

PERFIL DE TEMPERATURA DEL CAFÉ ELIPSOIDAL CON DIFERENTE TAMAÑO.**VARGAS G.¹, CERDAS C.², BARRANTES S.³, ABARCA Y.⁴, VIÑAS A.⁵**

1 D. Sc., Profesor, CIGRAS-Universidad de Costa Rica, (506) 2511-8820, guillermo.vargaselias@ucr.ac.cr

2 Ing. Agrícola y de Biosistemas, Universidad de Costa Rica, (506) 87262504, carlos.cerdasgerena@ucr.ac.cr

3 Ing. Agrícola y de Biosistemas, Universidad de Costa Rica, (506) 83209985, sergio.barrantes@ucr.ac.cr

4 Estudiante de Agronomía, Universidad de Costa Rica, (506), 86611132, yailyn.abarca@ucr.ac.cr

5 Estudiante de Agronomía, Universidad de Costa Rica, (506) 84514085 ariana.vinas@ucr.ac.cr

RESUMEN: El café con forma elipsoidal es considerado como un café exótico en Costa Rica y su precio es semejante al de calidad especial. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo de predicción para el tueste de café con diferente tamaño y en forma elipsoidal. Los granos fueron clasificados por su forma en zarandas con perforaciones oblongas y tamaño 10, 12 y 13. Se utilizó un tostador convencional de construcción nacional con cilindro rotativo y perforado. Se utilizó como fuente de energía gas propano. La cámara de torrefacción fue provista de un termopar tipo K y los registros de temperatura fueron transmitidos a la computadora cada 20 s, con una interfase del programa ScanLink2. Se ajustó un modelo matemático desarrollado para el tueste de granos planoconvexos y su coeficiente de determinación fue mayor a 99 %. Los coeficientes de los modelos presentaron una relación directa con el tamaño de los granos. Se determinó que los granos pequeños disminuyeron la temperatura del tostaron hasta el mínimo, aumentando el tiempo.

PALABRAS-CLAVE: *Coffea arabica*, caracolillo, perfil de tueste y ajuste matemático.

ROASTING PROFILE IN PEABERRY COFFEE WITH DIFFERENT SIZES

ABSTRACT: The peaberry coffee is recognized as an exotic coffee in Costa Rica and its price is similar to that special quality. The objective of this work was to develop a prediction model for roasting coffee with different sizes and ellipsoidal shape. The beans were classified by their shape into sieves with oblong perforations with sizes 10, 12 and 13. A drum roaster of national construction with a rotary and perforated cylinder was used. The energy source was a gas propane. The roasting chamber was provided with a type K thermocouple and the temperature records were transmitted to the computer every 20 s, with an interface from the software ScanLink 2. The mathematical model was developed for roasting beans with a flat-convex shape were adjusted and their coefficient of determination was greater than 99%. The coefficients of the models presented a direct relationship with the size of the grains. There is a relationship between the small beans with minimal temperature and increased roasting time.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, ellipsoid, roast profile and mathematical adjustment.

INTRODUCCIÓN: El tamaño y la forma son características físicas de la calidad del café, que dependen de la variedad, las prácticas culturales, el clima y la elevación (ALFARO, 2015). El grano plano convexo predomina en la comercialización y la forma elipsoidal conocido como caracolillo es utilizado a nivel interno del país. La fecundación de un sólo óvulo, hace que se desarrolle un único grano, llenando el espacio vacío dejado por el otro y tomando la forma redondeada, el fruto de café al contener una única semilla se ve favorecida por una mayor acumulación de nutrientes, lo que incrementa la concentración de azúcares, por su forma este grano se puede tostar de manera más uniforme lo que ayuda a mejorar la forma en que se

perciben los perfiles de sabor de la taza, la cual puede presentar tonalidades a chocolate (TEIXEIRA, 1999, citado en CAMPOS, 2016).

La probabilidad que aparezca el café elipsoidal en la plantación es baja, un análisis granulométrico determinó valores entre 5 y 15 % a partir de las muestras obtenidas de 12 beneficios de la Zona de los Santos con elevación entre 950 y 1820 msnm (ALFARO, 2015). El perfil de temperatura es un indicador de la rapidez del proceso y su aplicación permite la predicción del nivel de tueste del café (ABARCA, 2017), para un tostador convencional la rapidez es directamente proporcional con la cantidad de gas quemado, el cual es regulado por la abertura de salida (PORRAS *et al.*, 2019). La torrefacción permite desarrollar los aromas y sabores de los granos de café, conocer las formas y los tamaños es importante para un mejor nivel de tueste, el objetivo de este trabajo fue desarrollar un modelo de predicción para el tueste de café con diferente tamaño y en forma de elipsoide.

METODOLOGÍA: La investigación se realizó en el Centro de Investigaciones para Granos y Semillas de la UCR. Se utilizó granos de café variedad catuaí rojo *Coffea arabica* L., cosecha 2018-2019 proveniente de León Cortés, cultivados a 1800 msnm bajo el proceso semiseco (*honey*). Se realizó una clasificación física y se separó el grano elipsoide (caracolillo) manualmente en cribas oblongas de calibres número 10, 12 y 13 según metodología descrita por Alfaro (2015). Se utilizó el tostador convencional con cilindro rotativo de calentamiento y quema de gas propano con paso de gas completamente abierta (Figura 1.A). Se registró la temperatura con un sistema de adquisición de datos y termopares tipo K ubicado en el interior de la cámara de torrefacción. El sensor está acoplado a un escáner de 12 canales marca Cole-Parmer Instrument Company, modelo 92000-00 Benchtop de 115V con transmisión a puerto serial de 9 pines hacia la computadora con el programa ScanLink 2.0. La torrefacción inició con la temperatura interna a 280 ± 1 °C. Se seleccionaron dos submuestras de 600 g por cada tamaño de grano en balanza digital de la marca Boeco, modelo BPS 51 plus $\pm 0,01$ g (Figura 1.B).

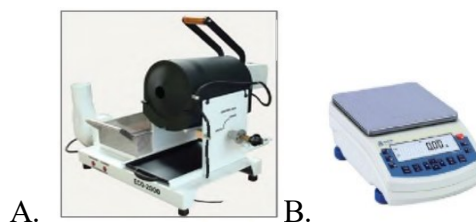


Figura 1. A.Tostador convencional; B.Balanza de precisión.

En la Figura 2 se presentan los granos antes y después del tueste, se reportó la diferencia de masa relativa (SCHENKER, 2001).



Figura 2. Granos de café caracolillo en tres tamaños antes y después.

Perfil de tueste: Los modelos matemáticos ajustados fueron el desarrollado por Abarca (2017) y el modificado por Barrantes (2021). El ajuste se realizó por regresión no lineal en programa SigmaPlot14, con el máximo coeficiente de determinación y aleatoriedad de los residuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 3 presenta las líneas correspondientes al ajuste del perfil de temperatura para cada tamaño de grano en n° 10, 12 y 13.

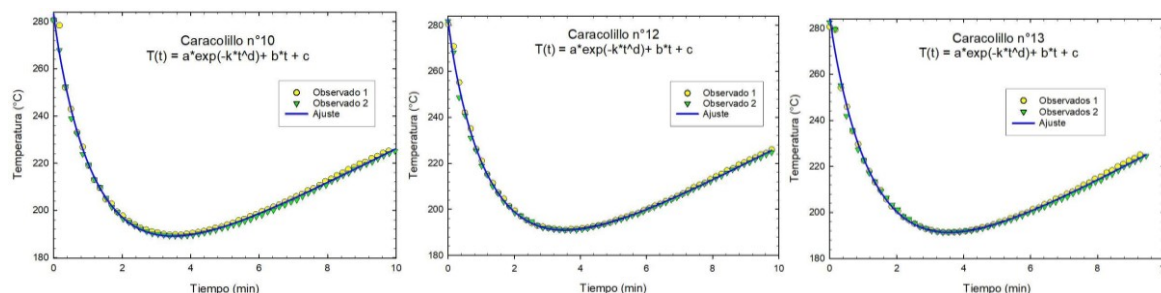


Figura 3. Perfil de tueste para los granos de café en forma elipsoidal en dos repeticiones.

El tiempo de torrefacción disminuyó conforme aumentó el tamaño de los granos en aproximadamente 30 s. El café con tamaño n°13 se expandió más que los granos n°10, produciendo un calentamiento del tostador más rápido de 7,8 °C/min (cuadro 1). La razón de calentamiento (b) fue similar a 7,3 °C/min determinado en los granos con forma plano convexo proveniente de la misma finca (VARGAS *et al.*, 2021), la razón fue similar a 7,8 °C/min determinado para grano más seco en la ecuación original (ABARCA, 2017).

CUADRO 1. COEFICIENTES DETERMINADOS PARA EL TAMAÑO DE GRANO.

Tamaño N°	a (T_1) (°C)	b (T) (°C/min)	a (T_1) (°C)	K (min^{-1})	D (decimal)	R^2 Dec	SEE (°C)
10	152,5116	7,3644	130,8065	0,7708	0,9292	0,9950	1,3720
12	152,5319	7,4520	130,0368	0,7554	0,9006	0,9976	0,9172
13	151,1746	7,7895	134,1372	0,7214	0,9336	0,9927	1,7011

SEE: error estándar de estimación.

El coeficiente (k) del término exponencial representa la rapidez en que se enfría el tostador con el ingreso de los granos. En este experimento fue máximo para el grano más pequeño, lo que indica que la muestra contiene mayor número de granos con respecto a una misma masa.

El modelo matemático de 3 términos y 4 coeficientes representó el efecto del tamaño en el café caracolillo (figura 4). Las funciones tienen una tendencia con el orden de tamaño en los granos y principalmente en el coeficiente de enfriamiento y al factor lineal de calentamiento (b).

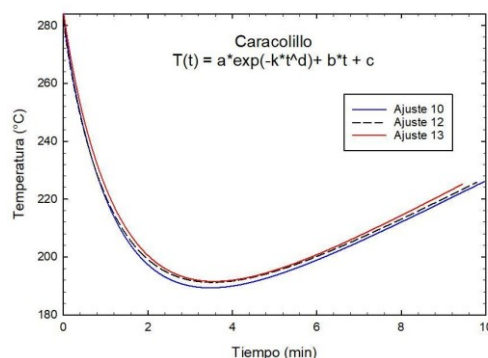


Figura 4. Perfil de tueste para los granos de café en forma elipsoidal con tres tamaños.

El análisis de los residuos de la figura 5 muestra el calentamiento de los granos en un ámbito desde 188 a 225 °C, así como los residuos son distribuidos en el tiempo de la torrefacción. Las variaciones se estabilizaron después de dos minutos y la tendencia de los residuos es aleatoria.

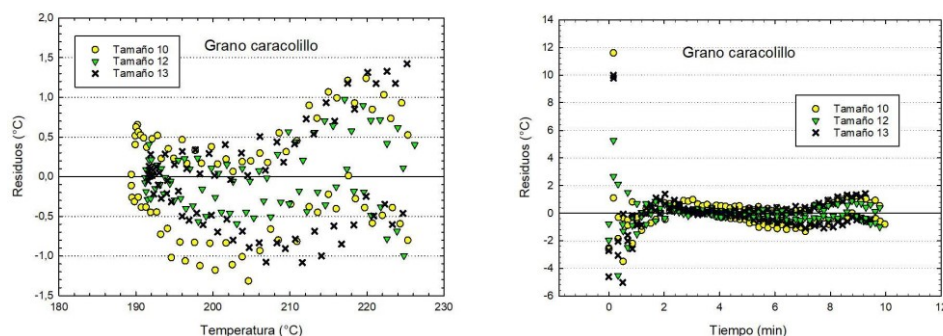


Figura 5. Residuos de la temperatura del perfil de tueste de los granos de café.

El modelo matemático se aproximó adecuadamente con variaciones menores a $\pm 1,5$ °C. Se observó un cambio en los residuos en aproximadamente 209 °C, que coincidió con el ámbito de 204 a 213 °C en que ocurrió la primera fractura en los granos (*first crack*).

En las mismas condiciones de torrefacción los granos con forma elipsoidal expandieron menos que los granos planos convexos en al menos 10 % (VARGAS *et al.*, 2021).

CONCLUSIÓN: La temperatura en el café con forma elipsoidal es descrita por un modelo exponencial y lineal, lo que permite la predicción del nivel de tueste en función de su temperatura y tamaño de los granos

BIBLIOGRAFÍA:

- ABARCA M., R. **Estudio del proceso de torrefacción del café (*Coffea arabica*) en tostador convencional**. 2017. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, 2017. Recuperado de: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/75352>.
- ALFARO, Verónica. **Efectos de la altitud sobre las características físicas y organolépticas del café de la zona de Los Santos**. 2015. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, U.C.R., 2015. Recuperado de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2944>.
- BARRANTES M., Sergio. **Efecto del Tipo de Beneficiado en la Torrefacción de los granos de café (*Coffea arabica*)**. 2021. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, 2021.
- CAMPOS, Renata. **Propriedades físicas dos grãos de café moca durante o processo de torra**. 2016. Tesis de maestría. Universidade Federal de Viçosa, 2016. Recuperado de: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8340/1/texto%20completo.pdf>
- PORRAS Z., M.; VARGAS-ELÍAS, G.; ARAÚZ M., L.; ABARCA A., Y. Efecto de la temperatura en la rapidez del tostado de café. **Revista Tecnología en Marcha**, v. 32, n. 7, p. Pág. 20-27, 23 abr. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4255>.
- SCHENKER, S. **Investigations on the hot air roasting of coffee beans**. Tesis Doctorado. Zurich: ETH.2000 Disponible en: <https://doi.org/10.3929/ethz-a-003889071>.
- VARGAS-ELÍAS, G.; CERDAS GERENA, C.; BARRANTES MONTOYA, S.; CASTILLO VIVES, J.; ROJAS VÁSQUEZ, F. 2021. Efecto del tostador en el perfil de tueste en café especial con diferente tamaño. Capítulo 18, In: **Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação 2**. DOI: 10.22533/at.ed.459210405. Editorial ATENA. <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/49293>.