

**Difusión de CO₂ en un alimento con
solubilidad dependiente de la
temperatura**

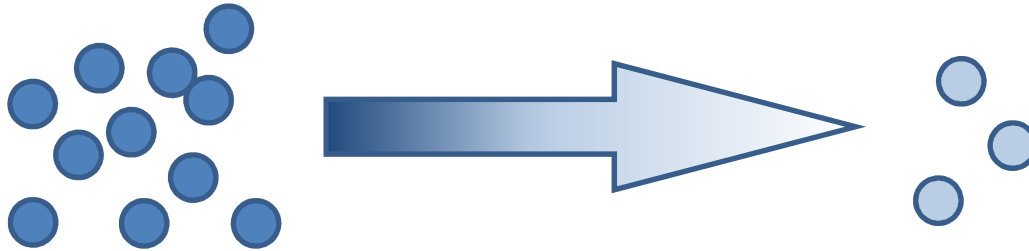
Atmósferas Controladas

El envasado en atmósfera controlada consiste en sustituir la atmósfera que rodea al alimento por una mezcla de gases distinta al aire, generalmente con alto contenido de dióxido de carbono (CO_2). Esto permite aumentar la vida útil del alimento, debido que el CO_2 tiene efecto bacteriostático.

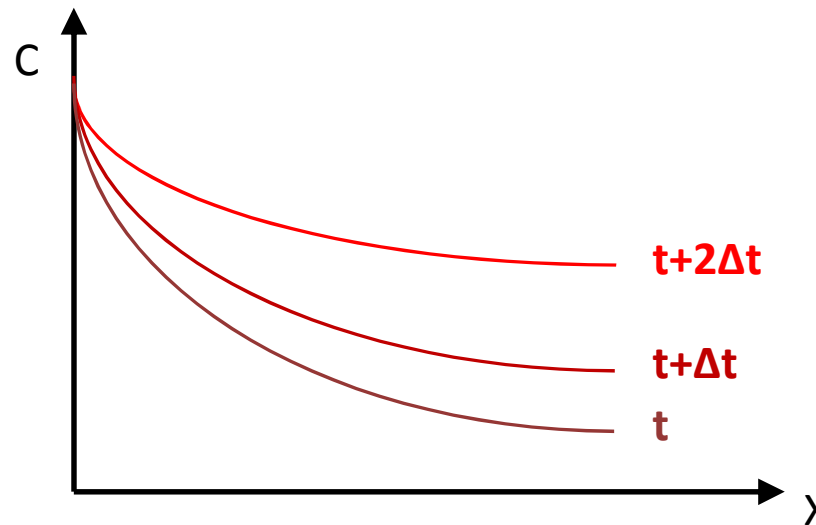


Difusión

El CO_2 solubiliza en la superficie del alimento, y luego difunde en su interior aumentando su concentración conforme pasa el tiempo.



Por ende, la concentración de CO_2 disuelto en el interior del alimento varía con el tiempo (t) y la posición (X), proceso descrito por la Ley de Fick.



Leyes de Fick

- Primera Ley de Fick:

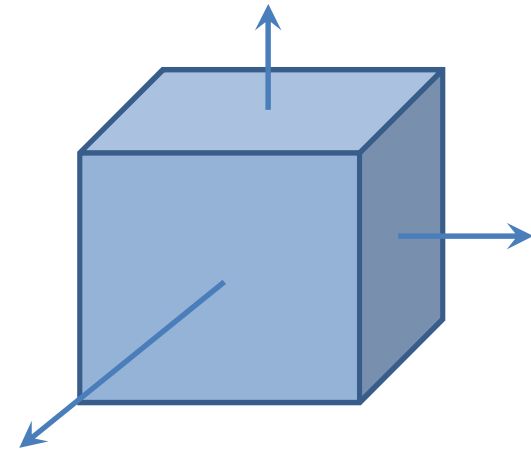
$$J = -D \frac{\partial C}{\partial X}$$

- Segunda Ley de Fick:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \nabla^2 C$$

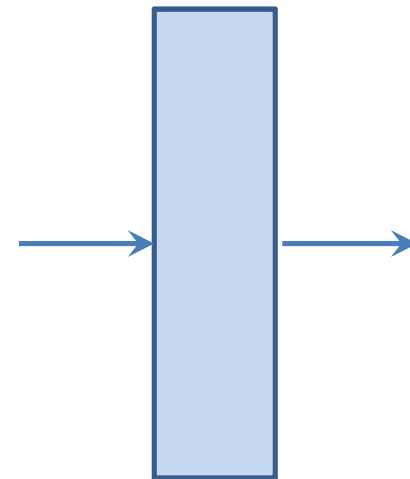
Coordenadas Cartesianas

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} \right)$$



Caso especial: placa plana

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial X^2} \right)$$



Condición de Borde: $C = Sp|_{x=0}$

Temperatura

La Difusividad (D) y la Solubilidad (S) son dependientes de la temperatura (*temperatura absoluta - **grados Kelvin***), según la ecuación de Arrhenius:

- $D = D_0 e^{\frac{-(E/R)}{T}}$

- $S = S_0 e^{\frac{(H/R)}{T}}$

T (°C)	T (°K)	D (m ² /s)	S (mmol/Kg atm)
0	273	7,80x10 ⁻¹⁰	76,3
5	278	1,05x10 ⁻⁹	-
10	283	1,46x10 ⁻⁹	53,4
20	293	1,78x10 ⁻⁹	39,1
25	298	2,00x10 ⁻⁹	-
30	303	-	29,9
40	313	-	23,8

Ecuación Propuesta

Cuando existen gradientes de temperatura en el interior del alimento o la temperatura varía con el tiempo, la Ley de Fick debe ser modificada para representar el proceso de difusión:

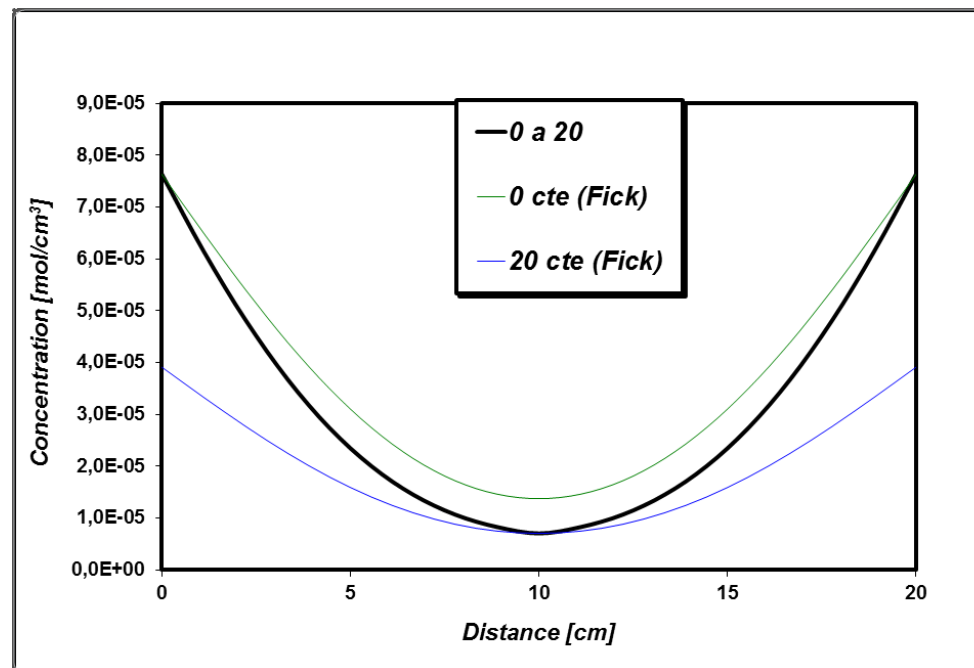
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \nabla \left[S D \nabla \left(\frac{C}{S} \right) \right]$$

- $S=f(T)$
- $D=f(T)$
- $T=f(x,y,z,t)$

Ejemplo

Gradiente de concentración en placa plana.

- Línea negra ($\Delta T = -20^\circ\text{C}$), temperatura superficie 0°C y del centro 20°C .
- Línea verde: obtenido con la segunda ley de Fick a 0°C .
- Línea azul: obtenido con la segunda ley de Fick a 20°C .



Bibliografía Complementaria

Journal of Food Engineering 92 (2009) 233–239



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Food Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng



Research note

Mass transfer of CO₂ in MAP systems: Advances for non-respiring foods

R. Simpson^{a,*}, C. Acevedo^b, S. Almonacid^a

^a Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Procesos Químicos Biotecnológicos y Ambientales, Av. España 1680, Valparaíso, Chile

^b Universidad de Santiago de Chile (USACH), Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad Tecnológica, Avenida Ecuador 3769, Santiago, Chile

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 August 2008

Received in revised form 22 October 2008

Accepted 25 October 2008

Available online 7 November 2008

Keywords:

MAP systems

Non-respiring foods

Carbon dioxide

Mass transfer

ABSTRACT

The use of technologies that modify food environment for preservation purposes has been extensively studied in the past two decades. Even though technological advances have been made, most of the modified atmosphere packaging (MAP) development has been empirical.

In this short communication, a revision of general equations of mass transfer and criteria to design MAP systems was carried out. Mathematical relationships and models to evaluate the flux of CO₂ for the packaging of non-respiring foods are discussed. Data to predict CO₂ uptake for the food, such as solubility and diffusion in refrigerated MAP systems are given.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.