

Introducción

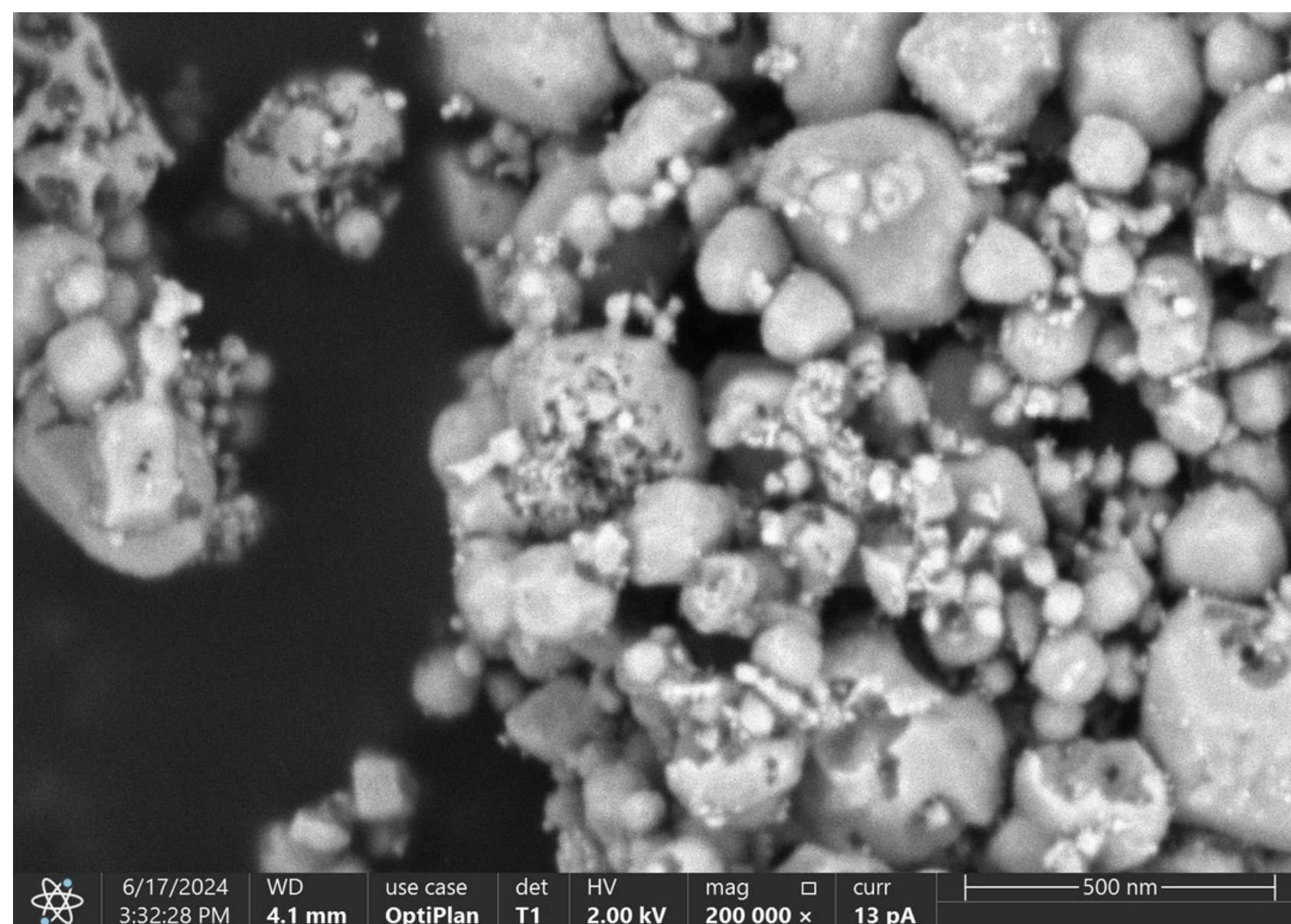


Figura 1 - AgNPs

- En Colombia se producen 250,000 toneladas anuales de aguacate Hass
- La semilla representa el 16% del peso seco del fruto
- Esto se traduce en 40,000 toneladas anuales de residuos de aguacate Hass

El proyecto busca la síntesis de nanopartículas de plata garantizando un proceso ecológico que optimice el proceso. Para su producción se requiere un precursor metálico, un agente reductor del extracto de semilla y un agente estabilizador.

Objetivos

- Comprender como la cinética de reducción de iones metálicos influye en la síntesis de nanopartículas de plata.
- Proponer un modelo matemático que describa la velocidad de reacción y el proceso de formación de las nanopartículas de plata a partir de las semillas de aguacate, identificando los factores clave que influyen en la cinética del proceso.
- Evaluar las propiedades físicas y químicas de las nanopartículas de plata sintetizadas, incluyendo su tamaño, forma y estabilidad.

Metodología

Materiales

- Extracto de semilla de aguacate Hass
- Nitrato de plata (AgNO_3) [0.01 M]
- Hidróxido de sodio (NaOH) [0.2 M]
- Agua destilada de grado 3

Caracterizaciones

- Espectroscopía UV-Vis
- FTIR con ATR
- Microscopía Electrónica de Barrido

Caracterizaciones

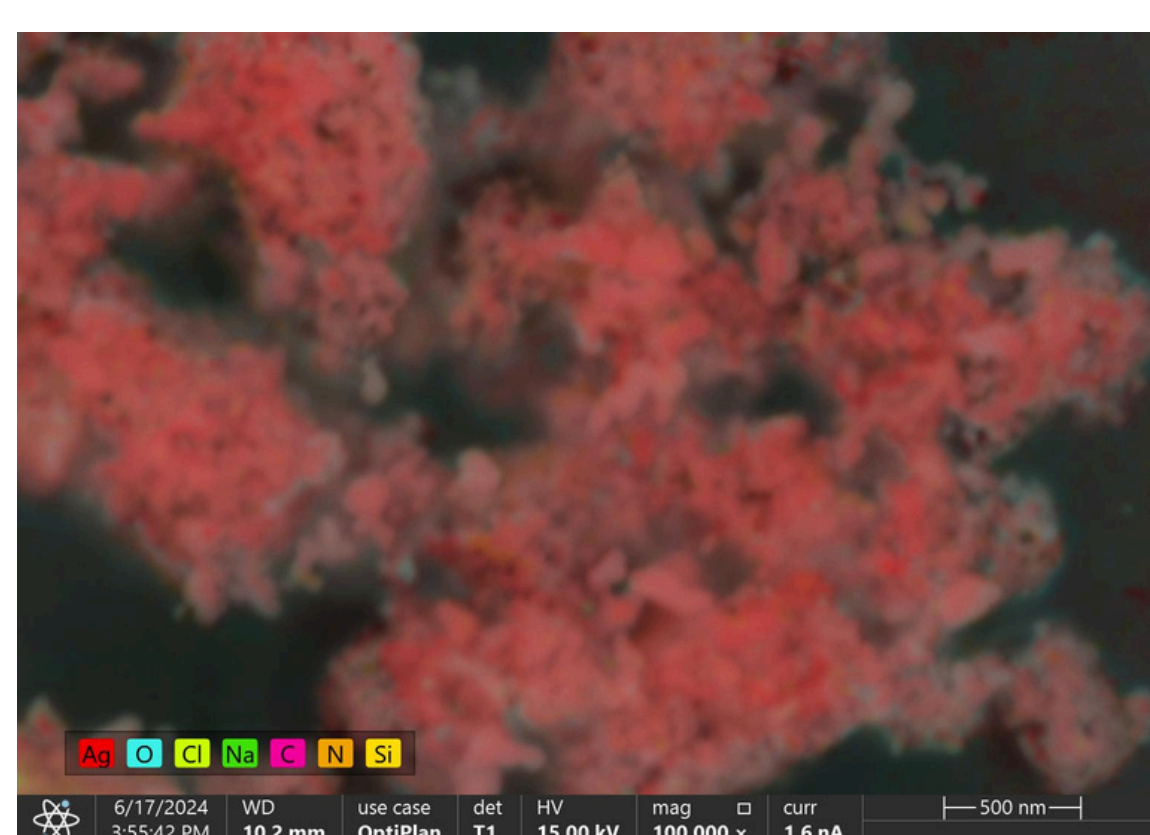


Figura 2 - EDX AgNPs

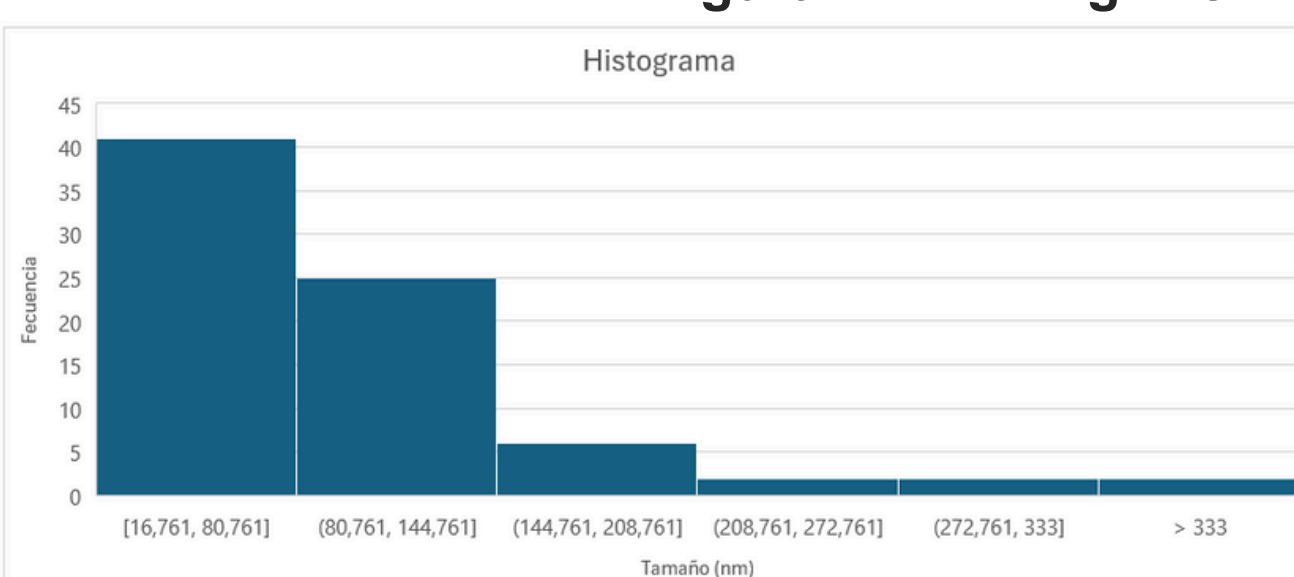


Figura 3 - Histograma AgNPs

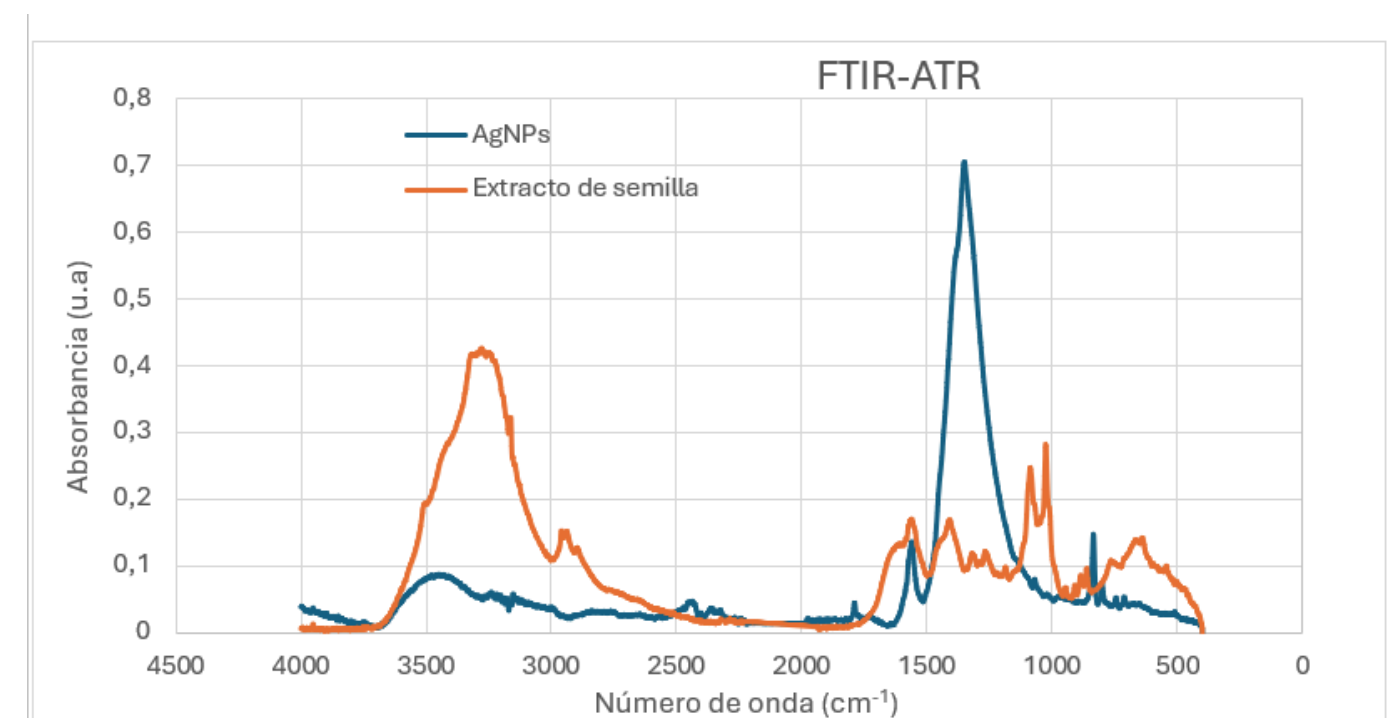
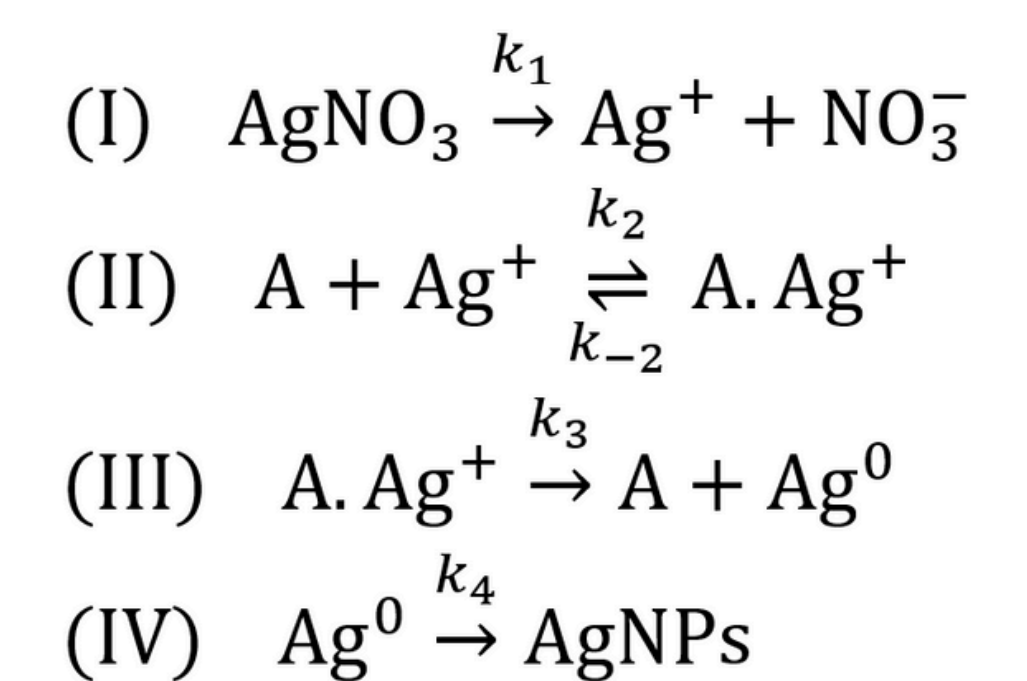
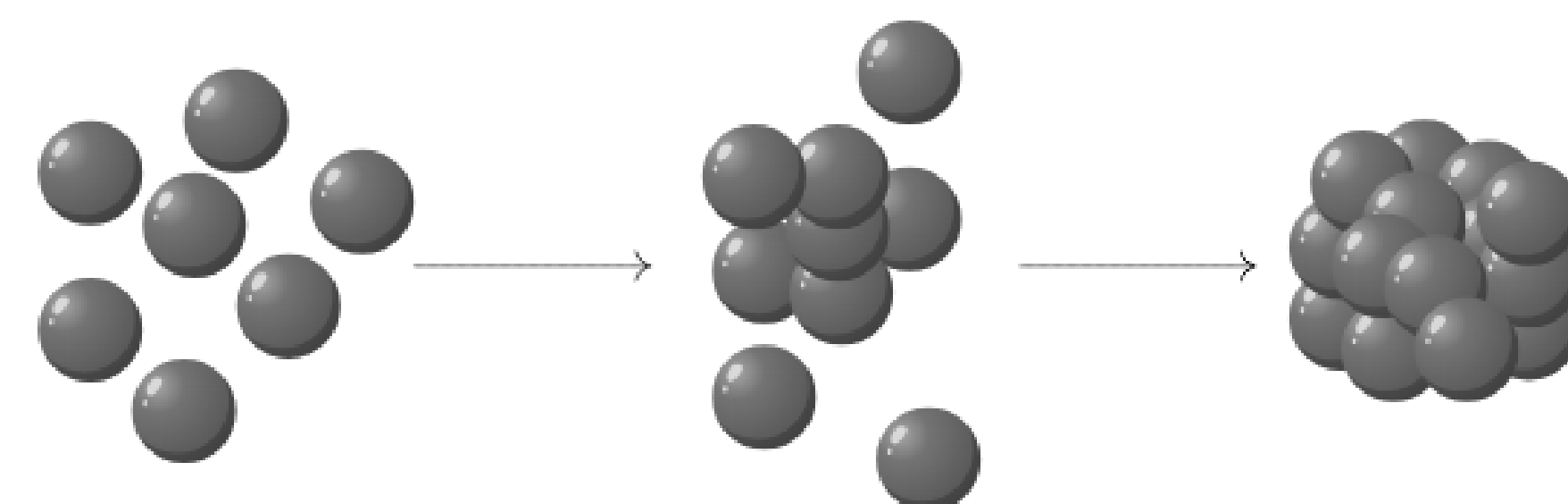


Figura 4 - FTIR con ATR AgNPs

Numero de onda (cm ⁻¹)	Grupo funcional
3400	Estiramiento (OH)
2920	Estiramiento (C-H)
1630	Estiramiento (C=O)
1380	Deformación (C-H)
1100	Estiramiento (C-O)

Resultados



Modelo matemático

Modelo 1

$$[P] = e^{-kt}[P]_{t_d} + [\text{Ag}^+]_i(1 - e^{-kt})$$

Modelo 2

$$[P] = [P]_{t_d} + \frac{ke^{-kt_d}}{\kappa} [\text{Ag}^+]_i(1 - e^{-\kappa t})$$

Modelo 3

$$[P] = [P]_{t_d} + \frac{k_3[A]_0}{\kappa} \log \left[\frac{[\text{Ag}^+]_i e^{-\kappa t_d} + \frac{k_{-2} + k_3}{k_2}}{[\text{Ag}^+]_i e^{-\kappa(t+t_d)} + \frac{k_{-2} + k_3}{k_2}} \right]$$

Modelo 4

$$[P] = [\text{Ag}^+]_i - \beta W \left(c_1 e^{-\frac{\alpha}{\beta} t} \right)$$

$$\alpha = k_3[A]_0, \beta = \frac{k_{-2} + k_3}{k_2} \text{ y } c_1 = \frac{[\text{Ag}^+]_i - [P]_{t_d}}{\beta} e^{\frac{[\text{Ag}^+]_i - [P]_{t_d}}{\beta}}$$

Resultados modelo 4

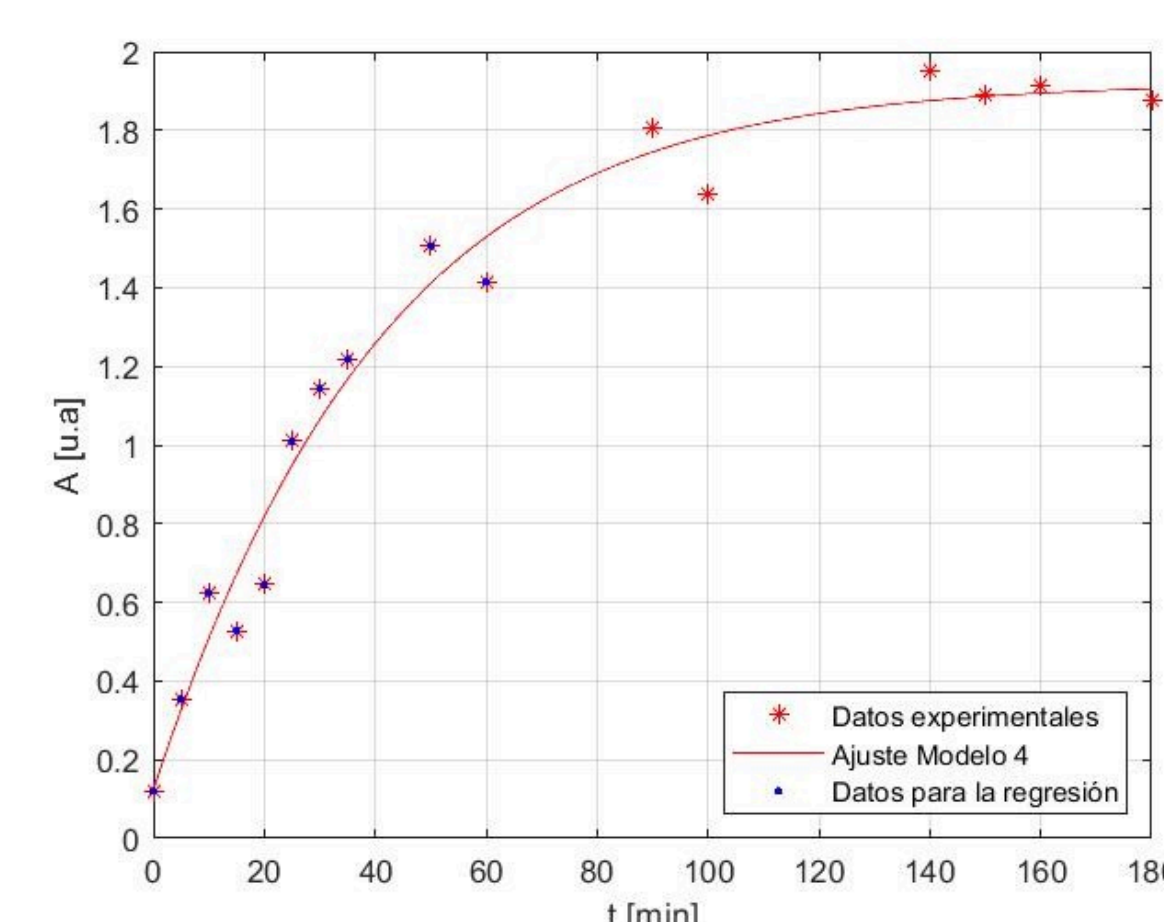


Figura 5 - Regresión modelo 4

$$\begin{aligned} k_3 &= 0.21375 \text{ min}^{-1} \\ [A]_0 &= 0.001065 \text{ M} \\ [\text{Ag}^+]_i &= 0.001356 \text{ M} \\ \beta &= 0.00839 \text{ M} \\ R^2 &= 0.98 \end{aligned}$$



Figura 6 - Caracterización visual

Modelo 5

$$\begin{pmatrix} \frac{d[\text{AgNO}_3]}{dt} \\ \frac{d[\text{Ag}^+]}{dt} \\ \frac{d[\text{NO}_3^-]}{dt} \\ \frac{d[A]}{dt} \\ \frac{d[A \cdot \text{Ag}^+]}{dt} \\ \frac{d[P]}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 = k_1[\text{AgNO}_3] \\ r_2 = k_2[A][\text{Ag}^+] \\ r_3 = k_3[A \cdot \text{Ag}^+] \\ r_{-2} = k_{-2}[A \cdot \text{Ag}^+] \end{pmatrix}$$

Conclusión

La producción de nanopartículas de plata se asemeja a una catálisis ácido-base, influenciada por un catalizador básico, y está condicionada por factores como, la temperatura y la actividad de los reactivos. Estos parámetros afectan tanto el tamaño como la distribución de las nanopartículas formadas. El Método 4, basado en la ley de Michaelis, logró describir adecuadamente el mecanismo de reacción, obteniendo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.98, lo que permitió la determinación precisa de los parámetros cinéticos y la dependencia de los reactivos permitiendo la estandarización. La caracterización de las nanopartículas a través de técnicas como FTIR, FESEM y EDX reveló una morfología anisotrópica, con tamaños que varían entre 16 y 363 nm.

