

# Modelo empírico para el cambio en la coloración del café durante el tostado en un sistema de lechos fuente en multietapa

G. M. Guatemala Morales<sup>2,+</sup>, L. Virgen Navarro<sup>2,\*</sup>, J. García Fajardo<sup>2</sup>, A. Alba Rangel<sup>2</sup>, R.I. Corona González<sup>1</sup>, E. Arriola Guevara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química, C.U.C.E.I. Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 4430. [arriole@hotmail.com](mailto:arriole@hotmail.com)

<sup>2,+</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C., Avenida Normalistas N° 800, Colonia Colinas de la Normal, CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México. [gguatemala@ciatej.net.mx](mailto:gguatemala@ciatej.net.mx)

\* **Luis Virgen Navarro**

+ **Guadalupe M. Guatemala Morales**, [gguatemala@ciatej.net.mx](mailto:gguatemala@ciatej.net.mx). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C., Avenida Normalistas N° 800, Colonia Colinas de la Normal, CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México.

*Área del Conocimiento: Ingeniería Química*

---

La clave del café de mejor calidad está en el proceso de tostado. Durante este proceso los cambios en la coloración son evidentes y se deben principalmente a la descomposición térmica y la pirólisis de los compuestos orgánicos acompañada de destilación seca. A fin de producir una bebida de calidad es importante que el tostado se realice de la manera correcta y uniforme. Por otra parte, el sistema de lechos fuente en multietapa presenta un buen mezclado y un contacto efectivo fluido-partícula, que posibilita el uso de aire de calentamiento a altas temperaturas, proporcionando un producto tostado uniforme y limpio (Guatemala 2007). En el presente trabajo se desarrolló un modelo empírico para describir, dentro del rango de operaciones utilizado, el comportamiento del cambio en la coloración respecto al tiempo ( $t$ ) y a la temperatura del aire ( $T_A$ ). Para tal efecto se llevaron a cabo experimentos utilizando temperaturas del aire de tostado de 400-500 °C. Para medir la coloración del café se utilizó el espacio de color CIE 1976 L\*a\*b\* (iluminante D65 y observador patrón a 10°). De los tres parámetros probados, sólo la luminosidad, L\*, presentó un comportamiento definido a través de las diferentes temperaturas de aire. Los resultados experimentales mostraron que, para este sistema, la temperatura de inicio de tostado se encuentra cuando la temperatura del grano es de 186 °C. El modelo desarrollado dentro intervalo experimentado representa a los datos en un 95%.

**Palabras Clave:** lechos fuente; tostado de café; modelo empírico; color.

# Empirical model for color changes during coffee roasting in a multi-stage spouted bed system

G. M. Guatemala Morales<sup>2,+</sup>, L. Virgen Navarro<sup>2,\*</sup>, J. García Fajardo<sup>2</sup>, A. Alba Rangel<sup>2</sup>, R.I. Corona González<sup>1</sup>, E. Arriola Guevara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química, C.U.C.E.I. Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán 1421, Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 4430. [arriole@hotmail.com](mailto:arriole@hotmail.com)

<sup>2,+</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C., Avenida Normalistas N° 800, Colonia Colinas de la Normal, CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México. [gguatemala@ciatej.net.mx](mailto:gguatemala@ciatej.net.mx)

\* **Luis Virgen Navarro**

+ **Guadalupe M. Guatemala Morales**, [gguatemala@ciatej.net.mx](mailto:gguatemala@ciatej.net.mx). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C., Avenida Normalistas N° 800, Colonia Colinas de la Normal, CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México.

*Área del Conocimiento: Ingeniería Química*

---

**Abstract:** The roasting process is a key step to achieve good coffee quality. During this process the color changes are evident and are mainly due to thermal decomposition and organic compounds pyrolysis with dry distillation. In order to produce a quality beverage, a correct and uniform roasted is required. Moreover, the multistage spouted bed system shows a good stirring and an effective fluid-particle contact that allows using air as heating medium, providing a uniform clean roasted product (Guatemala, 2007). In this work an empirical model to describe color changes behavior with time ( $t$ ) and air temperature ( $T_A$ ), within used operating range, was developed. For this purpose experiments were conducted using air temperatures of 400-500 °C. To measure coffee color the CIE 1976 L\*a\*b\* space color (illuminant D65 and 10° standard observer) was implemented. From the three parameters tested only lightness, L\*, presented a well-defined trend at different air temperatures. Experimental results showed, for this system, that the initial roasting temperature corresponds to 186°C inside the grain. The model represents experimental data in 95%.

**Keywords:** spouted bed; roasting coffee; empirical model; color.