



Luis Alejandro Durán-Hernández

División de Ciencias e Ingenierías Campus León, Universidad de Guanajuato

Loma del Bosque 103, 37150 León Guanajuato, México

Licenciatura en Ingeniería Química Sustentable

(Fecha: 24 de noviembre de 2025)

## I Gráficas experimentales

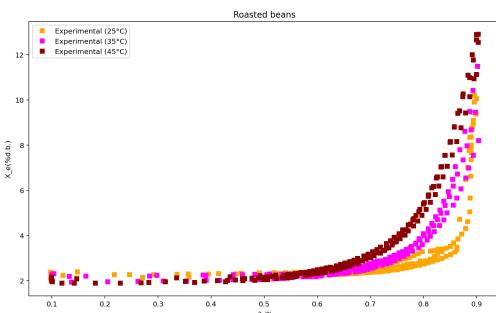


Figura 1: Datos experimentales para Roasted Beans.

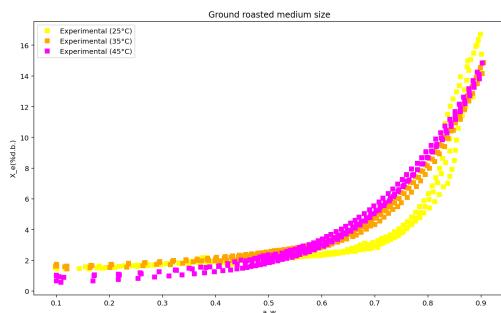


Figura 2: Datos experimentales para Medium Grind Beans.

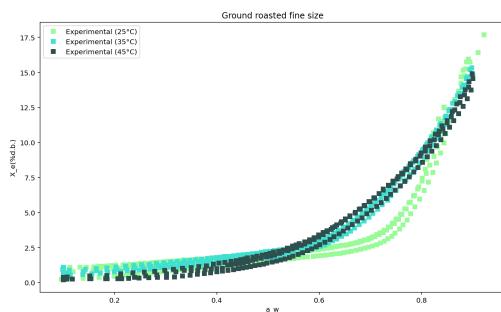


Figura 3: Datos experimentales para Fine Grind Beans.

## II Resultados usando python

### 2.1. Resultados para roasted beans a 25°C

#### 2.1.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 1162,1707$$

$$b_1 = 47,0872$$

$$b_2 = 2,7304$$

$$b_3 = 0,1515$$

$$\chi^2 = 40,538210$$

#### 2.1.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 2,9926$$

$$b_1 = 0,4934$$

$$b_2 = -1,6663$$

$$b_3 = -1,2988$$

$$\chi^2 = 103,122592$$

#### 2.1.3. Gráfico obtenido

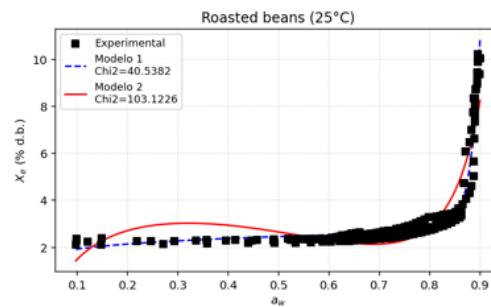


Figura 4: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.2. Resultados para roasted beans a 35°C

### 2.2.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 2,3790$$

$$b_1 = 0,0856$$

$$b_2 = 27,6313$$

$$b_3 = 12,8345$$

$$\chi^2 = 22,634495$$

### 2.2.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 2,2775$$

$$b_1 = 0,2494$$

$$b_2 = -0,2742$$

$$b_3 = -0,8062$$

$$\chi^2 = 23,614711$$

### 2.2.3. Gráfico obtenido

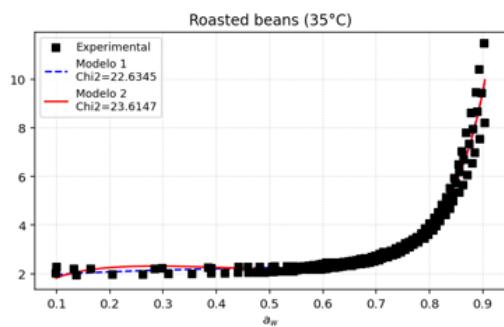


Figura 5: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.3. Resultados para roasted beans a 45°C

### 2.3.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 2,3495$$

$$b_1 = 0,1191$$

$$b_2 = 28,6615$$

$$b_3 = 10,0848$$

$$\chi^2 = 9,519980$$

### 2.3.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 2,0211$$

$$b_1 = 0,0725$$

$$b_2 = 0,3339$$

$$b_3 = -0,7817$$

$$\chi^2 = 10,532546$$

### 2.3.3. Gráfico obtenido

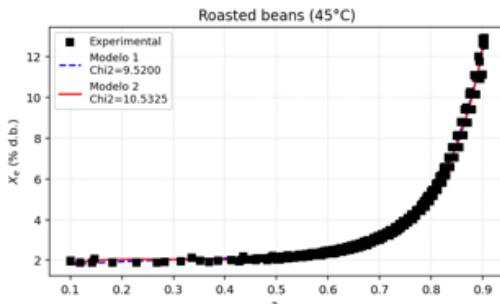


Figura 6: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.4. Resultados para medium grind beans a 25°C

### 2.4.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 29,4882$$

$$b_1 = 6,2701$$

$$b_2 = -34,9333$$

$$b_3 = 337,4426$$

$$\chi^2 = 478,333786$$

### 2.4.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 1,9062$$

$$b_1 = 0,0996$$

$$b_2 = -0,1811$$

$$b_3 = -1,4770$$

$$\chi^2 = 121,712225$$

### 2.4.3. Gráfico obtenido

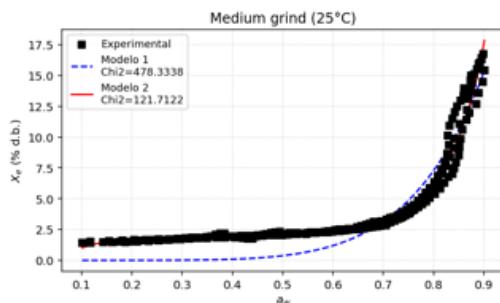


Figura 7: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 2.

## 2.5. Resultados para medium grind beans a 35°C

### 2.6.3. Gráfico obtenido

#### 2.5.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 2,3392$$

$$b_1 = 0,1867$$

$$b_2 = 23,6694$$

$$b_3 = 6,2710$$

$$\chi^2 = 8,009421$$

#### 2.5.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 1,6589$$

$$b_1 = -0,9384$$

$$b_2 = 2,1622$$

$$b_3 = -0,0075$$

$$\chi^2 = 20,862786$$

#### 2.5.3. Gráfico obtenido

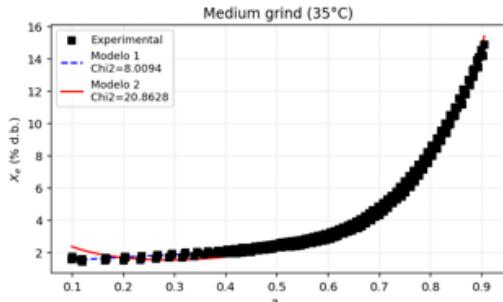


Figura 8: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.6. Resultados para medium grind beans a 45°C

#### 2.6.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 1,5254$$

$$b_1 = 0,2792$$

$$b_2 = 21,4792$$

$$b_3 = 4,7797$$

$$\chi^2 = 9,167787$$

#### 2.6.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 1,0799$$

$$b_1 = -1,8876$$

$$b_2 = 2,4463$$

$$b_3 = 0,2401$$

$$\chi^2 = 17,949189$$

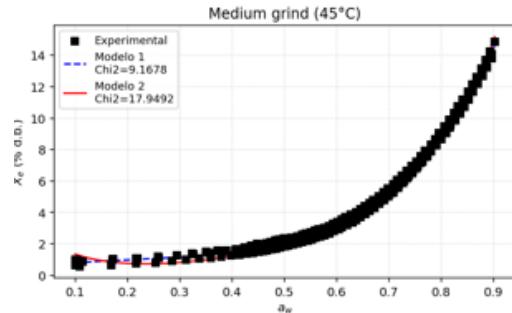


Figura 9: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.7. Resultados para fine grind beans a 25°C

#### 2.7.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 29,6521$$

$$b_1 = 6,0171$$

$$b_2 = 103,7314$$

$$b_3 = 421,2675$$

$$\chi^2 = 319,621990$$

#### 2.7.2. Usando el modelo de DLP

$$b_0 = 1,2417$$

$$b_1 = -0,5016$$

$$b_2 = 0,7773$$

$$b_3 = -0,9510$$

$$\chi^2 = 130,281602$$

#### 2.7.3. Gráfico obtenido

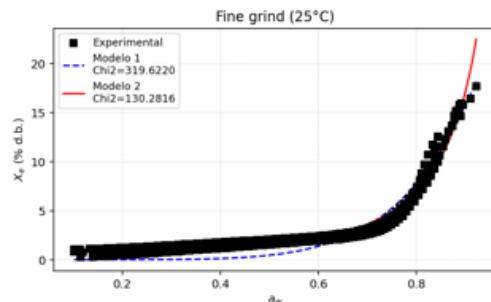


Figura 10: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 2.

## 2.8. Resultados para fine grind beans a 35°C

#### 2.8.1. Usando el modelo de Peleg

$$b_0 = 24,0644$$

$$b_1 = 5,3275$$

$$b_2 = 1,8071$$

$$b_3 = 0,3696$$

$$\chi^2 = 16,851063$$

### 2.8.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 1,1888 \\ b_1 &= -1,6741 \\ b_2 &= 2,2330 \\ b_3 &= 0,0071 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 36,639037$$

### 2.8.3. Gráfico obtenido

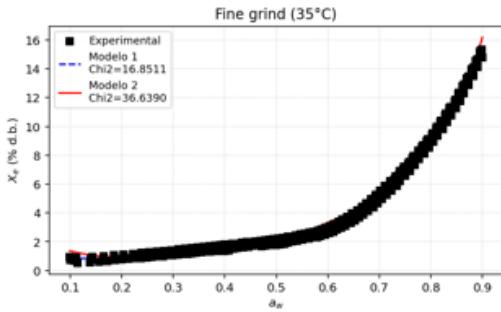


Figura 11: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 1.

## 2.9. Resultados para fine grind beans a 45°C

### 2.9.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 24,5893 \\ b_1 &= 3,6247 \\ b_2 &= -4,0938 \\ b_3 &= 3,6247 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 28,714158$$

### 2.9.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 0,6914 \\ b_1 &= -2,3545 \\ b_2 &= 2,6810 \\ b_3 &= 0,4256 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 26,959513$$

### 2.9.3. Gráfico obtenido

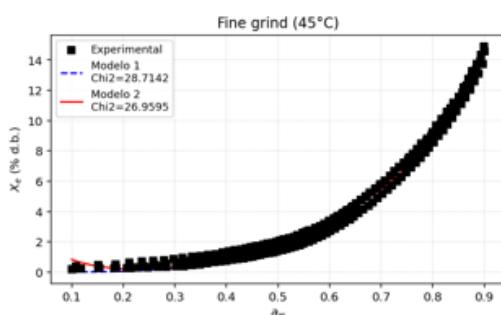


Figura 12: Comparación de modelos.

Se acopla mejor el modelo 2.

## III Resultados usando C

### 3.1. Resultados para roasted beans a 25°C

#### 3.1.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 4,4926 \\ b_1 &= 3,4801 \\ b_2 &= 4,4926 \\ b_3 &= 3,4801 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 348,785618$$

#### 3.1.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 2,9733 \\ b_1 &= 0,5104 \\ b_2 &= -1,6094 \\ b_3 &= -1,2773 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 103,146483$$

Se acopla mejor el modelo 2.

### 3.2. Resultados para roasted beans a 35°C

#### 3.2.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 4,9987 \\ b_1 &= 3,2574 \\ b_2 &= 4,9987 \\ b_3 &= 3,2574 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 186,761294$$

#### 3.2.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 2,2798 \\ b_1 &= 0,2961 \\ b_2 &= -0,2096 \\ b_3 &= -0,7852 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 23,784005$$

Se acopla mejor el modelo 2.

### 3.3. Resultados para roasted beans a 45°C

#### 3.3.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 8,1249 \\ b_1 &= 4,2856 \\ b_2 &= 8,1249 \\ b_3 &= 4,2856 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 191,262736$$

### 3.3.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 2,0242 \\ b_1 &= 0,0990 \\ b_2 &= 0,3673 \\ b_3 &= -0,7713 \\ \chi^2 &= 10,603871 \end{aligned}$$

Se acopla mejor el modelo 2.

### 3.6. Resultados para medium grind beans a 45°C

#### 3.6.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 10,0080 \\ b_1 &= 3,5620 \\ b_2 &= 10,0080 \\ b_3 &= 3,5620 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 48,227925$$

### 3.4. Resultados para medium grind beans a 25°C

#### 3.4.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 12,8374 \\ b_1 &= 5,5439 \\ b_2 &= 12,8374 \\ b_3 &= 5,5439 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 494,316550$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 1,0803 \\ b_1 &= -1,9086 \\ b_2 &= 2,4125 \\ b_3 &= 0,2283 \\ \chi^2 &= 18,036172 \end{aligned}$$

Se acopla mejor el modelo 2.

#### 3.4.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 1,9038 \\ b_1 &= 0,1259 \\ b_2 &= -0,1362 \\ b_3 &= -1,4612 \\ \chi^2 &= 121,712225 \end{aligned}$$

Se acopla mejor el modelo 2.

### 3.7. Resultados para fine grind beans a 25°C

#### 3.7.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 13,0517 \\ b_1 &= 5,4021 \\ b_2 &= 13,0517 \\ b_3 &= 5,4021 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 332,927659$$

### 3.5. Resultados para medium grind beans a 35°C

#### 3.7.2. Usando el modelo de DLP

#### 3.5.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 9,4295 \\ b_1 &= 3,5095 \\ b_2 &= 9,4295 \\ b_3 &= 3,5095 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 172,096712$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 1,2449 \\ b_1 &= -0,5201 \\ b_2 &= 0,7428 \\ b_3 &= -0,9632 \\ \chi^2 &= 36,639037 \end{aligned}$$

Se acopla mejor el modelo 2.

#### 3.5.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned} b_0 &= 1,7479 \\ b_1 &= -1,0238 \\ b_2 &= 1,7377 \\ b_3 &= -0,1951 \\ \chi^2 &= 19,311773 \end{aligned}$$

Se acopla mejor el modelo 2.

### 3.8. Resultados para fine grind beans a 35°C

#### 3.8.1. Usando el modelo de Peleg

$$\begin{aligned} b_0 &= 10,6944 \\ b_1 &= 3,7299 \\ b_2 &= 10,6944 \\ b_3 &= 3,7299 \end{aligned}$$

$$\chi^2 = 106,048062$$

### 3.8.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned}b_0 &= 1,1902 \\b_1 &= -1,6844 \\b_2 &= 2,2132 \\b_3 &= -0,0002\end{aligned}$$

$$\chi^2 = 36,699530$$

Se acopla mejor el modelo 2.

$$\chi^2 = 27,163224$$

Se acopla mejor el modelo 2.

## IV CONCLUSIONES

Si bien en C y en python se obtuvieron resultados satisfactorios, sí se puede observar una diferencia entre ambos lenguajes, pues, para empezar, en uno ya está incluida una biblioteca para optimizar, mientras que en C tenemos que programar el optimizador, dando como resultado que ambos arrojen diferentes resultados, por ejemplo: en C todos los escenarios arrojaron que el mejor modelo fue el 2 (DLP), mientras que en Python la mayoría arrojó que el mejor era el primer modelo (Peleg).

$$\begin{aligned}b_0 &= 10,2169 \\b_1 &= 3,6136 \\b_2 &= 10,2169 \\b_3 &= 3,6136\end{aligned}$$

$$\chi^2 = 28,856171$$

### 3.9.2. Usando el modelo de DLP

$$\begin{aligned}b_0 &= 0,6926 \\b_1 &= -2,3793 \\b_2 &= 2,6392 \\b_3 &= 0,4109\end{aligned}$$

## Referencias

- [1] Collazos-Escobar, G. A., Bahamón-Monje, A. F., & Gutiérrez-Guzmán, N. (2024). *Adsorption isotherms in roasted specialty coffee (*Coffea arabica L.*): Dataset and statistical tools for optimizing storage conditions and enhancing shelf life*. Data In Brief, 58, 111247. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111247>