

# EVALUACION DEL COEFICIENTE DE DIALISIS DE SOLUCIONES DE GLOBULINA DE SANGRE DE EQUINO CON SULFATO DE AMONIO

Gerardo Chacón V.\*  
Michael Chacón Sch.\*

## Key Words:

Anthiofidic, blood, Serum, Dialysis, Coefficient, Mass Transfer.

## Resumen

Se estudió el coeficiente de diálisis de la desalinización de soluciones de globulina, de sangre de equino, del sulfato de amonio. Su comportamiento se expresa por  $U = 2.0 \cdot 10^{-12} [Q S / (W n)]^{0.16} [T^{2/3} / (D n^{1/3})] 7.6 \cdot 10^{-8}$  en unidades S.I. Se cumple para la diálisis en bolsas de celulosa regenerada de baja densidad, con diámetros entre 2.54 y 5.08 cm.

## Summary

Dialysis coefficient for serum, amonium sulfate, desalination was studied. It can be evaluated by  $U = 2.0 \cdot 10^{-12} [Q S / (W n)]^{0.16} [T^{2/3} / (D n^{1/3})] 7.6 \cdot 10^{-8}$  In S.I. units. It is good for dialysis in bags of low density regenerated cellulose. It was used diameters between 2.54 and 5.08 cm.

## INTRODUCCION

La globulina es la proteína globular (alfa y beta), asociada a los anticuerpos, que se encuentra en la sangre. La obtenida de equinos inmunizados con veneno de serpientes, se utiliza como preparado para neutralizar el efecto del veneno en cuestión.

Una de las etapas, en el proceso de fraccionamiento de la sangre para obtener la globulina, como el llevado a cabo en el Instituto "Clodomiro Picado" de la Universidad de Costa Rica, consiste en separarla del sulfato de amonio, ambos en solución acuosa; por medio de la operación de diálisis.

El propósito de esta investigación, es aportar los datos técnicos necesarios para el cálculo del coeficiente de transferencia de masa por diálisis; de tal forma que, se puedan emplear en el diseño y la operación de dicho proceso.

## EQUIPO EXPERIMENTAL

El proceso fue llevado a cabo, introduciendo la solución en bolsitas cilíndricas de material celulósico, colocadas en un tanque rectangular, por el cual se hace pasar agua como solvente; según se muestra en la figura No. 1.

El modelo cinético del proceso se representa por<sup>3,10,11</sup>

$$d(VC) / dt = -UA(C-C_w) \quad (1)$$

Y el balance de masa, mediante

$$VC + WC_w = VC_0 \quad (2)$$

Donde:

C = Concentración de la sal dentro de la bolsa de diálisis.

C<sub>0</sub> = Concentración inicial de la sal dentro de la bolsa de diálisis.

C<sub>w</sub> = Concentración de la sal en el tanque

\* Escuela de Ingeniería Química Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica

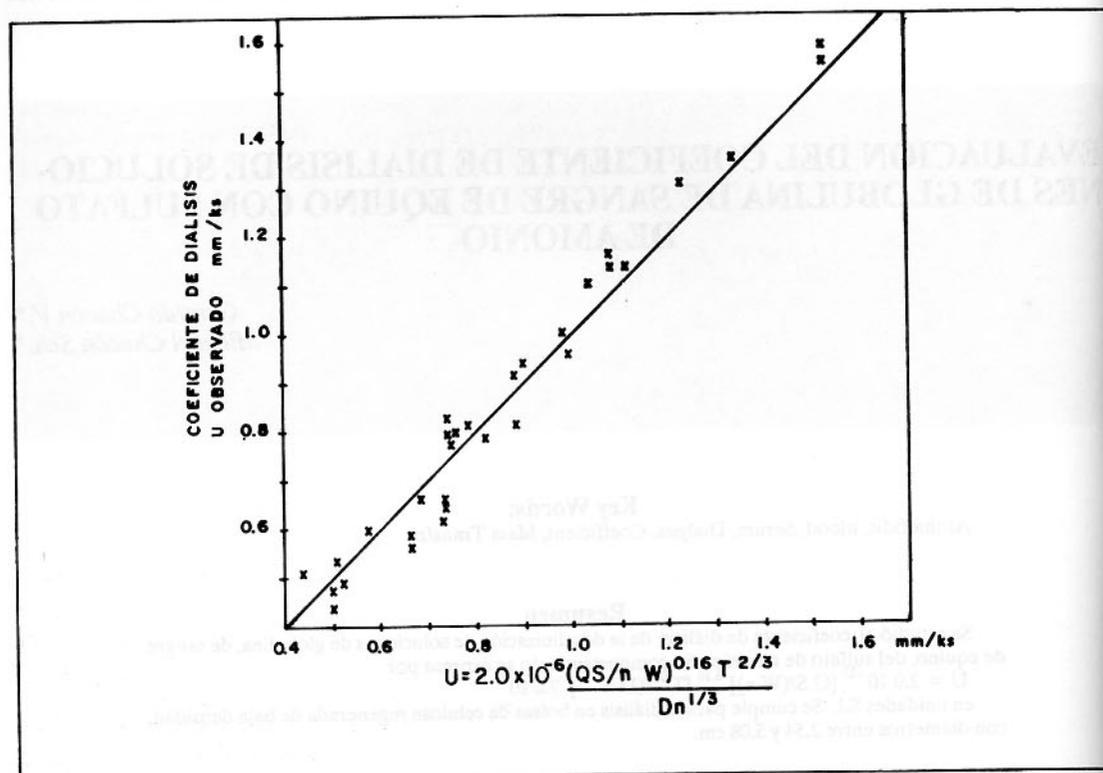


FIGURA No. 1. Diagrama del equipo experimental de diálisis de la Globulina del suero de sangre equina no onmunizada.

- V** = Volumen de la bolsa, con la solución  
**A** = Área de trasferencia de masa, tomada como el área la bolsa  
**W** = Volumen de solvente en el tanque.  
**t** = Tiempo  
**U** = Coeficente global de trasferencia de masa, por diálisis.

La operación se puede llevar a cabo en forma semicontinua (estado uniforme en la bolsa, flujo continuo en el tanque), en la cual se cumple el siguiente modelo integrado<sup>1,5,7</sup>  
 $(C-C_w = C)$

$$U = \frac{V \ln(C/C_0)}{A (t-r)} \quad (3)$$

O bien, en forma discontinua o "batch" (estado uniforme en la bolsa y el tanque); la cual, se describe por la relación<sup>10,12,16</sup>

$$U = \frac{V \ln[VC/WC_w + (1 + V/W)]}{A (C/C_w - C_0/C_w) (t-r)} \quad (4)$$

El parámetro,  $r$ , puede interpretarse como un tiempo de retardo, debido al acondicionamiento del material de la bolsa y la ósmosis inicial.

La agitación se efectuó mediante bombas sumergibles, reciclando el solvente<sup>1,7</sup>. El flujo neto se mantuvo por medio de un depósito de calma. Los demás detalles de construcción se muestran en la *Figura No. 1*.

### MATERIALES

Se empleó suero de equino, no especificado, sin inocular con veneno. Se separó la globulina por el proceso estándar, realizado en el Instituto "Clodomiro Picado"<sup>5,12,15</sup>. La globulina formada aquí, una pasta blanca que contiene 240 kg/m<sup>3</sup> de sulfato de amonio.

Las membranas utilizadas fueron de celofán se colocaron secas. Se emplearon materiales de las casas: Dupont 300 P. D. (DuPont de Nemours, Wilmington, U.S.A.), Teepak (Teepak, Wilmington, U.S.A.) y Cialysterch Lauch 30 (Kalle, Nieder-Hoechst, Weisbaden, Alemania).

### VARIABLES ESTUDIADAS

Las variables estudiadas, las cuales se muestran en el *Cuadro No. 1*, junto a los niveles evaluados, se distribuyeron en diseños factoriales 2<sup>6-3</sup>, según la metodología de Box, Hunter y Hunter<sup>4</sup>, hasta completar 24 experimentos de las cuales se repitieron seis para estimar la varianza.

CUADRO No 1.  
VARIABLES ESTUDIADAS EN LA EVALUACION DEL COEFICIENTE DE DIALISIS DE SOLUCIONES DE GLOBULINA DE SANGRE DE EQUINO CON SULFATO DE AMONIO

VARIABLE	NIVELES	UNIDADES
volumen del tanque w	0,1 -1,0	m <sup>3</sup>
volumen/Flujo total Q/w	0,1 -0,2 - 1,0 - 2,0	h
volumen/Flujo neto	0 - 10 - 20	h
Temperatura T	10 - 20 - 30 40	°C
Separación d' bolsas E	100 - 125 - 150 - 175	mm
diámetro d' bolsa D	2,5 - 3,8 - 5,1	cm

El cálculo de U se efectuó con las ecuaciones 3 o 4, según corresponda; mediante la evaluación de la concentración del sulfato de amonio en forma indirecta con un refractómetro tipo Abbé, calibrado con el químico de calidad reactivo. Los datos se tomaron cada 15 minutos, durante las primeras cuatro horas de cada ensayo del proceso.

### RESULTADOS

El flujo neto y el diámetro de la bolsa, no mostraron efectos significativos sobre el coeficiente de diálisis, en el ámbito de las variables estudiadas. Lo que confirma los trabajos previos de la Escuela de Ingeniería Química<sup>7,12,17</sup>.

El tipo de membrana tampoco mostró efectos apreciables. Este mismo comportamiento lo observaron Delgado<sup>7</sup> y Morales<sup>15</sup>, también se puede deducir de los datos de Lane y Riggle<sup>10</sup>.

La separación entre bolsas, el flujo total (neto más reciclo), el volumen del fluido en el tanque y la temperatura generaron variaciones significati-

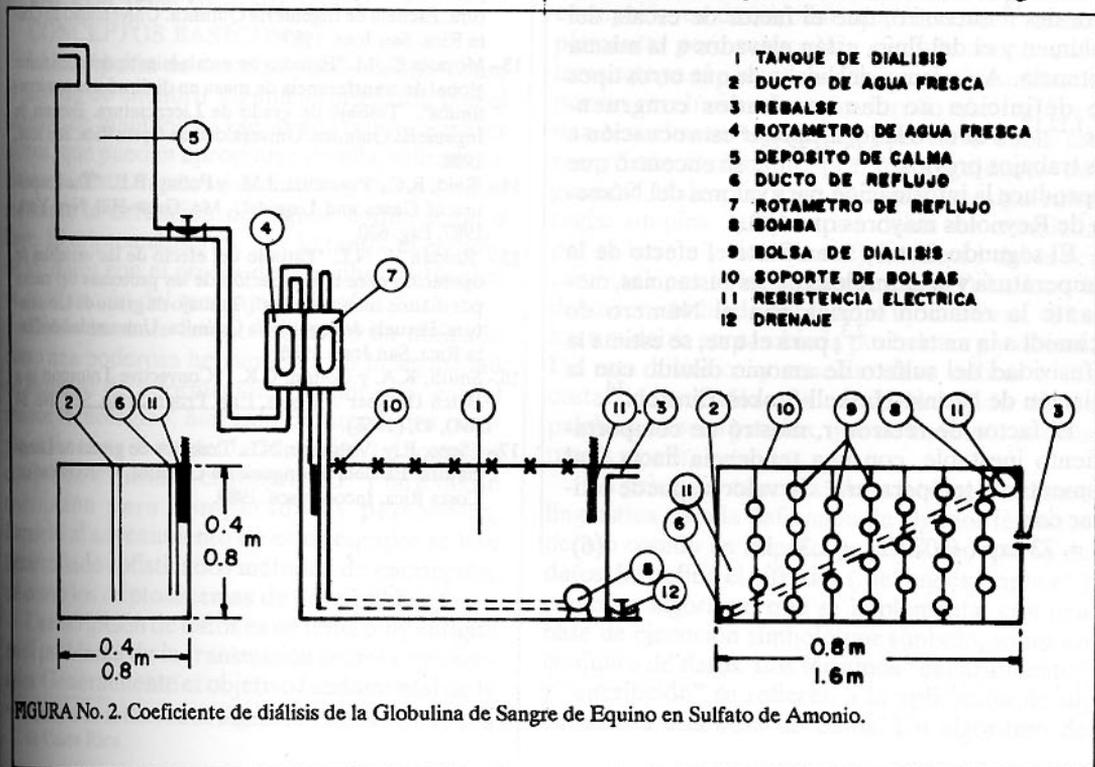


FIGURA No. 2. Coeficiente de diálisis de la Globulina de Sangre de Equino en Sulfato de Amonio.

vas sobre el coeficiente de diálisis. Su efecto se puede relacionar con los resultados experimentales de U, satisfactoriamente como se muestra en la figura No. 2, por

$$U = 2.0 \cdot 10^{-12} [Q S / (W n)]^{0.16} [T^{2/3} / (D n^{1/3})] \pm 7.6 \cdot 10^{-8} \quad (5)$$

Donde:

- U = Coeficiente global de transferencia de masa, por diálisis, m/s  
 Q = Flujo total dentro del tanque, m<sup>3</sup>/s  
 S = Área neta de flujo, es el área total del tanque menos la suma de las áreas externas de todas las bolsas de diálisis m<sup>2</sup>  
 W = Volumen de solvente en el tanque, es el volumen del tanque menos el ocupado por todas las bolsas, m<sup>3</sup>  
 n = Viscosidad cinemática del agua pura, m<sup>2</sup>/s  
 T = Temperatura de la solución, K  
 D = Diámetro de la bolsa de diálisis, m

El primer paréntesis cuadrado,  $[Q S / (W n)]$ , representa el Número de Reynolds, su definición se infiere del estudio de escalamiento<sup>9</sup>; en el cual Morales<sup>13</sup> encontró, que el factor de escala del volumen y el del flujo, están elevados a la misma potencia. Así mismo, del hecho de que otros tipos de definición no dan resultados congruentes<sup>1,12,17</sup>. Por otro lado, al aplicar esta ecuación a los trabajos previos<sup>1,7,12,13,15,17</sup>, se encontró que reproduce la información para valores del Número de Reynolds mayores que 100.

El segundo factor, manifiesta el efecto de la temperatura y la naturaleza de las sustancias, mediante la relación teórica con el Número de Schmidt a la un tercio<sup>2,3</sup>; para el que, se estima la difusividad del sulfato de amonio diluido con la relación de Nernst-Haskell-Stokes-Einstein<sup>14</sup>.

El factor de retardo r, mostró un comportamiento inestable, con una tendencia hacia 0 al aumentar la temperatura. Su valor se puede estimar con

$$r = 73 \exp(-0.072 T) \pm 1.3 \quad \text{ks} \quad (6)$$

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aiello R., W. "Determinación del coeficiente global de diálisis para un proceso semicontinuo". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, (1987).
- 2.- Bird, R.B., Stewart, W.E y Lightfoot E.N. "Transport Phenomena". Wiley, New York, (1960).
- 3.- Boerer, M.O. "Diffusional Boundary Layer Resistance for membrane transport". *Ind. Eng. Chem. Fundam.* 23 (1), 72, (1984).
- 4.- Box, G.E., Hunter, W.G y Hunter S. "Statistics for Experimenters". Wiley, New York, (1978).
- 5.- Chacón Sch., M. "Diseño y Análisis de un dializador para sueros antiofídicos". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, 1984
- 6.- Chandra P., Mishra, P. "Mass Transfer to a rotating fluid". *Chem. Eng. Sci.* 35, 1657 (1980).
- 7.- Delgado A., G. "Análisis de la diálisis en un proceso semicontinuo". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, 1986
- 8.- Geankoplis C.J. "Interaction effects on diffusion in protein solutions". *Ind. Eng. Chem. Fundam.* 21 (2), 135, (1982).
- 9.- Johnstone, T. "Pilot Plants, Models and Scale Up". Mc. Graw-Hill, New York, (1957).
- 10.- Lane, J.A. y Riggle, J.W. "Dialysis". *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.* No. 55 (24), 127, (1959).
- 11.- Lacey, R.E. "Membrane Separation". *Chem. Eng.* 19 (19), 56, (1972).
- 12.- Mata V., V.M. "Estudio del coeficiente global de diálisis para un proceso "batch". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, 1987
- 13.- Morales C., M. "Estudio de escalamiento del coeficiente global de transferencia de masa en dializadores semicontinuos". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, 1988
- 14.- Reid, R.C., Prausnitz, J.M. y Poling, B.E. "The Properties of Gases and Liquids". Mc. Graw-Hill, New York, 1987, Pág. 620.
- 15.- Roldán V., N.L. "Estudio del efecto de las variables de operación para la separación de las proteínas del suero, por diálisis semicontinua". Trabajo de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. San José, 1986
- 16.- Smith, K.A. y Colton, C.K. "Convective Transport in a Batch Dialyser". *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.* No. 84 (64), 45, (1968).
- 17.- Soto, P. y Valverde, N.L. Trabajos de grado de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. Inconclusos. 1989.