania, Samaná and Victoria, which together represent 22% of the coffee growing area of the department. In order to evaluate the quality of coffee in the eastern zone of Caldas, 310 coffee samples were taken from 65 coffee farms. The farms selected had an average coffee area of 2.02 ha, and altitudes above 1.800 m in 39% of the cases. The objective of this work was to evaluate the physical, sensory SCA (Specialty Coffee Association) and chemical quality of coffee, determining the content of caffeine, trigonelline, lipids and sucrose using NIRS technology. The average healthy bean value was 76.92%. Of the samples, 75.16% showed no sensory defects. The defects present were: ferment (8.06%), unripe (7.74%), earthy (5.81%) and aging (2.58%). The total score values in the samples without defects were between 80.69 and 82.07 points, which according to the SCA scale, classifies them as very good. The coffee samples from the municipality of Victoria showed the lowest caffeine content (1.11%), while the coffee from Marquetalia presented the highest sucrose content (6.90%). The principal components analysis with all the variables evaluated classified three groups of municipalities according to the quality of the coffee: group 1 was formed by Marulanda, Pensilvania, Samaná and Marquetalia, group 2 by Victoria and group 3 by Manzanares.

Keywords: Green coffee, altitude, drying, fermentation, good agricultural practices, SCA (Specialty Coffee Association).

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

** Asistente de Investigación. Disciplina de Biometría, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0002-4356-694X>



El departamento de Caldas tiene dos zonas cafeteras definidas: la zona del Paisaje Cultural cafetero (cuenca del río Cauca, ubicada en la vertiente Occidental de la cordillera Central y vertiente Oriental de la cordillera Occidental) y el Oriente (vertiente Oriental de la cordillera Central). En el Oriente del departamento de Caldas se encuentran los municipios de Manzanares, Marquetalia, Marulanda, Pensilvania, Samaná y Victoria que, en conjunto representan el 22% del área cafetera del departamento. Esta región es reconocida como un lugar importante para producción de café de alta calidad, con condiciones climáticas y geográficas particulares. Esta zona se caracteriza por tener una caficultura menos tecnificada (77%), comparada con el resto del departamento que tenía el 88,7%, en el 2016 (Comité departamental de Cafeteros de Caldas, 2016). Adicionalmente, la zona del Oriente de Caldas ha recibido reconocimientos por la calidad del café producido en los municipios de Manzanares, Marquetalia y el corregimiento de Montebonito en Marulanda (Comité departamental de Cafeteros de Caldas, 2017).

La calidad del café es un resultado que depende de varios factores, entre los cuales se encuentran el genotipo (variedad), el clima (altitud, temperatura ambiente, etc.), las prácticas de poscosecha: madurez del fruto, despulpado, remoción del mucílago, lavado, secado, tostación y la preparación de la bebida (Osorio et al., 2021; Puerta, 1999). La medición de la calidad puede determinarse por cuatro enfoques: calidad física, calidad sensorial, composición química e inocuidad (Pabón & Osorio, 2019). La calidad física, se relaciona con el peso, la humedad, tamaño, apariencia y olor del grano de café pergamino seco y de la almendra. La composición química del grano verde o almendra, influye en la composición química

del café tostado y, por lo tanto, contribuye con la calidad sensorial del café. La cafeína es un alcaloide, termoestable, inoloro y amargo en estado puro (dePaula & Farah, 2019), comúnmente asociado al sabor amargo del café, sin embargo, es responsable de sólo el 10% del amargo percibido en la bebida (Farah, 2012). La trigonelina es un alcaloide cuya importancia está relacionada con su degradación durante el proceso de tostación, para dar varios compuestos volátiles que influyen en el aroma de la bebida (Perrone et al., 2008). La presencia de lípidos es asociada con la duración del aroma y la espuma de la bebida, su acumulación depende de varios factores, particularmente de la especie (Selmar et al., 2014). Los carbohidratos son el mayor constituyente del café verde, actúa como precursor del aroma, originando varias sustancias en el proceso de tostación, debido a las reacciones de Maillard que afectan el sabor y aroma de la bebida (Farah, 2012).

La determinación de la calidad sensorial se realiza por medio del proceso de catación de la bebida de café (Puerta, 2009). La metodología de la Asociación de Cafés Especiales (SCA, por sus siglas en inglés), califica los siguientes atributos: fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor, y reporta el puntaje total que corresponde a la sumatoria de la calificación de cada atributo (Specialty Coffee Association SCA, 2003).

Con el objetivo de reconocer y potencializar una región promisoría y tradicional de la caficultura, como lo es el Oriente caldense, a continuación, se presentan los principales resultados de la caracterización de la calidad física, sensorial y composición química del café de la zona del Oriente de Caldas, durante los años 2015, 2016 y 2017.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el 2015, 2016 y 2017, se obtuvieron muestras de café provenientes de 65 fincas, de los seis municipios cafeteros del Oriente de Caldas, como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de municipios y número de fincas donde se realizó la caracterización.

Municipio	Número de fincas
Manzanares	9
Marquetalia	11
Marulanda	2
Pensilvania	21
Samaná	18
Victoria	4
Total	65

Durante la ejecución del proyecto se tomaron 310 muestras de las fincas seleccionadas durante la época de cosecha de la zona. Se manejaron dos tipos de muestras, una denominada **productor** que estaba conformada por café pergamino seco procesado por el caficultor, y otra **estándar**, la cual era una muestra de frutos maduros de café entregada por cada caficultor. La muestra tipo estándar se procesó en un módulo de beneficio portátil, donde se realizó el proceso de despulpado, fermentación natural monitoreada con Fermaestro™, lavado mecánico y secado, hasta llegar a una humedad entre el 10% y el 12%. En total, se obtuvieron 129 muestras tipo estándar y 181 muestras tipo productor.

Todas las muestras de café pergamino codificadas con el código SICA (Sistema de Información Cafetera) y con información para asegurar la trazabilidad, se almacenaron en un cuarto frío con humedad y temperatura monitoreada, hasta el momento de los análisis físicos, químicos y sensoriales. Adicionalmente,

se obtuvo la información del tipo de beneficio que realizaba cada caficultor en la finca, mediante una encuesta aplicada por el Servicio de Extensión de cada municipio, donde se recolectaron datos sobre la variedad cultivada, el tamaño de las fincas y los diferentes procesos en el beneficio del café.

Análisis físico de café pergamino seco. Los análisis físicos y sensoriales se realizaron en el Laboratorio Ritual del Café del Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Se determinó el porcentaje de merma, almendra sana, la proporción de granos negros y vinagres, brocados y pasilla, así como el porcentaje de humedad del café, mediante un medidor KETT calibrado para café.

Análisis sensorial de café. Las muestras fueron analizadas por tres catadores certificados Q – Grader, por el Coffee Quality Institute del Ritual del Café del Comité de Cafeteros de Caldas. Cada muestra se entregó al laboratorio debidamente codificada, cada una se procesó siguiendo la metodología de la asociación de cafés especiales (Specialty Coffee Association SCA, 2003), garantizando que el proceso de tueste y preparación se realizara de forma estandarizada en todas las muestras; se analizaron cinco tazas por cada muestra para evaluar la uniformidad. Por cada muestra se reportó la calificación de cada atributo y la ausencia o presencia de defectos. En la Tabla 2 se presenta el rango establecido por la SCA, para el puntaje total. Cuando una muestra presentó defecto sensorial, su calificación disminuyó a los 53 puntos.

Análisis de la composición química del café verde. Se utilizó el método de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) para predecir los contenidos de cafeína, ácidos clorogénicos totales, lípidos totales, sacarosa y trigonelina presentes en el café verde de las muestras obtenidas. Las muestras de café almendra verde

Tabla 2. Clasificación del puntaje total de la escala SCA, (SCA, 2003).

Puntaje total	Descripción de la especialidad	Clasificación
90–100	Excepcional	
85 – 89,99	Excelente	Especialidad
80 – 84,99	Muy Buena	
< 80,0	Debajo de la calidad especial	No especialidad

se molieron criogénicamente, se analizaron en el rango de longitud de onda de 680–2.500 nm (NIRS model 6500, NIRSystems, Silver Spring, Maryland, USA).

Análisis de la información. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva. Por municipio y para todas las variables evaluadas, se determinaron promedios, máximo, mínimo y desviaciones estándar. Adicionalmente, para explorar las asociaciones de las variables de interés con los municipios, se realizó la técnica con la reducción de dimensionalidad, por componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las fincas participantes

El área promedio en café de las fincas de la zona del Oriente que participaron en el proyecto fue de 2,02 ha, con un máximo de 6,88 y un mínimo de 0,40 ha. En la Figura 1 se presenta la proporción de las fincas según el área de café. Se resalta que el 89,61% son fincas con menos de 4,01 ha cultivadas en café.

El 77% de las fincas tenían sembradas variedades resistentes a la roya, principalmente Variedad Castillo® y Colombia. En cuanto a

la altitud, el 39% de las fincas están ubicadas por encima de 1.800 m y el 21% debajo de 1.300 m (Figura 2). Las fincas del municipio de Victoria estaban ubicadas a una altitud de 1.300 m y todas las fincas de Marulanda estuvieron entre 1.500 y 1.800 m. En la Figura 2 se presenta la proporción de fincas por altitud, por cada municipio.

En cuanto al proceso de beneficio del café, en todas las fincas emplearon la fermentación espontánea como método de remoción de mucílago y en el 58,9% de las fincas realizaron este proceso en tanques de mampostería de cemento sin algún recubrimiento. En el 53,3% de las fincas tardaron entre 13 y 15 horas para la fermentación, las demás presentaron tiempos superiores. En todos los casos se empleó el secado solar para obtener el café pergamino seco y en el 52% poseían secador parabólico, seguido por casa heldas (39,23%), patio de cemento y por paseras con el 6,63% y 2,21%, respectivamente.

Calidad física del café pergamino seco

La humedad final del café pergamino seco debe estar entre el 10% al 12%, para garantizar la inocuidad y asegurar la vida útil del café durante su acopio y almacenamiento (Puerta, 2013). En la Tabla 3 se presenta la proporción

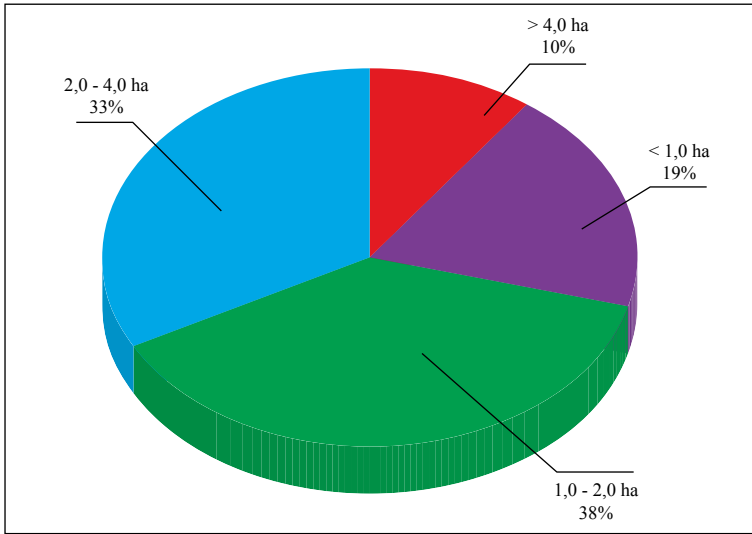


Figura 1. Proporción de fincas según el área de café.

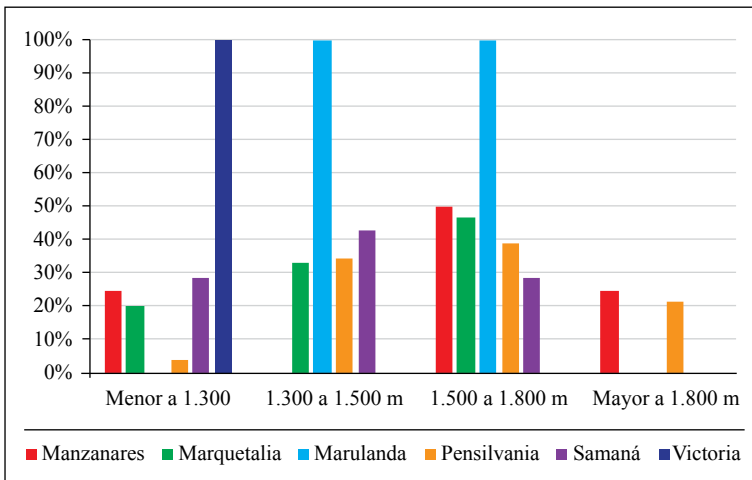


Figura 2. Proporción de fincas según la altitud, por cada municipio del Oriente de Caldas.

de muestras por rango de humedad estimado para cada año de evaluación. En particular, el 65,19% de las muestras presentaron una humedad del café pergamino entre el 10% y el 12%. Se evidenció que es necesario mejorar el sistema de identificación del punto final del secado, ya que hubo una cantidad importante de muestras fuera del rango requerido. Por esta razón en las actividades de socialización de resultados con los caficultores se impulsó

el uso de la metodología Gravimet (Jurado et al., 2009).

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio, máximo y mínimo de las variables de calidad física para todas las muestras recibidas durante los tres años del proyecto. Los resultados promedio, indican que las variables físicas permiten el cumplimiento de los requisitos de calidad del café, aumentando la posibilidad

de los caficultores de vender su producto a un mayor precio (FNC, 2002).

La variable almendra sana hace referencia a la cantidad de café en ausencia de defectos físicos, el valor promedio debe ser mayor al 75%, lo que indica buena calidad, los mayores valores de esta variable se presentaron en muestras procedentes de los municipios de Marulanda, Samaná, Pensilvania y Marquetalia (Tabla 5). En general, el promedio para esta variable fue de 75,91%, descriptivamente mayor a lo reportado para el café de la zona del Paisaje Cultural Cafetero de Caldas (Puerta & Pabón, 2018) y para siete departamentos cafeteros del país (Puerta, 2016), con valores promedio de 73,7% y 74,0%, respectivamente.

Los defectos físicos se clasificaron en granos brocados, negros y vinagres, y los

demás se denominaron pasillas. Las principales causas de la generación de estos daños son los insectos, defectos genéticos, enfermedades de la planta, factores ambientales o errores en el proceso de beneficio (Puerta, 2013a). Las muestras de café provenientes de fincas del municipio de Victoria presentaron mayor contenido de granos brocados y de negros y vinagres (Tabla 6), posiblemente generados por los insuficientes procesos de clasificación y las condiciones ambientales, debido a que todas las fincas de este municipio están ubicadas a una altitud menor a 1.300 m (Puerta, 2016).

En todos los municipios se presentaron valores medios de granos brocados mayores a 1,0%, a excepción de Marulanda y Pensilvania. El promedio para la zona del Oriente fue de 1,87%, descriptivamente menor a lo reportado por Puerta y Pabón (2018) para los municipios

Tabla 3. Proporción de muestras de café según el rango de humedad final.

Rango de Humedad	2015	2016	2017	General
< 10 %	44,12%	9,80%	12,90%	23,76%
10%–12%	54,41%	70,59%	72,58%	65,19%
> 12 %	1,47%	19,61%	14,52%	11,05%

Tabla 4. Calidad física del café de los municipios del Oriente de Caldas.

Variable	Mín.	Máx.	Prom.	D.E.	Rango
Humedad (%)	8,40	14,00	10,73	0,96	10% al 12%
Merma (%)	15,48	23,76	18,49	1,33	Menor a 19%
Brocado (%)	0,00	8,00	1,49	1,68	Menor a 2%
Pasilla (%)	0,24	15,21	4,72	3,00	Menor a 5,5%
Negros y vinagres (%)	0,00	5,04	0,57	0,82	Menor a 1,5%
Almendra sana (%)	56,04	82,72	75,90	4,19	Igual o mayor a 75%

D.E.: desviación estándar.

Tabla 5. Valores promedio de proporción de almendra sana, por municipio, del Oriente de Caldas.

Municipio	Promedio	D.E.
Manzanares	74,02	5,69
Marquetalia	75,43	4,72
Marulanda	77,49	2,41
Pensilvania	76,70	3,15
Samaná	76,99	2,44
Victoria	71,21	6,58
General	75,91	4,20

D.E.: desviación estándar.

Tabla 6. Valores promedio y desviación estándar (D.E.) de las variables granos brocados y granos negros y vinagres, por municipio.

Municipio	Brocado		Pasillas		Negros y vinagres	
	(%)	D.E.	(%)	D.E.	(%)	D.E.
Manzanares	1,18	1,97	5,80	3,60	1,14	0,69
Marquetalia	1,83	1,78	5,22	3,64	0,58	0,89
Marulanda	0,92	0,92	4,11	2,43	0,27	0,27
Pensilvania	0,97	1,16	4,38	2,68	0,67	0,60
Samaná	1,28	1,31	4,16	2,48	0,27	0,24
Victoria	4,10	2,22	5,77	3,08	1,48	1,23

de la zona del Paisaje Cultural Cafetero de Caldas, en la caracterización de calidad realizada en los mismos años, donde el valor de la proporción de broca reportado fue de 3,8%.

Calidad sensorial

El 75,16% de las muestras no presentaron defectos sensoriales. Los defectos que se presentaron con mayor proporción fueron: fermento, inmaduro, terroso y reposo (Figura 3). El fermento pertenece al grupo de los defectos sensoriales denominado sobrefermentados, en el cual además se encuentran: pulpa, vinagre y *stinker* (Osorio & Silva, 2018). Se caracterizan

por sabores a frutas sobrefermentadas, materia orgánica descompuesta, indeseables en la bebida de café. Causados generalmente por fermentaciones excesivas y/o deficientes condiciones del beneficio (Puerta, 2001).

El inmaduro hace parte del grupo de los defectos acre/áspero, tienen sensación olfativa y gustativa áspera, amarga, astringente, picante y pesada. Suele estar asociado a la presencia de granos defectuosos, especialmente negros, por la presencia de frutos de café verdes y pintones que producen infusiones astringentes e indeseables en la bebida del café (Osorio & Silva, 2018).

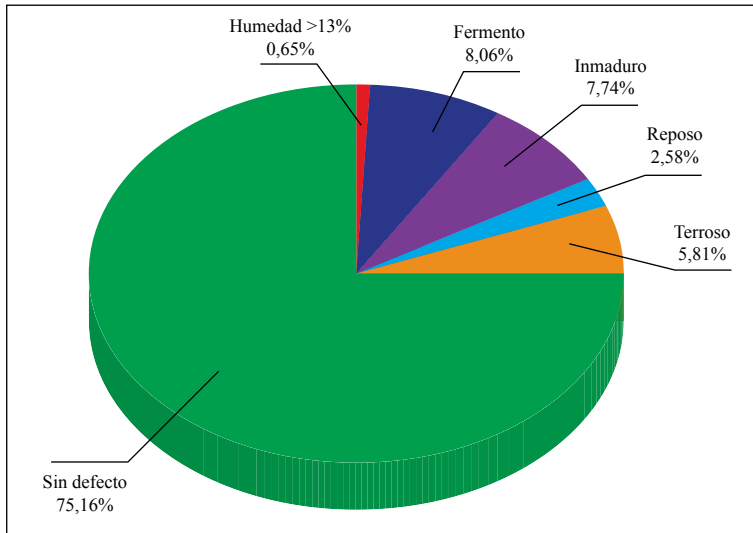


Figura 3. Proporción de muestras con cada defecto y sin defectos sensoriales.

Dentro de los grupos del defecto terroso también se clasifican el sucio, paja, moho y reposo. Los retrasos en el secado del café conducen a la decoloración y al enmohecimiento de los granos, y a la presencia de estos defectos en la bebida (Puerta, 2015). El defecto reposo está relacionado con la disminución del sabor, acidez y aroma, debido al tiempo o a condiciones inadecuadas de almacenamiento (Osorio & Silva, 2018). Adicionalmente, Agudelo y Valencia (2021) reportaron que las muestras con reposo presentan menores valores de almendra sana respecto a muestras sin este defecto. En este estudio fue el defecto que se presentó en menor proporción, debido a que las muestras de café no sufrieron períodos largos de almacenamiento.

Los municipios de Marulanda, Samaná y Marquetalia presentaron mayor proporción de muestras sin defectos, con el 100%, 84,1% y 83,3%, respectivamente. El defecto fermento estuvo presente en todos los municipios, a excepción de Marulanda, que no presentó defectos. Así como, en la variable de almendra sana, las muestras de las fincas de Victoria

alcanzaron la menor proporción de muestras sin defectos sensoriales (Tabla 8).

Para las muestras sin defectos sensoriales, en la Tabla 9 se presentan los valores promedio para las variables: fragancia y aroma, sabor, acidez y puntaje total por cada municipio. Los valores para el puntaje total estuvieron entre 80,69 y 82,07 puntos, que según la escala de la SCA, los clasifica como muy bueno.

En los municipios de la zona del Paisaje Cultural Cafetero de Caldas, el 79,4% de las muestras no presentaron defectos sensoriales y los defectos que se presentaron con mayor proporción fueron: vinagre (6,7%), terroso (5,5%), inmaduro (4,8%), fenol (0,2%) y acre (0,2%).

Composición química

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la composición química del café verde en las sustancias cafeína, trigonelina, lípidos y sacarosa estimada mediante espectroscopia infra-roja cercana (NIRS).

Tabla 8. Proporción de tazas sin defectos y con defectos de las muestras de café, en los municipios del Oriente en Caldas.

Municipio	Humedad >13%	Fermento	Inmaduro	Reposo	Terroso	Sin defecto
Manzanares	-	7,7%	-	-	15,4%	76,9%
Marquetalia	-	4,8%	9,5%	-	2,4%	83,3%
Marulanda	-	-	-	-	-	100,0%
Pensilvania	1,5%	12,3%	7,7%	1,5%	1,5%	75,4%
Samaná	-	2,3%	9,1%		4,5%	84,1%
Victoria	7,7%	30,8%	-	-	-	61,5%
General	1,1%	8,8%	7,2%	0,6%	3,3%	79,0%

Tabla 9. Valores promedio para los atributos SCA, para las muestras que no obtuvieron defectos sensoriales, por municipio.

Municipio	Frag/ Aroma	D.E.	Sabor	D.E.	Acidez	D.E.	Puntaje total	D.E.
Manzanares	7,40	0,21	7,40	0,17	7,48	0,22	81,60	1,07
Marquetalia	7,34	0,23	7,32	0,24	7,36	0,24	81,13	1,44
Marulanda	7,50	0,20	7,44	0,24	7,50	0,35	81,94	1,74
Pensilvania	7,48	0,30	7,47	0,25	7,47	0,29	82,07	1,71
Samaná	7,34	0,25	7,31	0,24	7,36	0,25	81,20	1,44
Victoria	7,19	0,22	7,22	0,16	7,31	0,18	80,69	1,00

D.E.: desviación estándar.

Tabla 10. Composición química del café verde del Oriente de Caldas, estimada por NIRS.

Compuesto	Mín.	Máx.	Med.	D.E.	%Error Absoluto	Límite inf. (95%)	Límite sup. (95%)
Cafeína (%)	0,87	1,42	1,22	0,09	0,045	1,21	1,24
Trigonelina (%)	0,75	1,65	0,99	0,09	0,079	0,99	1,00
Lípidos (%)	9,86	17,6	14,26	0,87	0,056	14,22	14,29
Ácidos clorogénicos (%)	3,87	6,39	5,22	0,39	0,037	5,20	5,23
Sacarosa (%)	5,92	7,65	6,83	0,24	0,019	6,81	6,84

D.E.: desviación estándar.

El café de Victoria presentó el menor contenido medio de cafeína (1,11%), comparado con los obtenidos en el café de los municipios de Pensilvania y Samaná, mientras que el contenido de sacarosa fue mayor en el café de Marquetalia comparado con el obtenido en Pensilvania. El café de Marquetalia presentó los mayores contenidos de sacarosa (6,94%), similares a lo reportado en los municipios de la zona del Paisaje Cultural Cafetero del departamento de Caldas que en promedio fue de 6,81%.

Con el objetivo de conocer las posibles relaciones de las variables de calidad física y sensorial con las medidas de composición química, se realizó la técnica con la reducción de dimensionalidad por componentes principales conjunto. En la Tabla 10 se observan las agrupaciones obtenidas en el análisis, se presentan tres agrupaciones definidas, donde uno de los grupos conformado por Marulanda, Pensilvania, Samaná y Marquetalia, se diferencia de otros dos grupos conformados únicamente por el municipio de Victoria (grupo 2) y Manzanares (grupo 3).

Tabla 11. Agrupaciones por municipio.

Grupo	Municipios
1	Marulanda, Pensilvania, Samaná y Marquetalia
2	Victoria
3	Manzanares

En la Figura 4 se muestra la representación de las dos primeras componentes que explican el 85,5% de la variación. El primer componente está correlacionado con las variables cafeína, fragancia y aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, taza limpia y puntaje catador, indicando que el componente está asociado principalmente a la calidad sensorial del café.

El segundo componente está relacionado con las variables trigonelina, lípidos, ácidos clorogénicos y sacarosa, variables asociadas a la composición química del grano. Las características de los municipios que conforman cada uno de los grupos (Tabla 11) pueden identificarse a partir de los vectores asociados a las variables, es decir, el municipio del grupo 3 (Manzanares), representado en la Figura 4 con el símbolo ●, en general, presenta altos contenidos de sacarosa, humedad, porcentaje de almendra sana y cafeína, y a su vez bajos contenidos de pasilla, trigonelina, lípidos y merma. Los municipios del grupo 1 presentaron altos valores de almendra sana, cafeína y fragancia/aroma.

Adicionalmente, en el conjunto de datos de las variables registradas, hay una separación evidente cuando las muestras presentan o no, defectos sensoriales. Cuando se realizó el análisis de componentes principales se obtuvo una clasificación de tres grupos de defectos (Tabla 12).

Tabla 12. Grupos de defectos.

Grupo	Defectos
1	Inmaduro, reposo
2	Sin defecto
3	Terroso y fermento

Los dos primeros componentes explican el 83,4% de la variabilidad presente en el conjunto de datos (Figura 5). En consecuencia la aparición de los defectos reposo e inmaduro (grupo 1) se debe a altos contenidos de humedad y pasilla. Así mismo, los defectos sensoriales terroso y fermento están relacionados con altos valores de broca, negros y vinagres y merma. Las muestras que no presentaron defecto también tenían altos valores de trigonelina, sacarosa y lípidos.

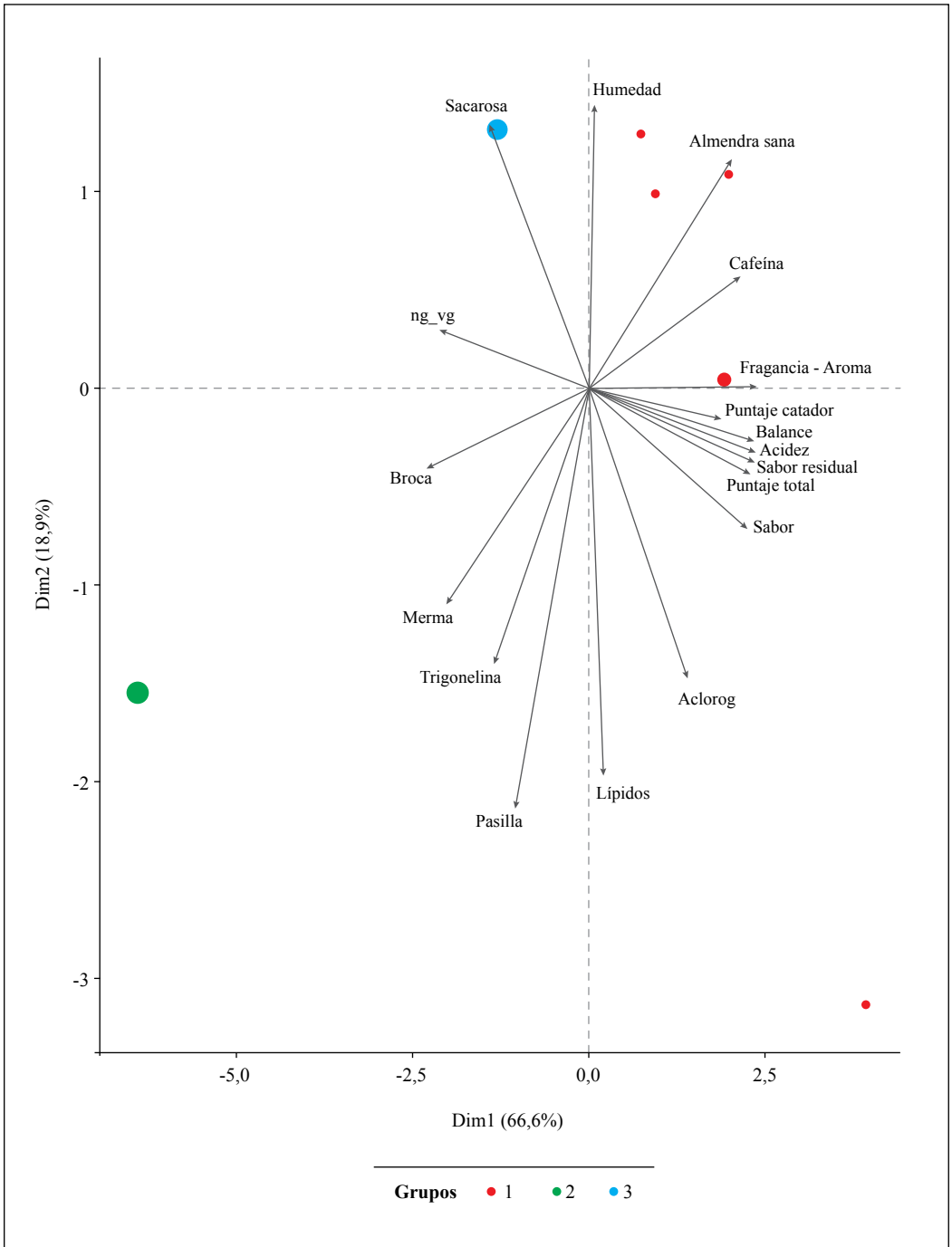


Figura 4. Representación de los dos componentes principales, para los grupos de municipios descritos en la Tabla 11.

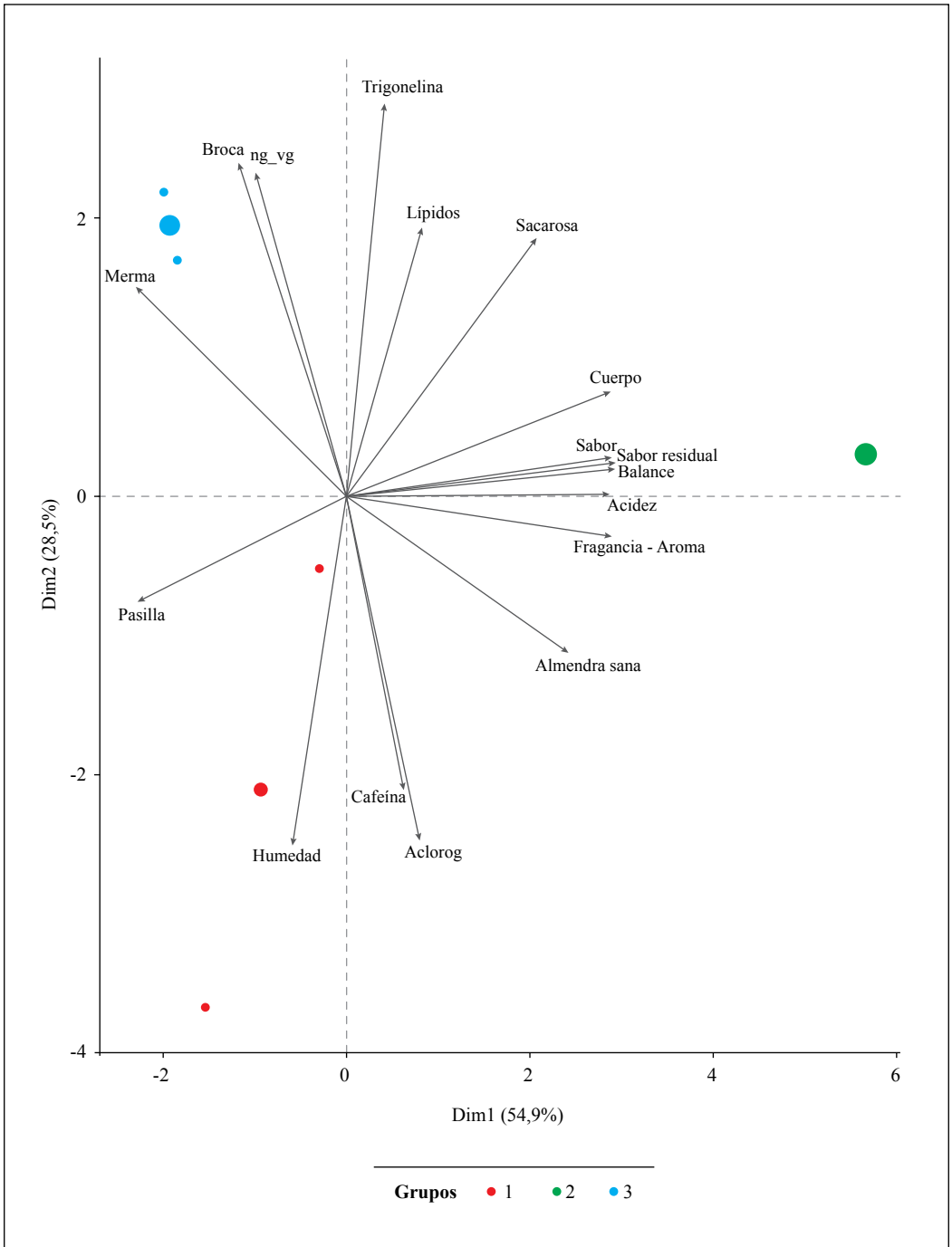


Figura 5. Representación de los dos componentes principales, para los grupos de defectos descritos en la Tabla 12.

Los análisis sensoriales se realizaron bajo la metodología SCA y para el procedimiento de preparación de las muestras se empleó almendra sana, es decir, café sin defectos físicos. Los defectos sensoriales se detectaron en almendras sanas, lo que implica que, aunque los granos no tengan daños visibles, inadecuados procesos de cosecha y beneficio tuvieron impacto negativo en la calidad sensorial. En el caso de defectos como el inmaduro la presencia de granos pintones y verdes se relaciona con el porcentaje de pasillas, pues estos frutos durante el despulpado pueden sufrir daños a su integridad. El defecto reposo se puede asociar con contenidos de humedad por fuera de los rangos óptimos, pues al no cumplirlos se afecta su conservación durante el almacenamiento disminuyendo su vida útil. De igual manera los fermentos pueden asociarse con altos contenidos de granos negros y vinagres que pueden ser causados por inadecuadas condiciones de limpieza de los equipos y/o fermentaciones excesivas durante la remoción del mucílago.

Con los resultados se verificó que para el café del Oriente de Caldas hay relación directa entre la calidad física del café y la ausencia de defectos sensoriales.

Estos resultados indican que la implementación o mejoramiento de las prácticas de poscosecha y las continuas clasificaciones durante todo el proceso de beneficio para evitar los defectos físicos, contribuye de manera simultánea a conservar la calidad sensorial del café de la zona del Oriente de Caldas.

AGRADECIMIENTOS

A los caficultores del Oriente de Caldas, al Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, por apoyar y cofinanciar este proyecto. Al doctor Hernando Duque Orrego, Gerente Técnico de la FNC. Al Servicio de Extensión de Caldas, especialmente a los Coordinadores de Extensión, Extensionistas y Auxiliares de los municipios de Manzanares, Marquetalia, Marulanda, Pensilvania, Samaná y Victoria.

LITERATURA CITADA

- Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. (2016). *Informe de gestión 2016*. <http://www.recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/Informes/2016.pdf>
- Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. (2017). *90 años construyendo bienestar y calidad de vida para las familias cafeteras de Caldas*. <https://www.recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/ElCaficultor/Periodico/2017-08-11-90anos-comite-caldas.pdf>
- dePaula, J., & Farah, A. (2019). Caffeine Consumption through Coffee: Content in the Beverage, Metabolism, Health Benefits and Risks. *Beverages*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.3390/beverages5020037>
- Farah, A. (2012). Coffee Constituents. En Y.-F. Chu (Ed.), *Coffee* (pp. 21–58). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2002). *Resolución Número 5 de 2002. Por medio de la cual se modifica la Resolución No. 02 de 2002 del Comité Nacional de Cafeteros*. <https://federaciondecafeteros.org/static/files/RESOL5-2002.pdf>
- Gallego, C. P., & Rodríguez-Valencia, N. (2021). Identificación de algunas variables fisicoquímicas y microbiológicas asociadas con el defecto reposo en el café. *Revista Cenicafé*, 72(1), e72105. <https://doi.org/10.38141/10778/72105>
- Jurado, J. M., Montoya, E. C., Oliveros, C. E., & García, J. (2009). Método para medir el contenido de humedad del café pergamino en el secado solar del café. *Revista Cenicafé*, 60(2), 135–147. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/188>
- Osorio, V., Pabón, J., Gallego, C. P., & Echeverri-Giraldo, 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., & Silva, J. C. (2018). La Huella del Café. En Servicio Geológico Colombiano & Centro Nacional de Investigaciones de Café (Eds.), *De la Geología al Café* (pp. 145–173). Imprenta Nacional de Colombia. https://doi.org/10.38141/10791/0011_4
- Pabón, J., & Osorio, V. (2019). Factores e indicadores de la calidad física, sensorial y química del café. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila* (pp. 162–187). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0005_7
- Perrone, D., Donangelo, C. M., & Farah, A. (2008). Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*, 110(4), 1030–1035. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.012>
- Puerta, G. I. (1999). Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Revista Cenicafé*, 50(1), 78–88. <http://hdl.handle.net/10778/58>
- Puerta, G. I. (2001). Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos. *Avances Técnicos Cenicafé*, 284, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/562>
- Puerta, G. I. (2009). Los catadores de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 381, 1–12. <http://hdl.handle.net/10778/367>
- Puerta, G. I. (2013a). Calidad del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 3, pp. 81–110). Cenicafé.
- Puerta, G. I. (2013b). La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 352, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/418>
- Puerta, G. I. (2015). Buenas prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: fermento reposado fenólico y mohoso. *Avances Técnicos Cenicafé*, 461, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/675>
- Puerta, G. I. (2016). Calidad física del café de varias regiones de Colombia según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. *Revista Cenicafé*, 67(1), 7–40. <http://hdl.handle.net/10778/676>
- Puerta, G. I., & Pabón, J. (2018). Calidad física y sensorial del café cultivado en el paisaje cultural cafetero de Colombia en Caldas. *Revista Cenicafé*, 69(1), 16–31. <http://hdl.handle.net/10778/1089>
- Selmar, D., Kleinwächter, M., & Bytof, G. (2014). Metabolic responses of coffee beans during processing and their impact on coffee flavor. In R. F. Schwan & G. H. Fleet (Eds.), *Cocoa and coffee fermentations* (pp. 73–81). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17536-17>
- Specialty Coffee Association SCA. (2003). *Cupping Protocols*. <https://sca.coffee/research/protocols-best-practice>