

ENSAYOS DINÁMICOS DE ADSORCIÓN USANDO UNA MATRIZ DE QUITOSANO/PELLET CERÁMICO PARA LA REMOCIÓN DE AZO-COLORANTES

Pérez-Calderón, John¹; Scian, Alberto²; Ducos, Martin³; Santos, Victoria³; Noemí Zaritzky^{1,4}

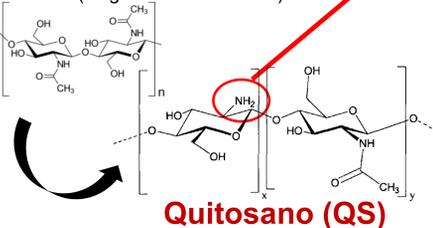
¹ Centro de I&D en Criotecología de Alimentos, CONICET, CIC-PBA. ² Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica, CONICET- CIC-PBA. ³ Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales, CONICET-Universidad Nacional del Comahue. ⁴ Depto. de Ingeniería Química- Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

e-mail: lic.john.pecal@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Quitina

Segundo biopolímero más abundante de la naturaleza (seguido de la celulosa)



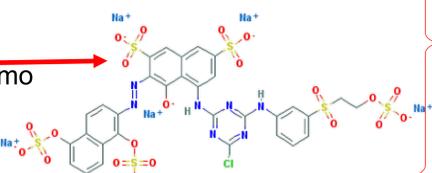
Quitosano (QS)

- i) Grupos amino libres que lo convierten en un polielectrolito catiónico natural
- ii) En medio ácido los grupos amino se encuentran protonados (-NH₃⁺), pKa=6.5
- iii) Material adsorbente de especies aniónicas contaminantes
- iv) Biopolímero biodegradable y no tóxico

Características del QS trabajado:

- QS PM= 2.83x10⁵ g.mol⁻¹ medido por viscosimetría capilar utilizando la ecuación de Mark-Houwink
- %DD=75.3±1.1% mediante FTIR (Brugnerotto et al.,2001)

Colorantes sintéticos



Colorantes azoicos (R=N=N-R) RR-195

Medios acuáticos el grupo azo se reduce fácilmente generando compuestos carcinogénicos y mutagénicos como las aminas aromáticas

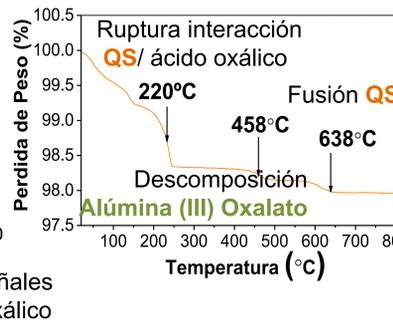
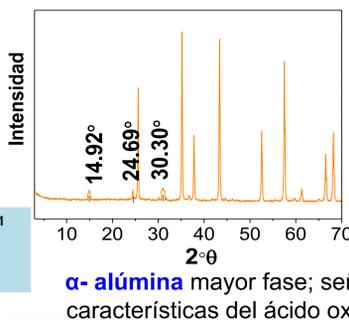
Remoción
Ensayos de adsorción en sistemas dinámicos
Uso de columnas de lecho → Estudio de los procesos de remoción en sistemas continuos.
Ventaja: Generaran una visión tecnológica que permite el escalado industrial.



OBJETIVOS

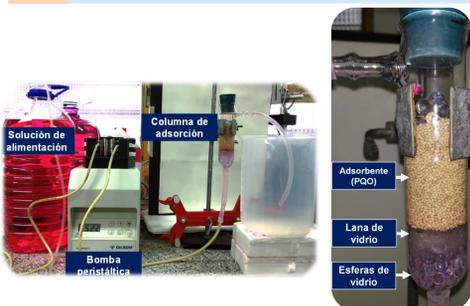
- Usar una matriz biocompuesta de pellets cerámicos de alúmina/QS reticulado iónicamente con ácido oxálico (PQO) como material adsorbente en una columna del lecho fijo para la remoción del colorante RR195.
- Evaluar diferentes parámetros operacionales tales como variación de concentración de alimentante, cantidad de adsorbente (altura de empacquetamiento) y caudal volumétrico de alimentación del efluente para caracterizar la eficiencia del material adsorbente.
- A partir de modelos de isothermas de adsorción determinar los parámetros de éstos y compararlos con los resultados obtenidos de los ensayos tipo batch

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PQO



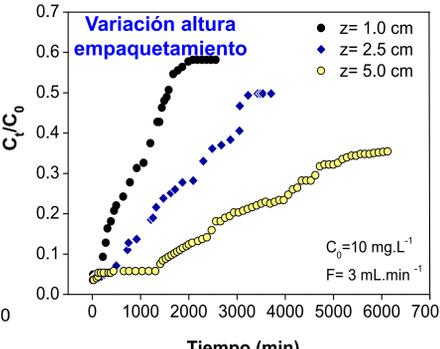
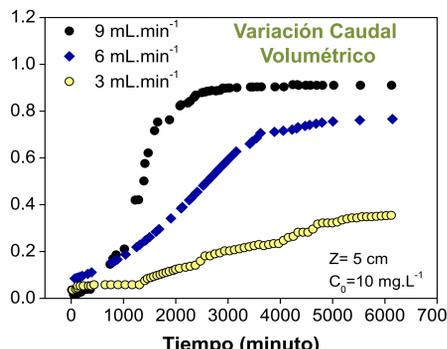
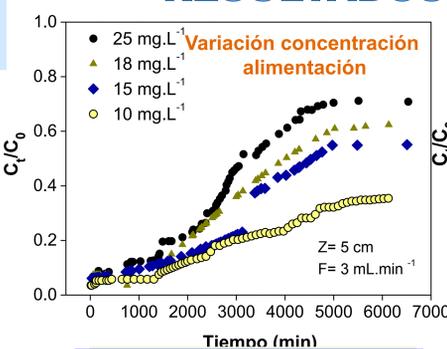
RESULTADOS

1 Esquema de empacquetamiento de la PQO en la columna de adsorción



Variación de parámetro Experimentales

Z (cm)	F (mL.min ⁻¹)	C ₀ (mg. L ⁻¹)
1.0	3.0	10
2.5	3.0	10
5.0	3.0	10
5.0	3.0	15
5.0	3.0	25
5.0	6.0	10
5.0	9.0	10



J_t (mL.min⁻¹) → Masa total de colorante adsorbido por el material
 $J_t = \frac{F}{1000} \int_{t=0}^{t_{total}} C_{ad} dt$

W (mg) → Cantidad total de colorante que circuló por la columna
 $W = \frac{C_0 F t_{total}}{1000}$

q_e (mg.g⁻¹) → Capacidad de adsorción experimental de la columna
 $q_e = \frac{J_t}{M}$

%RM_c → Porcentaje de remoción
 $\%RM_c = \frac{J_t}{W} \times 100$

Z=Altura del empacquetamiento
F=Caudal volumétrico
C₀=Concentración de alimentación

Los resultados experimentales permitieron calcular

Se determino la Concentración en el equilibrio (C_e)

$C_e = \frac{W - J_t}{V_{Total}} \times 1000$

se usó los modelos **Langmuir** y **Freundlich**

Al aumentar C₀ el tiempo de ruptura es menor, por esta misma razón el %RM_c desciende

Al aumentar F reducción del %RM_c → velocidad de transferencia de masa es proporcional al aumento F

Al aumentar Z se produce un incremento de colorante retenido por la columna

Parámetros de la isoterma de adsorción en ensayos dinámicos

Q_m ensayos batch=334 mg/g

Langmuir				Freundlich			
Q _m	K _L	R ²	%e	K _F	n	R ²	%e
331 (41)	0.55 (0.045)	0.97	31 %	158 (19)	3.91 (0.2)	0.87	272 %

Unidades de parámetros de cada modelo
Q_{max} [mg/g] K_L [L/mg] K_F [(mg/g)(mg.L)^{-1/n}]

2 Modelos de adsorción en columna de lecho fijo

Thomas
 $\ln\left(\frac{C_0}{C_t} - 1\right) = \frac{k_T q_{0T} M}{F} - k_T C_0 t$

Yan
 $\frac{C_t}{C_0} = 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{F \cdot t}{b_Y}\right)^{a_Y}} \rightarrow q_{0Y} = \frac{b_Y C_0}{M}$

Parámetros modelos:
Modelo Thomas k_T es el coeficiente Modelo thomas (mL.min⁻¹.mg⁻¹)
q_{0T} es la capacidad de adsorción de la columna en equilibrio (mg.g⁻¹)
Modelo de Yan b_Y (L) Volumen máximo de rendimiento que produce una respuesta en el proceso de adsorción
a_Y es el coeficiente de la ecuación.

A partir de b_Y se calcula la capacidad de adsorción (q_{0Y}).

se usó los modelos **Langmuir** y **Freundlich**

$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m K_L} + \frac{1}{Q_m}$

$\ln q_e = \ln(K_F) + n \ln C_e$

Condiciones Experimentales				Modelo Thomas				Modelo Yan					
C ₀	Z	F	J _t	q _e	q _{0T}	k _T	R ²	%e	q _{0Y}	b x 10 ³	a	R ²	%e
10	1.0	3	46.71	265.22	305	0.134	0.87	5.23	286	5	1.11	0.98	5.88
10	2.5	3	79.46	220.73	271	0.090	0.95	1.71	312	11	1.29	0.98	16.80
10	5.0	3	147.28	182.96	247	0.045	0.96	0.30	357	28	1.23	0.97	0.22
15	5.0	3	198.67	197.27	274	0.039	0.96	1.04	271	14	2.03	0.92	19.15
18	5.0	3	211.70	232.51	250	0.031	0.96	28.11	243	12	1.83	16.96	16.96
25	5.0	3	269.46	292.48	346	0.029	0.96	2.80	326	10	2.11	0.96	0.29
10	5.0	6	158.70	197.27	216	0.073	0.94	1.60	190	15	1.80	0.97	31.73
10	5.0	9	116.53	144.52	201	0.117	0.71	37.88	150	12	2.90	0.98	8.59

3 Modelo de tiempo de servicio de altura de lecho (BDST)

A partir de las curvas de ruptura obtenidas de los ensayos dinámicos (Fig.2) y estableciendo una concentración determinada de adsorbato a la salida de la columna (C_b), se puede definir el tiempo de ruptura (t_b) → tiempo determinado para alcanzar dicha C_b.

$t_{b,0.5} = \frac{N_{0.5}}{C_0 u} Z = a_{0.5} Z$

Este modelo muestra una relación lineal entre el t_b y una dada relación de C_t/C₀ a una altura específica del lecho de la columna (Z).

Z (cm)	t _{b,0.5} (min) Experimental	t _{b,0.5} (min) Predicho	%e
1.0	1444.4	1308.4 (81.7)	9.42
2.5	3429.1	3270.9 (204.4)	4.61

CONCLUSIONES

- La matriz bio-compuesta (PQO) es un excelente material para la remoción de colorantes con implicancias tecnológicas. PQO puede utilizarse en columnas de adsorción de lecho fijo.
- A partir de las curvas de ruptura fue posible analizar las isothermas en el equilibrio de adsorción siendo el modelo de Langmuir el que mejor representa los resultados experimentales.
- El modelo de Yan presentó buena concordancia entre los valores experimentales y predichos.
- Se aplicó el modelo BDST permitiendo realizar predicciones de los sistemas bajo condiciones operativas diferentes a las testeadas, lo cual resulta útil para el diseño de columnas en condiciones industriales.