



# MODELADO MATEMÁTICO DE LA CINÉTICA DE SECADO POR AIRE CALIENTE DE MÚSCULO DE CAMARÓN GIGANTE



Javier Díaz Viteri<sup>1</sup>, Mari Medina Vivanco<sup>2</sup> y Oscar Mendieta Taboada<sup>2</sup>

1. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Carrera de Ing. Agroindustrial, Puerto Maldonado, Perú.
2. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tarapoto, Perú



## INTRODUCCIÓN

El camarón gigante (*M. rosenbergii*) es un crustáceo que tiene por hábitat países de clima cálido y cálido-templado, es de rápido crecimiento y se desarrolla muy bien en cautiverio. A nivel mundial, el principal productor de camarón gigante es China, con 128338 ton; a nivel de Sudamérica los mayores productores son Ecuador y Brasil, pudiendo mencionarse también a Guyana Francesa y Perú.

La cinética de secado de los alimentos es un fenómeno complejo, requiriéndose representaciones simples para predecir el comportamiento del secado, y para optimizar los parámetros del proceso. Se han efectuado diversos estudios sobre la cinética de secado de frutas y de vegetales, sin embargo, no se han encontrado en la literatura referencias detalladas sobre cinética de secado de músculo de camarón gigante.

## OBJETIVOS

- Determinar la cinética de secado por aire caliente de músculo de camarón gigante.
- Modelar la cinética de secado de músculo de camarón gigante utilizando modelos matemáticos indicados en la literatura.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Materiales.

Ejemplares de camarón gigante adquiridos en piscigranja ubicada en el distrito de Morales, Región San Martín. Las muestras fueron seleccionadas con tamaño total entre 18 y 21 cm y peso total entre 80 y 100 g.

### Métodos.

Luego del lavado con agua clorinada (5 ppm), los camarones fueron colocados en agua destilada a 90°C por 90 segundos, eliminándose el cefalotórax y el exoesqueleto. El músculo caudal fue sometido a pretratamiento osmótico. El contenido inicial de agua de las muestras fue determinado según la metodología de la AOAC (1990).

Los ensayos de secado fueron realizados a 40, 50 y 60°C y velocidades de aire de 0,5, 0,8 y 1,1 m/s. La pérdida de peso fue registrada en balanza digital con 0,01 g de precisión (Denver Inst., USA) a diferentes tiempos. La velocidad del aire fue determinada con un termo-anemómetro.

Para modelar la cinética de secado del músculo fueron empleados diez modelos aplicados en alimentos y que se indican en la Tabla 1. El grado de ajuste de los modelos utilizados fue evaluado a través del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), y los valores de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) y la raíz cuadrada del error medio (RMSE).

Tabla 1. Modelos matemáticos utilizados

| Nº | Nombre modelo              | Modelo                                     |
|----|----------------------------|--|
| 1  | Lewis                      | $MR = \exp(-k t)$                          |
| 2  | Page                       | $MR = \exp(-k t^n)$                        |
| 3  | Page modificado            | $MR = \exp(-k t)^n$                        |
| 4  | Henderson-Pabis            | $MR = a \exp(-k t)$                        |
| 5  | Logarítmico                | $MR = a \exp(-k t) + c$                    |
| 6  | Dos términos               | $MR = a \exp(-k_0 t) + b \exp(-k_1 t)$     |
| 7  | Aproximación de difusión   | $MR = a \exp(-k t) + (1 - a) \exp(-k a t)$ |
| 8  | Wang-Singh                 | $MR = 1 + a t + b t^2$                     |
| 9  | Simplificado difusión Fick | $MR = a \exp(-c(t/L^2))$                   |
| 10 | Page modificado II         | $MR = \exp(-c(t/L^2)^n)$                   |

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación de humedad versus tiempo de secado para las temperaturas consideradas en el experimento y velocidad de aire de 1,1 m/s se presenta en la Fig. 1. Puede verse que la relación de humedad disminuye con el incremento del tiempo, y que el tiempo requerido para alcanzar un valor de 0,1 en la relación de humedad fue de 350, 700 y 900 minutos para las temperaturas de 60, 50 y 40°C, respectivamente, es decir la velocidad de pérdida de agua se incrementó con el aumento de temperatura.

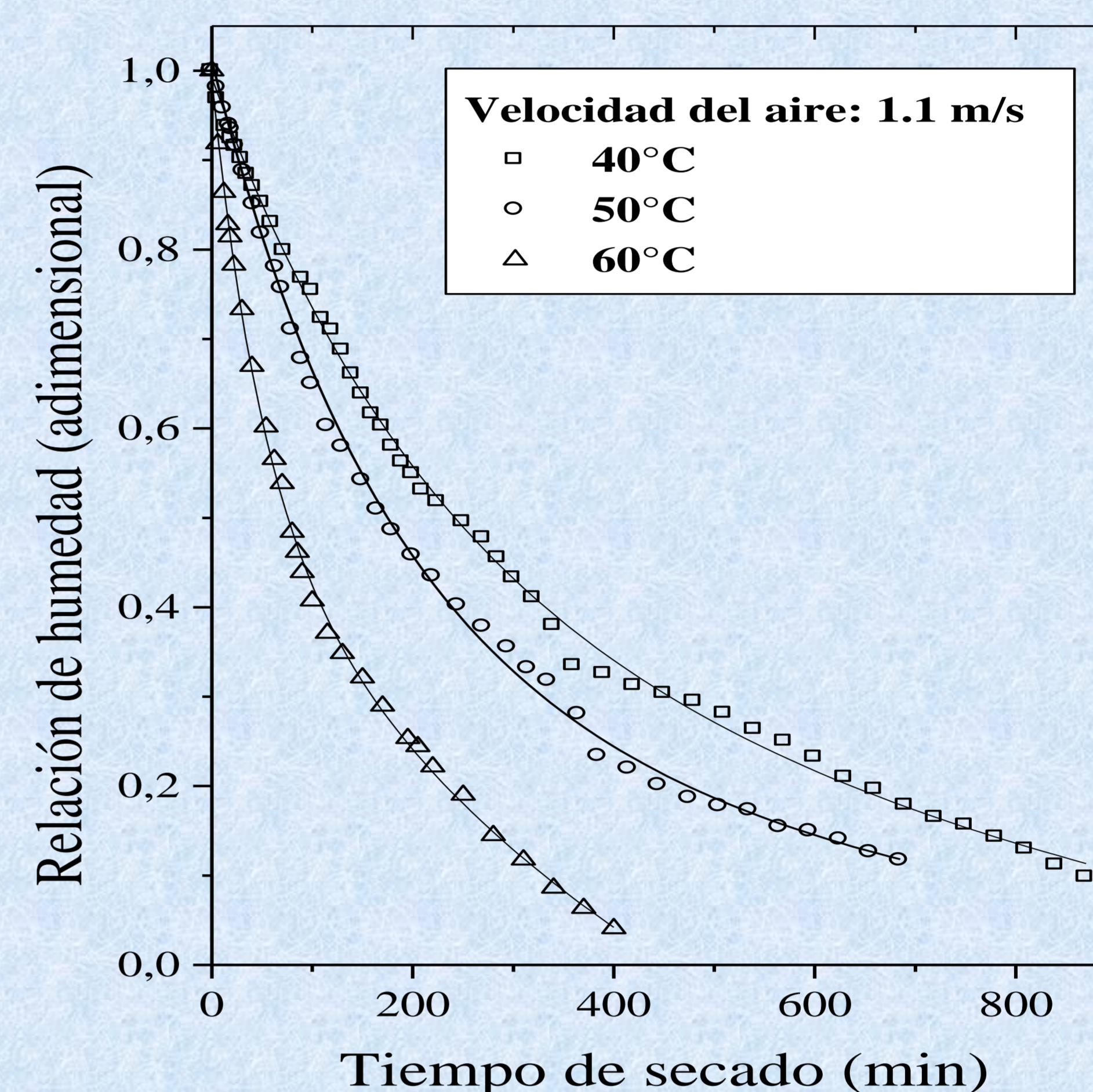


Fig. 1. Curvas de cinética de secado de músculo de camarón a diferentes temperaturas.

En la Fig. 2 se muestra la comparación de cinco modelos matemáticos mencionados a la temperatura de 60°C. El modelo *Aproximación de la difusión* fue el que mejor se ajustó a los datos experimentales, ya que presentó los valores más elevados para  $R^2$  y los valores más bajos para  $\chi^2$  y RMSE que fueron 0,997,  $1,87 \times 10^{-4}$  y 0,0068, respectivamente.

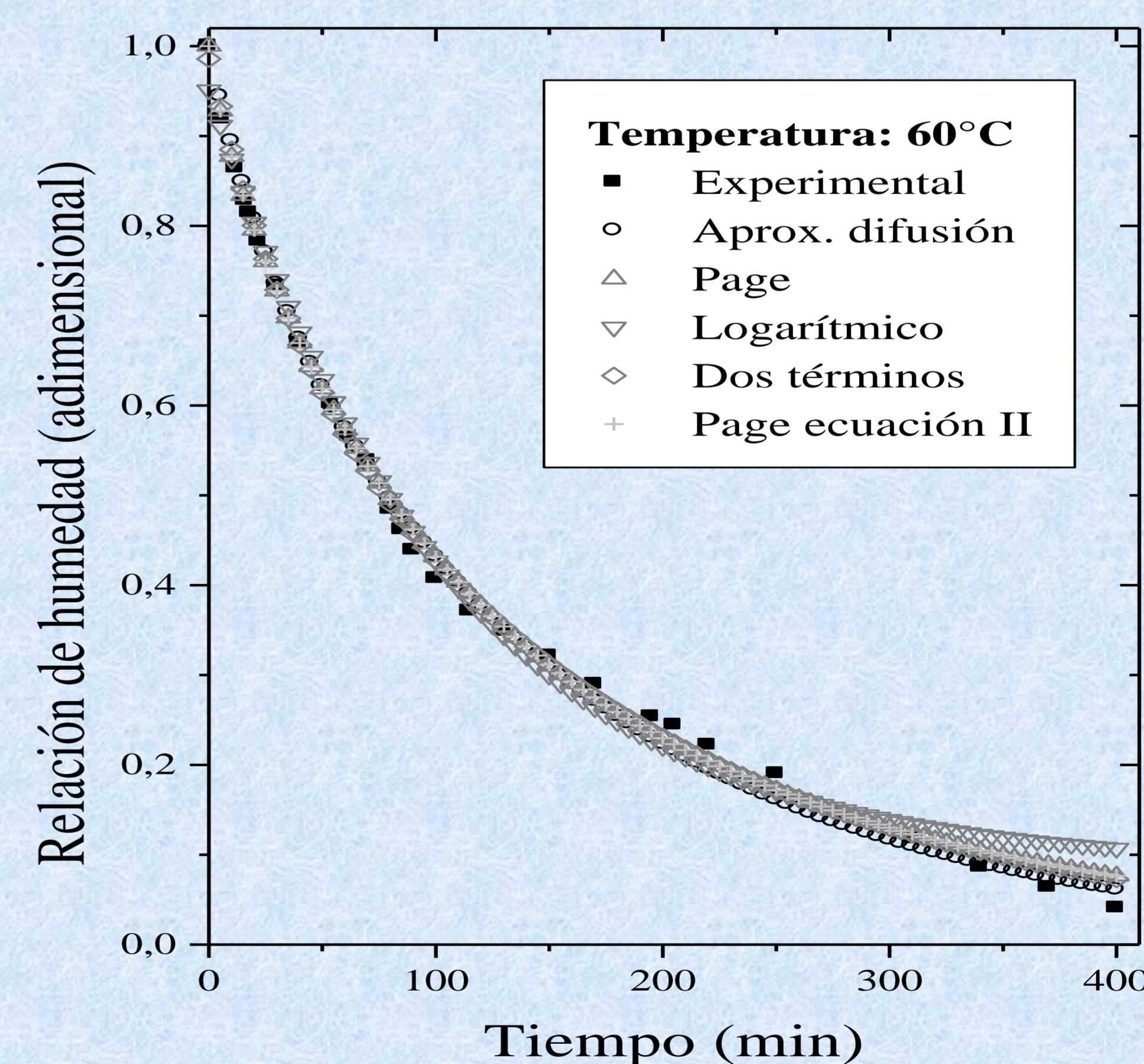


Fig. 2. Comparación entre valores de cinco modelos y datos experimentales de secado de músculo de camarón a 60°C

## CONCLUSIONES

Los resultados indican que el modelo denominado *Aproximación de la difusión* representó los datos experimentales mejor que los otros modelos. El tiempo de secado disminuyó con el aumento de la temperatura, para todas las velocidades de aire utilizadas.