

# SÍNTESIS DE MATRICES DE QUITOSANO FUNCIONALIZADAS CON CALCIO Y HIERRO PARA LA REMOCIÓN DE FLÚOR EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

C. Lobo<sup>a</sup>, N. Bertola<sup>a</sup> y N. Zaritzky<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA-CONICET-UNLP-CIC) <sup>b</sup> Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería UNLP 47 y 116 s/n La Plata

## Introducción

La contaminación con Flúor (F) en los acuíferos puede ser provocada por procesos naturales geológicos y por actividades antropogénicas. La ingesta excesiva de F conduce a fluorosis esquelética, osteoporosis, trastorno de tiroides, artritis. En Argentina, el Código Alimentario Argentino estableció un rango permitido de F de 0.6 a 1.7 mg/L; normas internacionales recomiendan un valor de F inferior a 1.5 mg/L para agua de consumo humano. En la Pcia. de Bs As los niveles de F en aguas para consumo poseen un rango de 0.2 - 5 mg/L. El empleo de residuos para sintetizar adsorbentes para el tratamiento de aguas contaminadas constituye un medio simple, eficaz, económico y amigable con el medioambiente. La quitina presente en exoesqueletos de crustáceos es el segundo polisacárido natural más abundante, por desacetilación se transforma en quitosano un polielectrolito catiónico que exhibe características de interés para la adsorción de F.

## Objetivo

Sintetizar matrices de quitosano con Calcio y con Hierro, y evaluar la influencia del método de síntesis, el pH, dosis de adsorbente y tiempo de contacto para la remoción de F.

## Materiales y Métodos

### Funcionalización de quitosano

Solución biopolimérica de quitosano con Ca<sup>2+</sup>: CaCl<sub>2</sub> (0.7gCa) y KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.1g en 100g solución de ácido acético 0.1M con 1 g de quitosano en agitación por 4 h a 50°C.

Solución biopolimérica de quitosano con Fe<sup>3+</sup>: 1 g de quitosano disuelto en la solución de Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O (0.7% p/p de Fe<sup>3+</sup> en 100g de quitosano) y ácido acético a 50°C bajo agitación 4h.

### Ensayos de remoción de F

Remoción de 10 mgF/L en batch, dosis de adsorbente 10g/L pH 5.2. Tiempo de contacto 4 h.

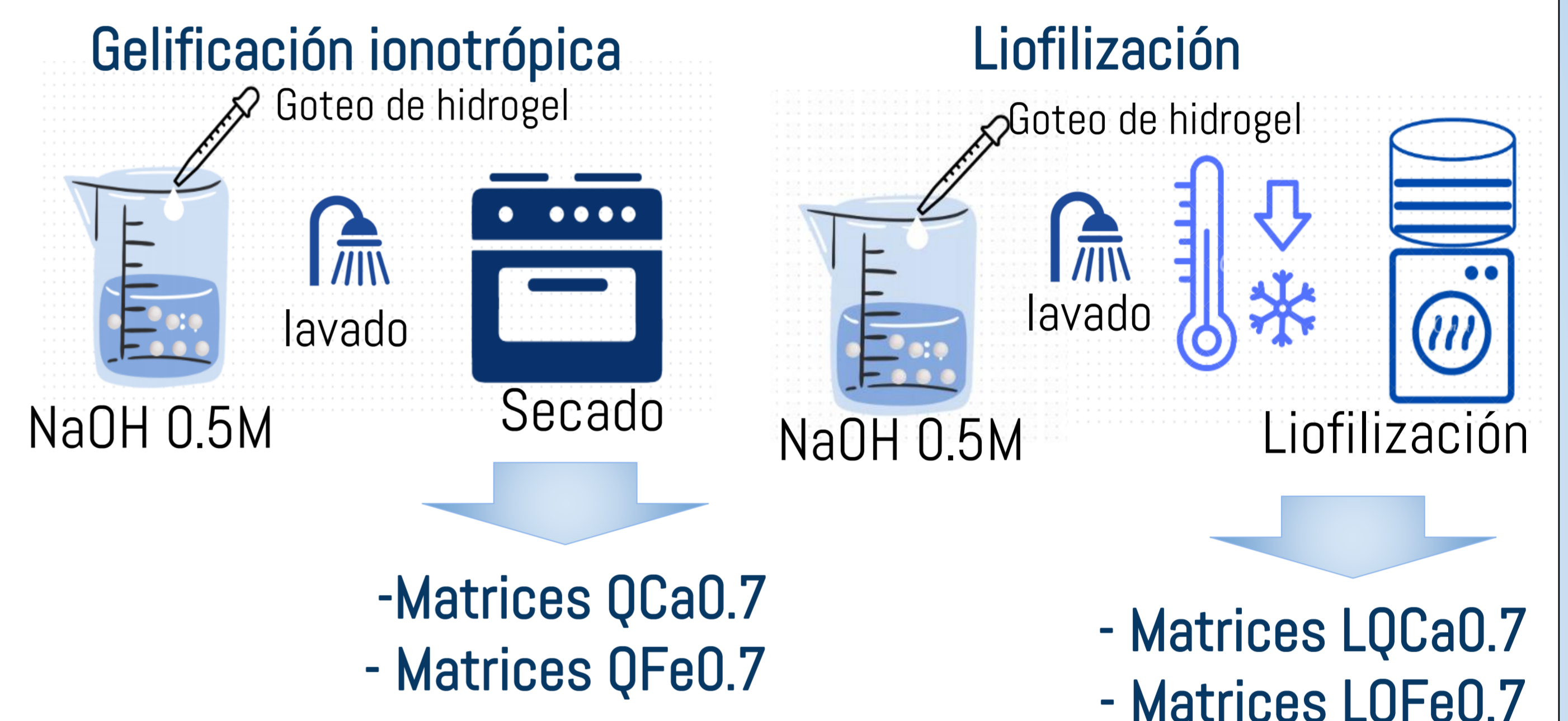
Dosis de adsorbente 1 -16 g/L

pH inicial 4.5-10

Cinética de remoción 5, 9,6, 45 y 80 mgF/L inicial

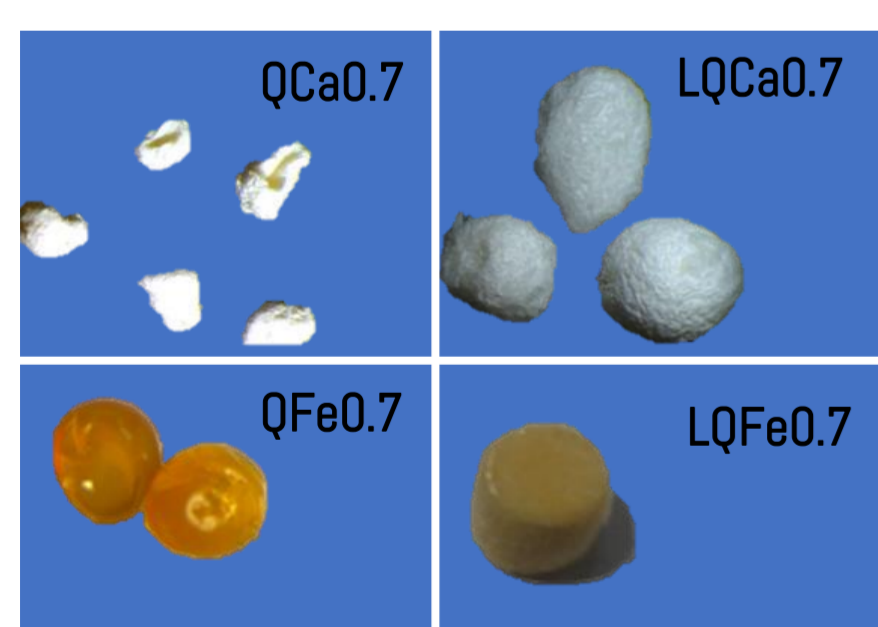
Ajustes al modelo pseudo-primero y pseudo-segundo orden  
Cálculo de suma de errores al cuadrado (SSE) y el error relativo promedio (ARE)

### Síntesis de matrices



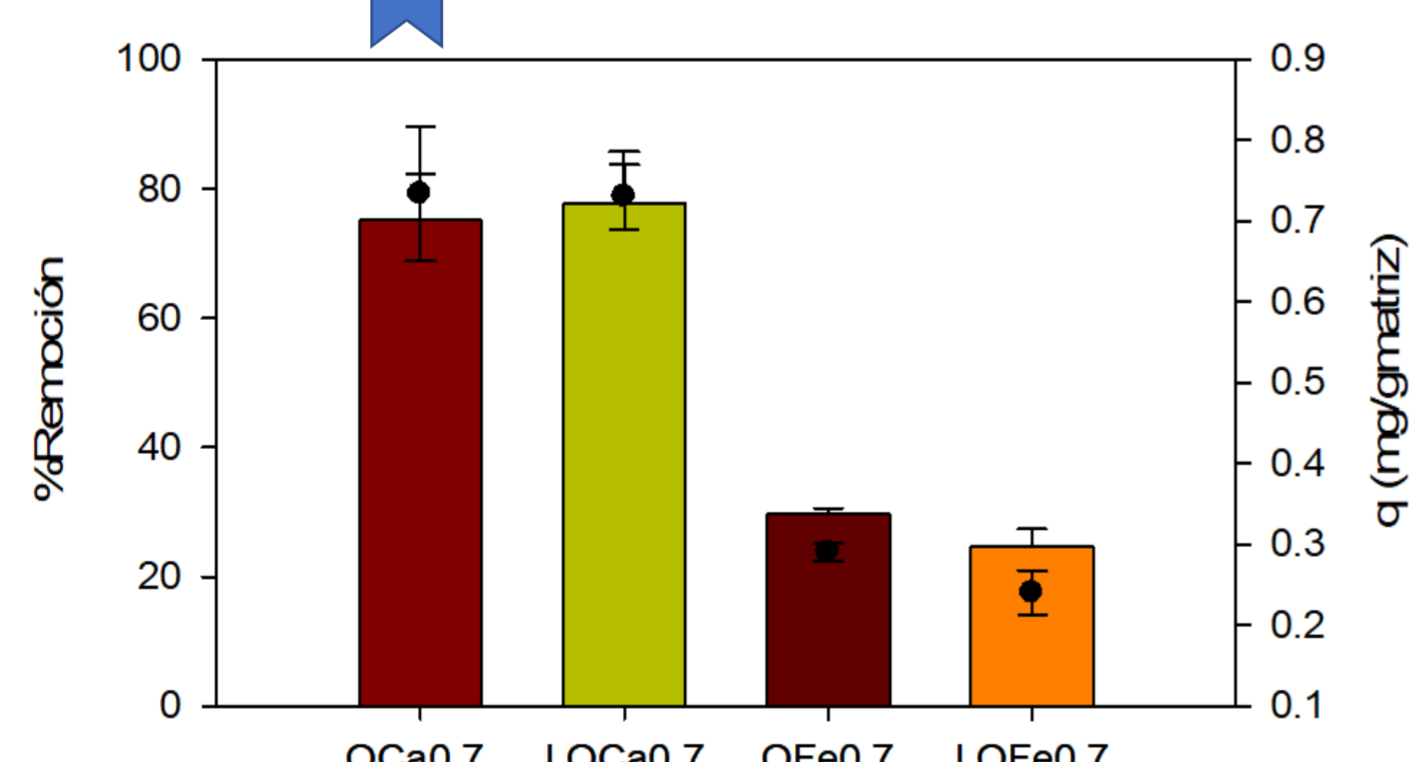
## Resultados y Discusión

### Ensayo de remoción de 10mgF/L inicial



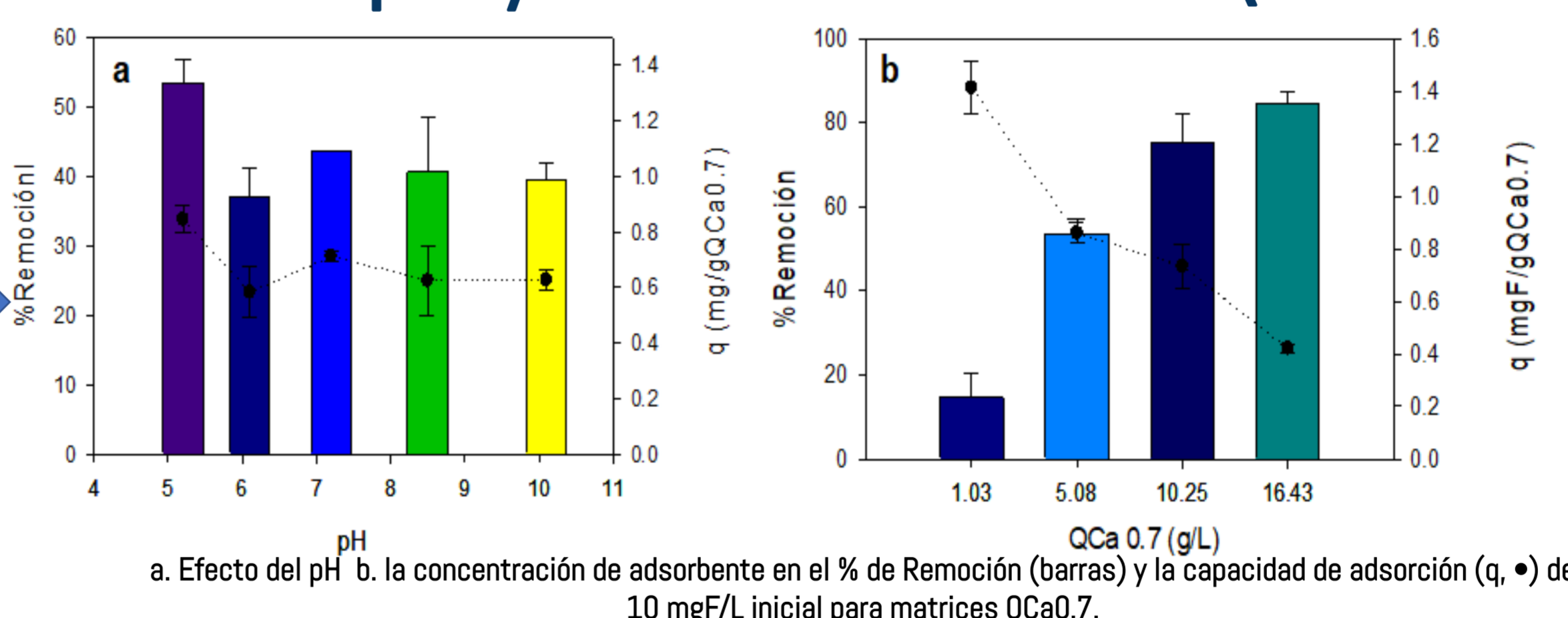
Ensayo en batch C<sub>i</sub>=10 mgF/L, pH5.2 dosis de adsorbente 10 g/L t= 4h

### Selección de matriz QCa0.7



%Remoción y Capacidad de adsorción(q):  
QCa0.7~ LQCa0.7>QFe0.7>LQFe0.7

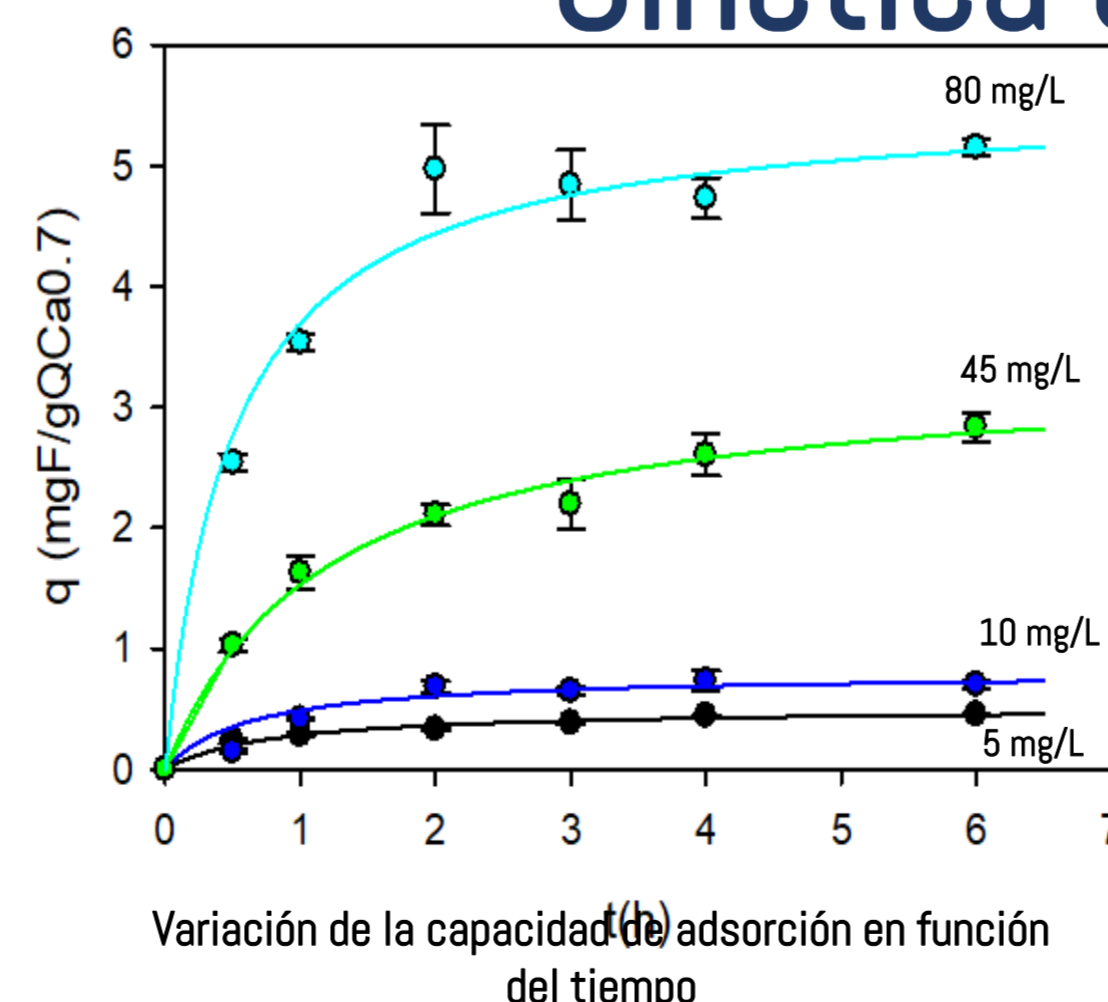
### Efecto del pH y dosis de matriz QCa0.7



Mayor porcentaje de remoción a pH 5.2  
pH < 6 el quitosano se encuentra cargado positivamente y puede haber contribuido a interacciones electrostáticas con el ion fluoruro  
El incremento de la dosis de adsorbente incrementó el porcentaje de remoción, sin embargo, la capacidad de adsorción disminuyó por saturación de los sitios de adsorción.

Condiciones seleccionadas para cinética:  
pH 5.2 dosis de adsorbente 10 g/L

### Cinética de remoción



El tiempo de equilibrio fue 2 hs para todas las concentraciones analizadas.  
%remoción>60% en 6 h

### Modelado de cinética

Parámetros cinéticos, coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>), suma de errores al cuadrado (SSE) y error relativo promedio (ARE) para la adsorción de diferentes concentraciones iniciales de F a 30°C, pH 5.20 en una matriz de quitosano

Orden	F inicial (mgF/L)	q <sub>ex</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	q <sub>p</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	k <sub>1</sub> (h <sup>-1</sup> )	r <sup>2</sup>	SSE	ARE
Pseudo-primero orden	5	0.453±0.0083	2.27	0.83	0.89	73.45	410.04
	9.6	0.703±0.04	1.45	1.09	0.65	8.92	137.20
	45	2.835±0.12	2.49	0.56	0.95	0.50	13.35
	80	5.15±0.07	2.03	0.56	0.49	19.49	60.71
Pseudo-segundo orden	5	0.45±0.0083	0.51	2.45	0.99	0.03	6.91
	9.6	0.70±0.04	0.80	1.97	0.98	0.75	14.46
	45	2.84±0.12	3.34	0.25	0.99	0.13	5.24
	80	5.15±0.07	5.55	0.36	0.99	0.24	5.63

Los datos experimentales se ajustaron adecuadamente al modelo de pseudo-segundo orden

## Conclusiones

Las matrices con Ca fueron más eficientes en la adsorción de F que las matrices con Fe. Considerando la simplicidad del método de síntesis y la eficiencia de remoción, se seleccionó la matriz QCa0.7. Se determinó la dosis óptima de 10g/L y pH 5.2 para la remoción de F en matrices QCa. En estas condiciones la cinética de adsorción de 5, 9.6, 45 y 80 mgF/L se ajustó adecuadamente al modelo de pseudo-segundo orden y se obtuvieron los parámetros cinéticos. Para una concentración de F inicial de 5 mg/L en 2 h se obtuvieron valores de F remanente inferiores a la norma establecida por la OMS (1.5 mgF/L). Las matrices sintetizadas constituyen un material adecuado para la remoción de F en aguas de consumo.