

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“DETERMINACIÓN DE TEMPERATURAS DE IGNICIÓN EN  
CAPAS DE POLVO DE PRODUCTOS ANDINOS”**

**AUTORES:**

**BACH. VALEX RAÚL MOLLO VARILLAS  
BACH. LADY STEFHANY MOLLO VARILLAS**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

**ASESOR:**

**DR. ANTONIO BUENO LAZO**

**TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC**

**CUSCO – PERÚ  
2020**

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el fenómeno de ignición de capas de polvo de cinco productos andinos (coca, quinua, chuño, cañihua y moraya) con tamaños de partículas de  $<0.75\mu\text{m}$ . Para ello se implementó un equipo de prueba de ignición de capa de polvo y se prosiguió con el protocolo de pruebas establecido por la norma ASTM E2021-15 (2015). Los experimentos se llevaron a cabo a condiciones locales, con una presión atmosférica y temperatura ambiente promedio de 0.679 atm y  $20^{\circ}\text{C}$ .

Primeramente, se determinaron de forma experimental las temperaturas mínimas de ignición de capa de polvo  $\text{TMIC}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), para capas de espesores de 6.4, 9.4, 12.7 y 25.4 mm (con resultados que variaron entre  $200\text{-}350^{\circ}\text{C}$ ). Se notó que a medida que aumenta el espesor de capa de polvo disminuye la  $\text{TMIC}$ . También se determinaron parámetros como humedad  $H$  (con resultados que variaron entre 2.15-2.81 %), densidad aparente  $\rho$  (con resultados que variaron entre  $360\text{-}673\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), y conductividad térmica  $k$  ( $0.279$  y  $0.7967\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  para los polvos de moraya y cañihua respectivamente). Posteriormente, mediante un proceso iterativo y a partir de los parámetros calculados  $\text{TMIC}$ ,  $\rho$  y  $k$  de los polvos de moraya y cañihua se determinaron la energía de activación aparente  $E_a$  ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) y el factor calor de reacción-factor de frecuencia  $\Delta\text{HA}$  ( $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) para números de Biot  $\text{Bi}$  de 0.6, 1 y 1.5. Como resultado, los valores de  $E_a$  ( $102.943$  y  $142.408\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  para los polvos de moraya y cañihua respectivamente) no se vieron afectados por el  $\text{Bi}$ , mientras que los valores de  $\Delta\text{HA}$  aumentaron a medida que el  $\text{Bi}$  lo hacía (de  $4.932\times 10^{18}$  a  $9.324\times 10^{18}\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  para el polvo de cañihua y de  $6.329\times 10^{13}$  a  $1.197\times 10^{14}\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  para el polvo de moraya, para  $\text{Bi}$  de 0.6 a 1.5 respectivamente). De forma similar, mediante otro proceso iterativo y a partir de las ecuaciones de las gráficas obtenidas en el cálculo de  $E_a$  y  $\Delta\text{HA}$ , se predijeron valores de  $\text{TMIC}$  para diferentes espesores de capa de polvo de moraya y cañihua, estos valores tampoco se vieron afectados por el  $\text{Bi}$ . También se predijeron valores de tiempo de ignición  $t_{\text{ig}}$  obtenidos a partir de datos experimentales.

Finalmente, se estableció el siguiente orden de riesgo de ignición: moraya  $<$  quinua  $<$  cañihua  $<$  chuño  $<$  coca. Y, el siguiente orden de peligrosidad: cañihua  $<$  coca  $<$  quinua  $<$  moraya  $<$  chuño. Estos resultados pueden ser usados en la gestión de riesgos de las industrias procesadoras de polvos de productos andinos.