

EVALUACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA EN GRANOS DE CAFÉ DE ZONAS CAFETALERAS DEL ESTADO LARA

PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF COFFEE BEANS FROM COFFEE GROWING AREAS OF THE LARA STATE

Nélida Rosa Mogollón Benítez, María Almerinda Linares Mancini*

Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Lara. Venezuela.

*Correspondencia a: marialinares@ucla.edu.ve

Recibido: 02/10/2024

Aceptado: 23/10/2024

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las características físicas y químicas en granos de café provenientes de zonas cafetaleras del estado Lara, en dos etapas del proceso productivo: recepción de materia prima y tostado. Para la selección de muestras se aplicó una entrevista semiestructurada a productores que tuestan café en la torrefactora local, se determinó densidad, olor, color, defectos, tamaño del grano al café verde y al tostado y molido se le realizó el análisis de densidad, humedad, cenizas, acidez iónica (pH), sólidos solubles (°Brix). Los resultados fisicoquímicos, obtenidos fueron un olor característico y color verde amarillento (NC 801:2010), se observó variedad de tamaños y cuatro (4) tipos de defectos de los granos. El contenido de humedad se encontró dentro de las exigencias de las respectivas normas COVENIN 374-1995. Los sólidos solubles varían de 1,8 a 2,5 °Brix lo cual se ajusta al

mínimo de 1,1% p/v de la norma Técnica Colombiana (NTC 3534). La acidez iónica oscila entre 5,38 y 5,70, superior a la referencia de pH 4,9 a 5,2.

Palabras clave: *café verde, café tostado, características físicas y químicas.*

SUMMARY

The objective of this study is to evaluate the physical and chemical characteristics of coffee beans from coffee-growing areas of the state of Lara, in two stages of the production process: reception of raw material and roasting. For the selection of samples, a semi-structured interview was applied to producers who roast coffee in the local roasting factory, density, smell, color, defects, bean size were determined for green coffee and for roasted and ground coffee, density and humidity analysis was carried out, ashes, ionic acidity (pH), soluble solids (°Brix). The physicochemical results obtained were a

characteristic odor and yellowish green color (NC 801:2010), a variety of sizes and four (4) types of grain defects were observed. The moisture content was found within the requirements of the respective COVENIN 374-1995 standards. Soluble solids vary from 1.8 to 2.5 °Brix, which adjusts to the minimum of 1.1% w/v of the Colombian Technical Standard (NTC 3534). The ionic acidity ranges between 5.38 and 5.70, higher than the pH reference 4.9 to 5.2.

Key words: *green coffee, roasted coffee, physical and chemical characteristics.*

INTRODUCCIÓN

La calidad del café es un atributo multifactorial, resultado de una compleja interacción de procesos que ocurren desde el cultivo hasta el consumo. Esta bebida, popular a nivel mundial, se obtiene a partir de los granos tostados del fruto del cafeto, derivadas de un arbusto de género *Coffea*, de allí, la relevancia de estudiar su calidad.

En este sentido la producción de café de alta calidad es el resultado de una gestión integral desde la selección de las variedades y las condiciones de cultivo hasta las prácticas de postcosecha. La recolección, en particular, es una etapa crucial que determina en gran medida las características sensoriales del café, la cual es el resultado de la compleja

interacción de diferentes factores agronómicos, ambientales, de transformación y de preparación que hacen parte de la extensa cadena productiva del café (Tolessa, *et al.*, 2016).

Asimismo, la selección de frutos maduros en el momento óptimo es fundamental para garantizar la calidad del grano verde y, por ende, del producto final. Se requiere no descuidar ningún factor influyente en la calidad, desde el origen geográfico, suelos, y particularmente, el momento de la cosecha, es decir, la recolección del café, un trabajo minucioso e importante que consiste en escoger los frutos en su punto de maduración del árbol del café, separar el grano del resto, lavarlo y secarlo convenientemente para conseguir el grano perfecto listo para ser tostado.

Según Núñez *et al.*, (2021) la altitud es un factor modificador de las condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo del cultivo de café, pues la temperatura disminuye a mayor altitud. En este orden de ideas, Montoya y Jaramillo (2016) advierten que el rango de temperatura óptima para el cultivo del café está entre 18-21 °C; temperaturas por debajo de este rango prolongan el tiempo para la producción de la planta, mientras que temperaturas superiores afectan el llenado de los frutos.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, los incrementos de las temperaturas influyen negativamente en el rendimiento y la calidad del grano (Ramalho *et al.*, 2018) al provocar desprendimiento de los frutos verdes y la cereza (Da Silva *et al.*, 2017), mayor número de granos defectuosos y de bajo peso (Martins *et al.*, 2015), modificaciones en las características y atributos sensoriales de los granos verdes y tostados (Scholz *et al.*, 2018).

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la calidad de un producto se define por un conjunto de atributos medibles, entre los que destacan los parámetros fisicoquímicos. Este estudio se centra en la evaluación de criterios físicos en granos de café verde y parámetros químicos en café tostado de mezclas de variedades arábica y robusta de zonas cafetaleras del estado Lara, con el fin de generar información técnica para las empresas torrefactoras de la zona y los productores, como contribución al establecimiento de indicadores de autenticidad del café procesado en la región.

METODOLOGÍA

Se analizaron las características físicas y químicas de granos de café en dos etapas del proceso productivo, a saber, recepción de materia prima y en tostado después del primer

crack, utilizando la metodología detallada seguidamente.

La selección de los proveedores se efectuó a través de una entrevista semiestructurada indagando los siguientes aspectos:

- Localidad de origen: municipio y parroquia
- Variedad del café: arábica, robusta o mezcla
- Recolección de cerezas: selectiva, no selectiva o desconocida
- Proceso de secado: a sol en o en camas perforadas, sombreado en camas perforadas, secadoras mecánicas, desconocida.

A. Etapa de recepción de la materia prima.

Se obtuvieron tres (3) muestras de café verde, un (1) proveedor del municipio Morán y dos (2) del municipio Andrés Bello del estado Lara.

B. Etapa de tostado hasta el primer crack.

De los proveedores seleccionados, se obtuvieron tres (3) muestras de café tostado, inmediatamente después del primer crack, aproximadamente a 180°C.

Caracterización en los granos de café verde.

En la evaluación se consideraron los siguientes atributos de apariencia física: olor, color, tamaño del grano, densidad y defectos físicos presentes. El proceso de clasificación se inició con la revisión de la apariencia física de los granos de café verde.

Olor y color.

Determinación efectuada según protocolo descrito en la norma NC–ISO 4149: 2007.

Tamaño el grano.

Se seleccionaron 120 gramos de café verde por muestra, para la determinación de tamaño, considerando los diámetros de 7mm, 6mm, 5mm y menor de 5mm para los tamices 18, 16, 14 y residuos, respectivamente según procedimiento descrito por Núñez y Carvajal (2021).

Defectos del grano.

Se pesaron 300g de café verde por cada proveedor y se procesó según lo establecido en la NC–ISO 4149: 2007 y en consideración a los defectos descritos en la norma NC-801:2010.

Determinación de la densidad.

Se efectuó a muestras de café verde, café tostado (primer crack) en grano y café tostado y molido de cada proveedor, aplicando la relación matemática:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad [1]$$

Caracterización de los granos de café tostado y molido.

Determinación de humedad

Se aplicó el protocolo indicado en la norma COVENIN 374-1995, en el literal 4.1, a razón de cinco (5) réplicas por cada muestra, usando estufa de aire marca VWR 1305U.

Determinación de sólidos solubles y pH.

Para conocer el contenido de sólidos solubles expresados como Grados Brix (°Bx) y el pH se preparó la bebida de café a partir de lo descrito en las Normas COVENIN 924-83 y COVENIN 1315–79 respectivamente. Se utilizó un Brixómetro ocular marca KOMAX para aplicar el método según la norma respectiva.

El parámetro acidez iónica (pH) se determinó por el método potenciométrico, sustentado en la norma COVENIN 1315-79, con la utilización de un pHmetro marca Hach, modelo Sension 4.

Determinación de cenizas.

Determinado según procedimiento descrito por norma COVENIN. 429 – 81, utilizando una mufla marca Thermolyne.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre la base de los objetivos planteados y la metodología utilizada son los siguientes:

De la aplicación de la entrevista se seleccionaron tres (3) proveedores, uno (1) proveniente de zona cafetalera del municipio Morán, parroquia Guarico y dos (2) del municipio Andrés Eloy Blanco, parroquia

Sanare, ubicados a pisos altitudinales entre 1.081 y 1.348 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) respectivamente. Asimismo, la data mostrada en la Tabla 1, revela que las variedades adquiridas son robusta y arábica mezcladas indistintamente, la forma de recolección y el tipo de secado son desconocidos debido a que los proveedores son compradores secundarios.

Tabla 1. Resultados Entrevista aplicada a proveedores.

Proveedor	Procedencia (Municipio/Parroquia)		Variedad	Forma de recolección	Tipo de secado
I	Morán/Guarico		Robusta/Arábico	Desconocido	Desconocido
II	Andrés	Eloy Blanco/Sanare	Robusta/Arábico	Desconocido	Desconocido
III	Andrés	Eloy Blanco/Sanare	Robusta/Arábico	Desconocido	Desconocido

Caracterización física de café verde.

Olor y Color.

Para las tres (3) muestras se obtuvo un olor característico del café crudo, exento de olores extraños (NC 801:2010) y un color verde amarillento (figura 1).



Figura 1. Determinación de olor y color

Tamaño del grano.

La figura 2 muestra la distribución de tamaño de los granos de café para los proveedores evaluados.

El proveedor I posee mayor proporción de granos pequeños y de residuos, 67 y 9%/m, respectivamente, para el proveedor II posee 11%/m de granos grandes, mientras que el proveedor III muestra la menor proporción de residuos con un valor de 5%/m.

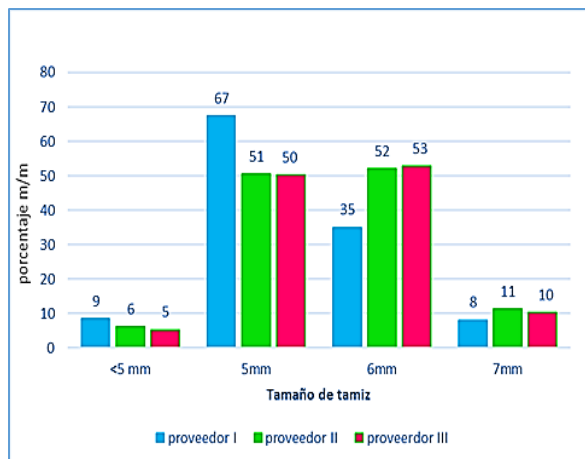


Figura 2. Determinación de tamaño de los granos de café verde por proveedor.

De las observaciones, se evidencia que los proveedores cuentan con mayor proporción de granos medianos y pequeños en su materia prima. Por su parte, en lo que respecta al proveedor I, proviene de la parroquia Guarico el municipio Morán a un piso altitudinal de 1.081 m.s.n.m., mientras los proveedores II y III se ubican a 1.348 m.s.n.m, en la parroquia Sanare, es notoria la diferencia de tamaño; el crecimiento y desarrollo del grano del café están relacionados con factores medio ambientales de las zonas cafetaleras como: altitud, temperatura, luz humedad, precipitación, tipo y características del suelo. Respecto al tamaño hubo un comportamiento

similar, al reportado por Núñez *et al.*, (2021), quienes trabajaron con pisos altitudinales entre 1000 y menos de 1800 m.s.n.m. La figura 3 muestra el tamaño de granos de café en las muestras procesadas.

Defectos del grano de café verde.

Los registros obtenidos en la encuesta por proveedor revelan el desconocimiento del método de recolección de los granos puesto que ellos son compradores secundarios, de igual manera no precisan la forma de secado del grano de café verde.

Se valoró la proporción de granos defectuosos en las muestras de café verde, como un atributo físico de calidad, la figura 4 muestra los cuatro (4) defectos identificados, ellos son: grano en pergamino (grano parcial o enteramente cubierto por su pergamino), granos fermentados, están asociados al café que ha sido almacenado por largos períodos posterior al tratamiento postcosecha, grano negro, pasados de maduración los cuales al sufrir un proceso de oxidación toman una coloración negruzca y grano partido, posiblemente ocasionado durante el trillado.

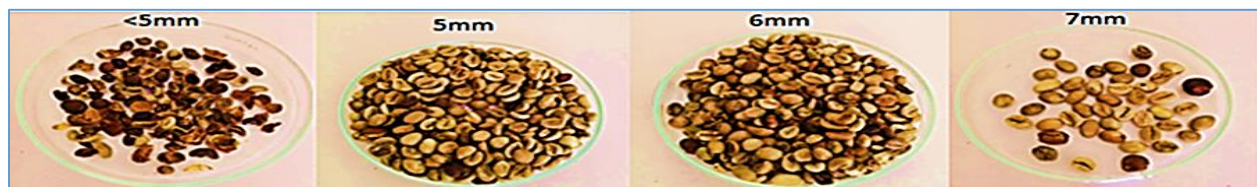


Figura 3. Clasificación de granos café verdes por tamaño.



Figura 4. Defectos de grano verde.

La proporción porcentual de los defectos evaluados para cada uno de los proveedores se muestra en la figura 5, entendiéndose por defecto la categoría dentro de la que se consideran todos aquellos granos que, por un daño mecánico, mal formación, coloración, difieren de un grano normal e inciden en la evaluación final del producto, bien sea porque demeritan la calidad en taza de la bebida o la merma de la masa de café (NC 801: 2010)

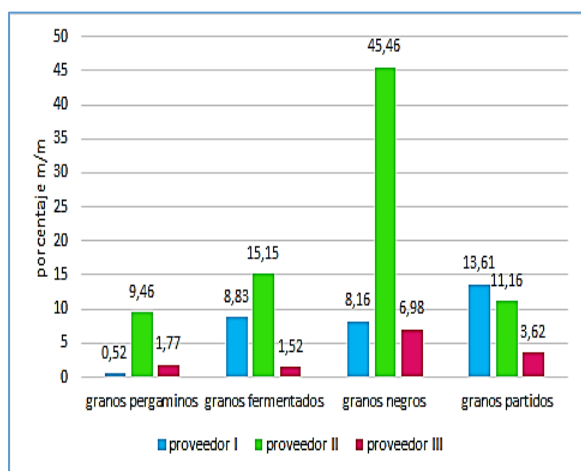


Figura 5. Análisis de defectos de granos de café verde por proveedor

En el análisis por defectos, se evidencia que el proveedor II adquirió mayor porción en granos negros con un valor de 45,46% m/m,

se observa que el proveedor III el cual presentó un comportamiento similar, en cuanto al tamaño que el proveedor II, el mismo posee menos porcentaje de defectos evaluados, lo que se podría estimar que el proveedor III posee una mejor calidad de granos verde.

Sobre la base de estas evidencias, la presencia de defectos se asocia con diferentes grados de maduración de la materia prima, lo que generó una alta proporción de granos negros, posiblemente la causa de aparición se relaciona con la falta de agua durante el desarrollo del fruto, retraso entre la recolección y el despulpado, problemas de nutrientes en el suelo, fermentaciones prolongadas, interrupciones largas en el proceso de secado, almacenamiento húmedo del producto, entre otros. Al respecto, Caviades (2017) expone que la presencia de granos brocados, agrios y negros generan perfiles organolépticos defectuosos con baja calidad de bebida.

A razón a los defectos del grano, la norma ISO 10470 estima el impacto de los defectos sobre la incidencia sensorial y pérdida de masa de proceso por la multiplicación de cada porcentaje por el coeficiente encontrado en la mencionada norma, los valores obtenidos son equivalentes a: “*Unidades de Impacto en la Calidad*” la cual se expresan en la Tabla 2, para la merma en masa se aplica un factor de incidencia de 0,0 y 0,5 para granos negros, fermentados y pergaminos respectivamente,

en el caso de incidencia sensorial con factores de 0,5, 1 y 0 de igual modo para granos negros, fermentados y pergaminos.

De lo mostrado en la tabla mencionada se considera que el proveedor II tiene una calidad de grano que incide con mayor proporción sobre la pérdida en masa, de igual forma, con mayor incidencia sobre las características sensoriales sobre la taza de café.

Tabla 2. Unidades de impacto de calidad por proveedor.

Unidad de impacto de calidad	Impacto en la pérdida en masa (%m/m)			Incidencia sensorial (%m/m)		
Granos negros	0	0	0	4,08	22,73	3,49
Granos fermentados	0	0	0	8,83	15,15	1,52
Granos pergaminos	0,26	4,73	0,89	0	0	0
Proveedor	I	II	III	I	II	III

Determinación de la densidad.

Como parte de la descripción física se determinó la densidad de los granos de café verde, granos de café tostado luego de dar el primer crack y café tostado y molido.

El parámetro densidad indica cuán compacta es una sustancia, en esencia, la densidad del café es la masa de un grano de café en proporción a su volumen, en este

propósito, la densidad del grano de café es un dato importante para los tostadores, los compradores de café verde y los comerciantes. A menudo se considera un indicador simple de calidad, pero es mucho más que eso.

La altitud es uno de los principales factores que afectan a la densidad de los granos de café. A mayor altitud, las cerezas del café

maduran más lentamente, los granos son más densos. También contienen mayores niveles de azúcar, lo cual da lugar a perfiles de taza más complejos y dulces, por lo cual son más buscados (Calderón, 2021).

La figura 6 evidencia que los granos verdes de los proveedores I y II son menos densos que los del proveedor III, el cual reporta un valor de 0,61 g/mL, ligeramente inferior a lo obtenido por Márquez *et al.*, (2020) el cual reporto densidad de 0,741 g/mL, variando de 0,694 a 0,781 g/mL, clasificado como de media a alta densidad.

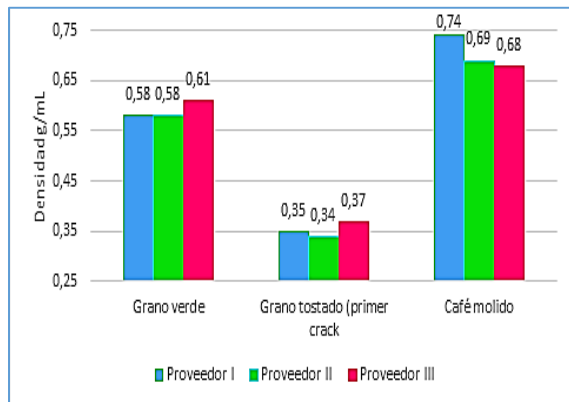


Figura 6. Densidad de café verde, grano de café tostado y café molido.

Los autores Alarcón *et al.*, (1996), Wintgens, (2004), Jaramillo & Guzmán, (1984), sostienen que los granos de café con mayor masa, generan una densidad más alta y está relacionada con la mayor altitud de producción, por disminución de temperatura se ocasiona un alargamiento en el proceso de maduración de la cereza y un mejor llenado

del grano por la mayor concentración de ácidos grasos, azúcares y consecuente producción de granos de mayor masa y con mejor calidad de bebida.

En el mismo orden de ideas, posterior al tostado se observa una disminución de la densidad de los granos, pero se mantiene el mismo comportamiento de los granos verdes por cada proveedor, caso contrario se observa en café molido.

La masa de café varía principalmente por el grado de madurez, aumenta al pasar de inmaduro a maduro y disminuye al secarse (Mendoza *et al.*, 2023)

Según Duicela (2011), expresa que cuando se tiene valores de densidad para café verde superiores 0,650 g/mL, se cataloga como un café de alta densidad, lo que es característico en los cafés frescos y bien procesados.

Los granos más blandos o menos densos, contienen más aire, esto ralentiza la transferencia de calor a través del grano, significa que, a mayor temperatura de carga, se corre el riesgo de quemar el exterior del grano, también conocido como *tipping*, o *scorching*.

Por el contrario, si se trata de granos más duros o densos, se empieza con una temperatura mayor para tener en cuenta la

falta de aire y la estructura más compacta de los granos (Calderón 2021)

Determinación de humedad en café molido

En el café tostado y molido procesado en el laboratorio, revela niveles establecidos en la norma de referencia, COVENIN 46:2017, es decir, máximo 5% p/p, los resultados obtenidos evidencian la adecuada pérdida de agua durante el proceso de tostado responsable en gran parte de esta característica en el producto final.

La figura 7 representa los valores de humedad para el café tostado y molido, por cada proveedor, obteniéndose en el proveedor III, mayor pérdida de humedad, con un valor de $1,390\% \text{m/m} \pm 0,087$.

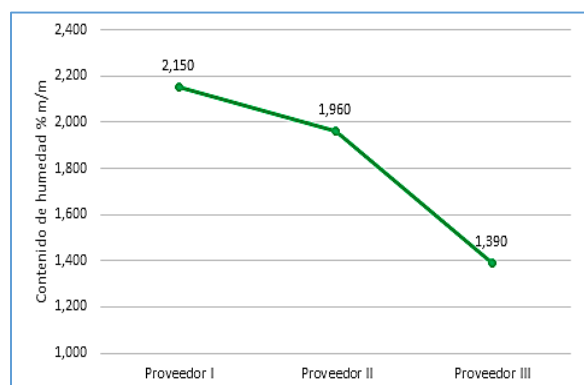


Figura 7. Determinación de humedad del café molido.

La importancia del contenido de humedad en el café molido radica en lo mencionado por Castaño y Torres (1999), valores más altos de lo tolerado pueden acelerar el deterioro del

producto, estimulando el desarrollo de microorganismos como los hongos; además del deterioro de los lípidos presentes, con lo que coincide Fermín y *et al.*, (2012).

Determinación de cenizas.

En la determinación de cenizas, se obtuvo un porcentaje entre $4,0 \% \text{m/m} \pm 0,262$ y $4,204\% \text{m/m} \pm 0,187$ de los proveedores I y III, respectivamente.

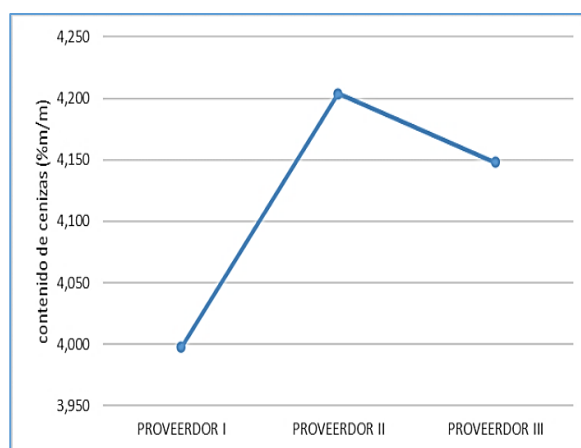


Figura 8. Contenido de cenizas en café tostado y molido.

Determinación de acidez iónica (pH) y sólidos solubles

Según Valencia *et al.*, (2015) el pH del café es otro factor importante para la determinación de la calidad, con influencia significativa sobre el sabor, su valor oscila entre 4,9 y 5,2, cuando el café tiene un pH menor a 4,9 éste adquiere un sabor ácido y superior a 5,2 es más amargo.

Los resultados obtenidos se encuentran entre 5,38 para el proveedor I y 5,70 para el

proveedor III (figura 9), para la calidad del café procesado se infiere que posee una tendencia a sabor amargo, posiblemente debido a la mezcla de café arábico y robusta. Según la NMX-F-139-1981 establece que el pH del café soluble debe estar entre un rango de 4,4 y 5,5, los proveedores II y III superan esta referencia, cabe resaltar que la muestra se recolectó en aproximadamente 180°C, justo luego de darse el primer crack.

El proceso de tostado induce cambios significativos en el pH del grano. Durante las primeras etapas del tostado, se produce una disminución del pH debido a la formación de ácidos orgánicos como el fórmico, acético y glicólico. No obstante, un tostado prolongado conlleva la degradación de estos ácidos, lo que resulta en un aumento del pH (Villasmil y Linares, 2022).

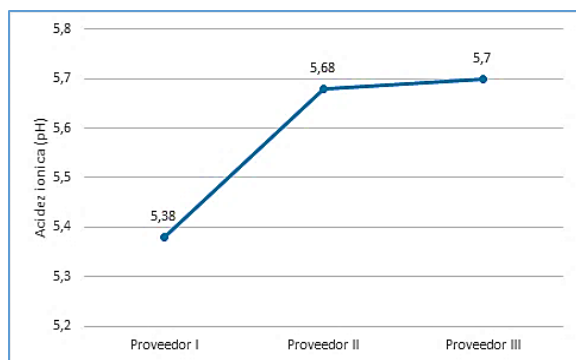


Figura 9. Acidez iónica (pH) para café tostado y molido.

Los resultados de sólidos solubles totales se reportan como grados Brix, según el

método de COVENIN 924-83. En la figura 10, muestra los valores en un rango de 1,8 °Brix para el proveedor II y 2,5 °Brix para el proveedor III. Estos datos se encuentran dentro de las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 3534, tomada como referencia en ausencia de normativa nacional, la cual establece un valor mínimo de 1,1% m/v de sólidos solubles presentes.

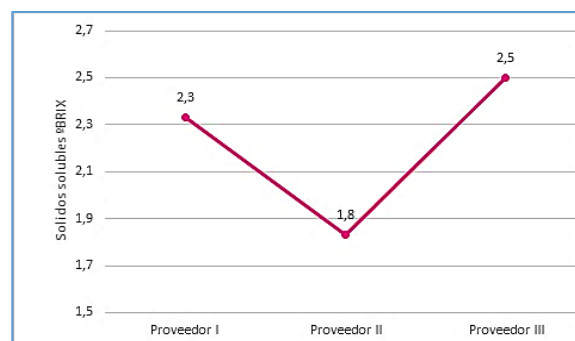


Figura 10. Contenido de sólidos solubles (°Brix) para café tostado y molido

Es significativo resaltar que el comportamiento de sólidos solubles varía de acuerdo a diversos factores, por ejemplo, Puerta (2000), reporta un rango de °Brix entre 1 y 2 con respecto al rango de pérdida en masa durante el tostado, justificando además que a mayor grado de tostación se intensifican los atributos organolépticos y fisicoquímicos.

Por su parte, Puerta (2008), sobre la calidad en taza de mezclas preparadas con granos de café arábica y robusta, reporta sólidos solubles de la bebida de café de la variedad robusta superiores a los de variedad

arábica, este parámetro depende tanto de la composición química del café o de la mezcla, como del grado de tostado, grado de molienda, tiempo de contacto del café y el agua, la calidad del agua, temperatura y el tipo de preparación de la bebida, este mismo autor reporta valores de °Brix entre 0,95 y 2,20.

CONCLUSIÓN

El análisis del café verde reveló que los granos tienen las características esperadas para este tipo de producto en cuanto a su apariencia y aroma. Además, se encontró que la mayoría de los granos son de tamaño mediano o pequeño.

El estudio concluye que el proveedor III ofrece un café de mejor calidad debido a una menor cantidad de defectos y a las condiciones de cultivo a mayor altitud. Esto se traduce en una taza de café con mejores características sensoriales y, por lo tanto, en un producto más atractivo para los consumidores.

Todos los proveedores presentaron niveles de humedad significativamente más bajos que el límite establecido en la norma COVENIN 46:2017.

Los proveedores II y III superan los valores de pH establecidos en la norma NMX-F-139-1981 este parámetro se ve

influenciado por el grado de tostado y la muestra se tomó después del primer crack, 180°C aproximadamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón M., Aldazabal, M., Martínez, J. (1996). Influencia del sol y la sombra en la calidad y el rendimiento del grano de café. Centro Agrícola 23(3):11-16.
- Calderón, T (2021). Entendiendo la densidad del grano de café. Revista electrónica. PDG. Disponible en: (<https://perfectdailygrind.com/es/2021/08/17/entendiendo-la-densidad-del-grano-de-cafe/>). Consulta: enero 2024
- Castaño, J. y M. Torres. (1999). Características de la tostión de algunos subproductos de la trilla de café. Cenicafé 50 (4): 259-285.
- Da Silva, F., Da Silva, F., Sales, R., Ferraz, G., De Barros, M. (2017). Meteorological variables and soil moisture in the detachment force coffee fruit. Coffee Science, 12(4), 480-485.
<http://dx.doi.org/10.25186/cs.v12i4.1351>
- Fermín, N., Galán, H., García, J., Bracho, N. (2012) Evaluación de la calidad

- físicoquímica y sensorial de tres marcas comerciales de café tostado y molido, Revista Científica UDO Agrícola 12 (2): 428-438.
- Jaramillo R., Guzmán M. (1984). Relación entre la temperatura y el crecimiento en *Coffea arabica* L. variedad Caturra. CENICAFE 35(3): 57-65.
- Márquez, F., Huamán, S. Carrión, H., Peña, J., Cabrera, S. (2020), Caracterización de la calidad física y sensorial de café de Cirialo – La Convención Cusco-Perú, Rev. Tayacaja 3(2); ISSN: 2617-9156; 40 – 52
- Martins, E., Aparecido, L., Santos, L., Mendonça, J., De Souza, P. (2015). Weather influence in yield and quality coffee produced in South Minas Gerais region. Coffee Science, 10(4), 499-506.
<http://doi.org/10.25186/cs.v10i4.959>
- Montoya, E., Jaramillo, A. (2016). Efecto de la temperatura en la producción de café. Revista Cenicafe, 67(2), 58-65.
<https://www.cenicafe.org/es/publications/4.Efecto.pdf>
- NMX-F-139-SCFI-2010. Café puro soluble, sin descafeinar o descafeinado, especificaciones y métodos de prueba, pp 3-6.
- Norma COVENIN 1315 – 79. *Alimento. Determinación de pH.*
- Norma COVENIN 374 – 1995. *Granos de cacao. Determinación de humedad.* (1era revisión).
- Norma COVENIN 429 – 81. *Café elaborado. Determinación del contenido de Cenizas y sus características.*
- Norma COVENIN 924 – 83. *Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractómetro.*
- NORMA CUBANA, 801: 2010, *Café verde — Especificaciones de calidad*
- Norma Cubana, ISO 4149: 2007 (Publicada por la ISO en 2005) *café verde— examen olfativo y visual— determinación de materias extrañas y defectos (ISO 4149:2005, IDT)*
- NTC 3534 de 2007. *Café Tostado, en Grano o Molido. Requisitos fisicoquímicos.* Bogotá – Colombia
- Núñez, J., Carvajal, J., Mendoza, O. (2021). *Tamaño y peso de granos de café en relación con rangos altitudinales en zonas cafetaleras de Toledo, Norte de Santander (Colombia).* Ciencia y

- Tecnología Agropecuaria, 22(2), e1820.https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1820
- Puerta, G. (2000). Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arábica* L. *Cenicafé* 51(1): 5-19
- Puerta, G. (2008). calidad de la taza de mezclas preparadas con granos de *Coffea arábica* L. y *C. canephora*, *Cenicafé*, 59(3):183-203
- Ramalho, J., Pais, I., Leitão, A., Guerra, M., Reboredo, F., Máguas, C., Carvalho, M., Scotti, P., Ribeiro, A., Lidon, F., DaMatta, F. (2018). Can elevated air [CO₂] conditions mitigate the predicted warming impact on the quality of coffee bean? *Frontiers in Plant Science*, 9, 287. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00287>
- Scholz, M., Kitzberger, C., Prudencio, S., Da Silva, R. (2018). The typicity of coffees from different terroirs determined by groups of physico-chemical and sensory variables and multiple factor analysis. *Food Research International*, 114, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.058>
- Tolessa, K., Rademaker, M., De Baets, B. y Boeckx, P. (2016). Prediction of specialty coffee cup quality based on near infrared spectra of green coffeebeans. *Talanta*, 150, 367-374. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.12.039>.
- Valencia J., Pinzón M., Gutiérrez R. (2015). Caracterización fisicoquímica y sensorial de tazas de café producidas en el departamento del Quindío. *Revista Alimentos hoy*; Vol. 23, Núm. 36, pp 153-154
- Wang, N., Lim, L. (2012). Fourier transform infrared and physicochemical analyses of roasted coffee. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(21), pp. 5446-5453
- Wintgens, J. (2004). Factors Influencing the Quality of Green Coffee. In J, Wintgens. Eds.
- Villasmil, M. Linares, M. (2022). Efecto de la variación de la temperatura final de tostado sobre las características físico-químicas de mezclas de café Arábico. *Revista de Ciencia y Tecnología / Agrollanía* / Vol. 21 / Año 2022 / 37-50 / ISSN 2665-0053

Mendoza, B., Pincay, J., Bravo, R. (2023).
Influencia de la cosecha de café
maduro y verde sobre la calidad física
y organoléptica del café (*Coffea*
Arábica L). Agrosilvicultura y
Medioambiente Volumen 1, Número
1

Duicela, L. (2011). Manejo sostenible de
fincas cafetaleras: Buenas prácticas en
la producción de café arábigo y
gestión de la calidad en las
organizaciones de productores.
Portoviejo, EC. s.e.310 p