



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

**“QUITOSANO COMO SUSTITUTO BIODEGRADABLE DE RESINAS DE
INTERCAMBIO IÓNICO PARA DISMINUIR LA DUREZA Y ALCALINIDAD
DEL AGUA DEL RÍO MONJAS”**

Dayra Farinango

Quito, 7 de Febrero de 2018

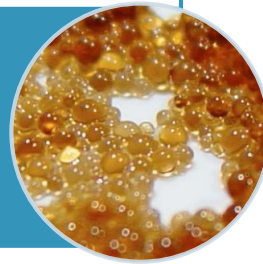


INTRODUCCIÓN

- Problema de investigación

- A nivel industrial abastecimiento de agua (osmosis inversa e intercambio iónico)
- Prevención de incrustaciones y corrosión
- No son biodegradables (poliestireno divinilbenceno)

**Industria.
Tratamiento de
agua**



- Provincias costeras productoras.
- Anualmente se generan 224 mil toneladas.
- Exoesqueleto como materia prima para otros procesos.

**Generación de
residuos**



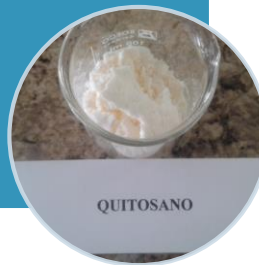


INTRODUCCIÓN

- Justificación

- La quitina es el segundo biopolímero más abundante.
- Es una modificación de la quitina.
- Aplicación en varias industrias.

Quitosano



- Actúa como agente quelante.
- Interacción con iones. (formación de complejos)
- Floculante o coagulante.

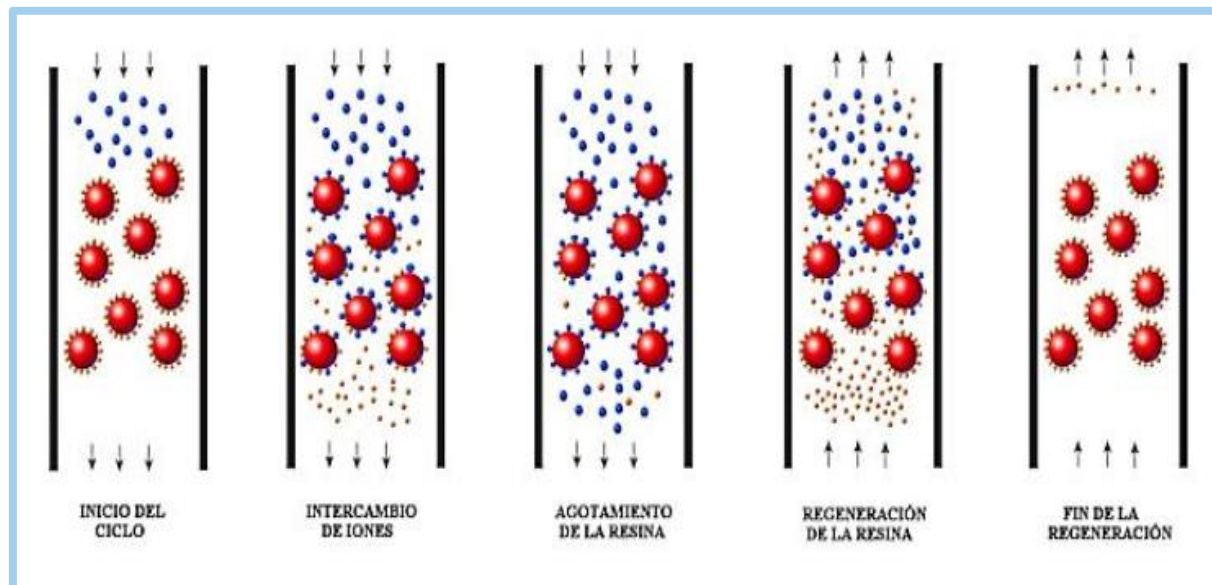
**Bioresina:
Ablandador**



INTRODUCCIÓN

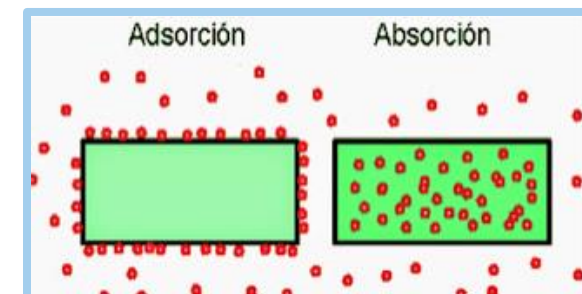
- Intercambio iónico

Adsorben iones determinados que son reemplazados por otros iones de interés. Existen dos clases de intercambio como son el **catiónico** y el aniónico (Pérez, 2015).



Intercambio catiónico

Reemplaza Ca^{2+} y Mg^{2+} por otros iones que no contribuyen a la dureza como lo son Na^+ y K^+ .





OBJETIVOS

- **General**

Disminuir la dureza y alcalinidad del agua del Río Monjas mediante la aplicación de quitosano como sustituto de resinas de intercambio iónico para el cumplimiento con la normativa técnica de procesos industriales (ASME).

- **Específicos**

- Comprobar la disminución de la concentración de carbonatos de calcio presente en el agua del río Monjas mediante una prueba de filtración con lechos de quitosano y resinas de intercambio iónico, brindando una solución ambientalmente amigable.
- Comparar los resultados de los análisis físico-químicos del quitosano y de las resinas de intercambio iónico, mediante métodos estadísticos determinando la eficiencia y la optimización de costos.



METODOLOGÍA

- Diseño de muestreo
 - Área de muestreo



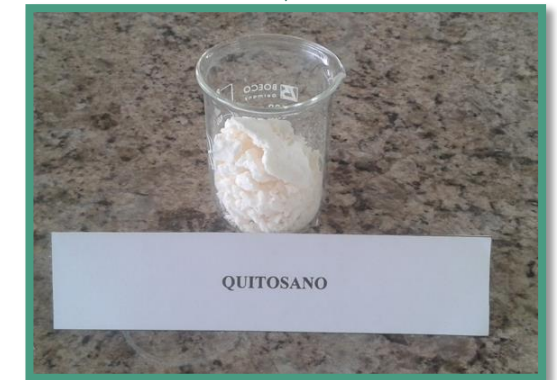
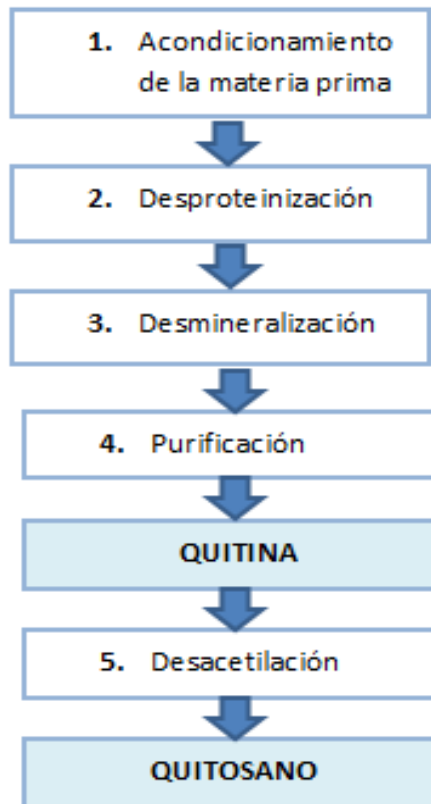
Ubicación Geográfica: Distrito Metropolitano de Quito, encontrándose al noroccidente de la urbe.

Ubicación del punto de muestreo:
UTM 17M 0781696; 9982896



METODOLOGÍA

- Diseño experimental.
 - Obtención de quitosano



QUITOSANO

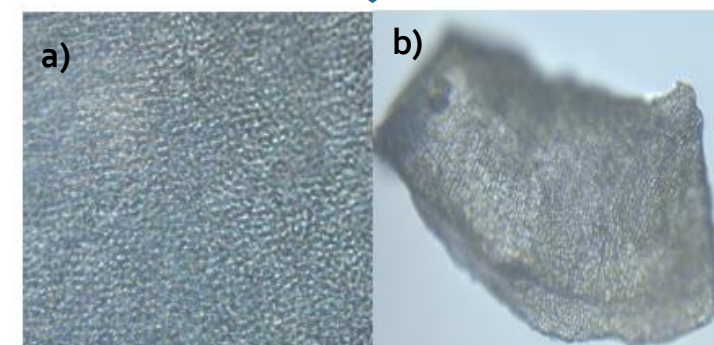
Fuente: Fuentes et. al, 2008 y Loaiza, 2015

METODOLOGÍA

- Caracterización del quitosano

Quitosano	Color	Olor	pH	Humedad %	Densidad (mg/L)	Grado de desacetilación %
180 um	Blanquecino	Sin olor	6.6	0.53	0.254	73.21
150 um	Blanquecino	Sin olor	6.8	0.50	0.191	76.83
Comercial	Blanquecino	Sin olor	≤8	≤8	≤8	70-90

PUREZA

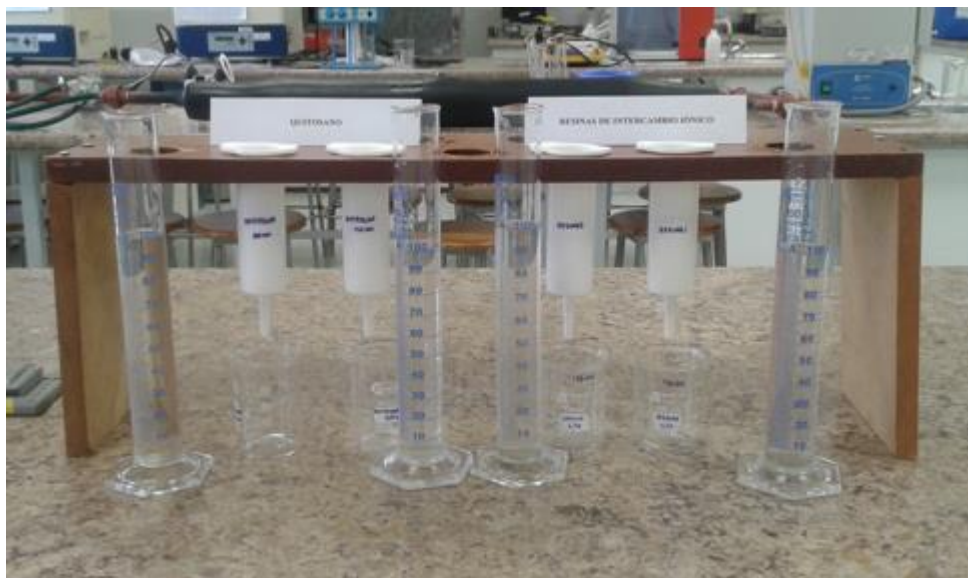


Vista de Quitosano 150 um a) Vista 100X b) Vista 40X



METODOLOGÍA

- Filtros empacados



Polvo de camarón inicial (g)	Polvo de quitosano final (g)	Tamiz 180 um (g)	Tamiz 150 um (g)
60.20	12.08	6.4	5.7
100%	20.07%	52.7%	47.3%

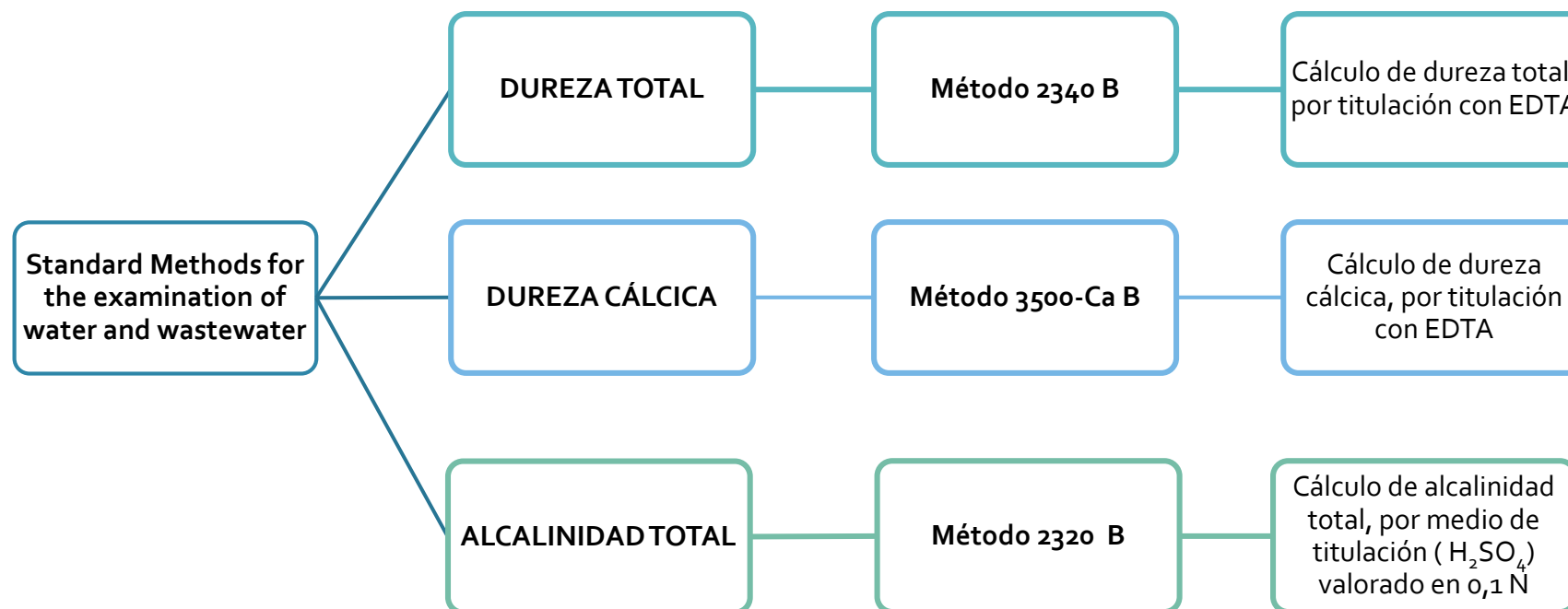
- Se filtró **300 mL** de la muestra.
- Las resinas fueron equivalentes a la masa del quitosano obtenido.

Fuente: Fuentes et. al, 2008



METODOLOGÍA

- Determinación de Dureza y Alcalinidad Total

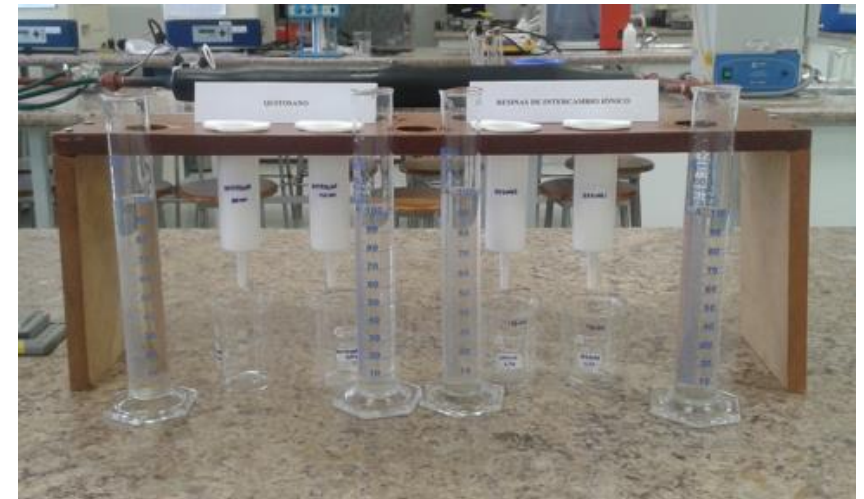




RESULTADOS

- Condiciones iniciales

N. Pruebas	Dureza Total (mg/L CaCO_3)	Dureza Cálctica (mg/L CaCO_3)	Alcalinidad total (mg/L)
1	160	32.06	3200
2	150	28.05	2900
3	170	32.06	2800
4	150	28.05	2600
MEDIA	157.5	30.06	2875



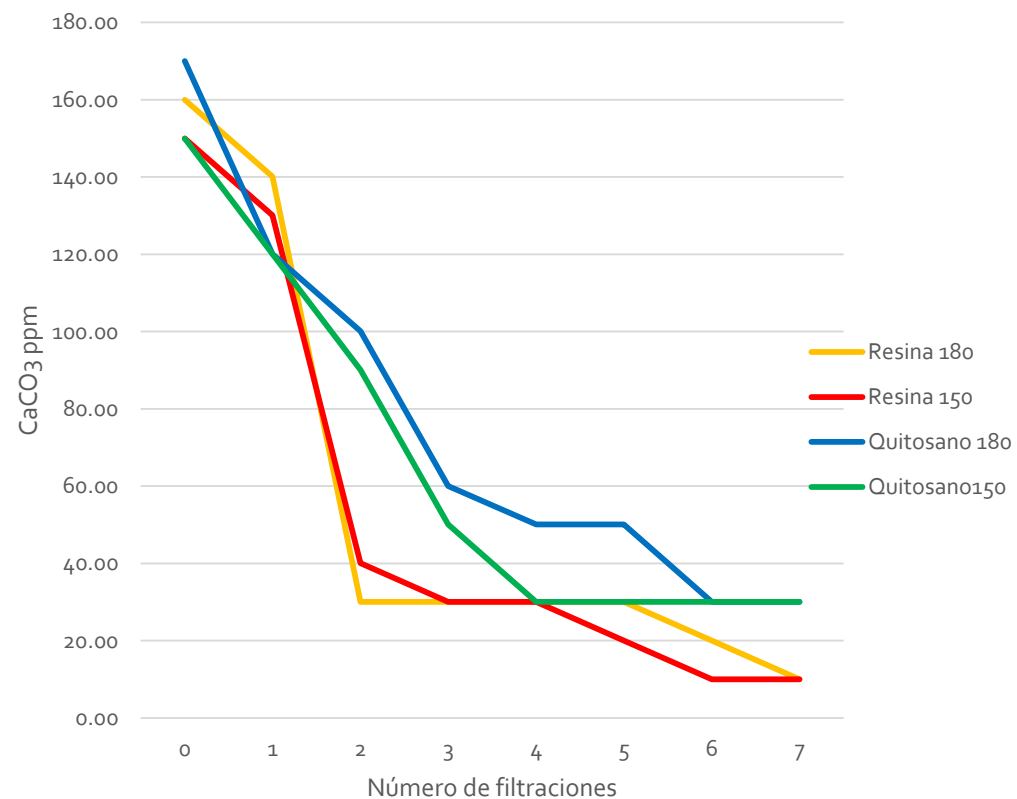
Referencia	Dureza total (mg/L CaCO_3)	Descripción	Alcalinidad total (mg/L CaCO_3)
ASME	0.3	Agua blanda	700-800
Kevern, 1989	0-15	Agua muy blanda	menor 75



RESULTADOS

• Dureza Total

Pruebas	Resina eq Q1 (ppm CaCO ₃)	Resina eq Q2 (ppm CaCO ₃)	Q1 180 um (ppm CaCO ₃)	Q2 150 um (ppm)
0	160.00	150.00	170.00	150.00
1	140.13	130.12	120.11	120.11
2	30.03	40.04	100.09	90.08
3	30.03	30.03	60.05	50.05
4	30.03	30.03	50.05	30.03
5	30.03	20.02	50.05	30.03
6	20.02	10.01	30.03	30.03
7	10.01	10.01	30.03	30.03
Disminución	93.74%	93.33%	82.34%	79.98%

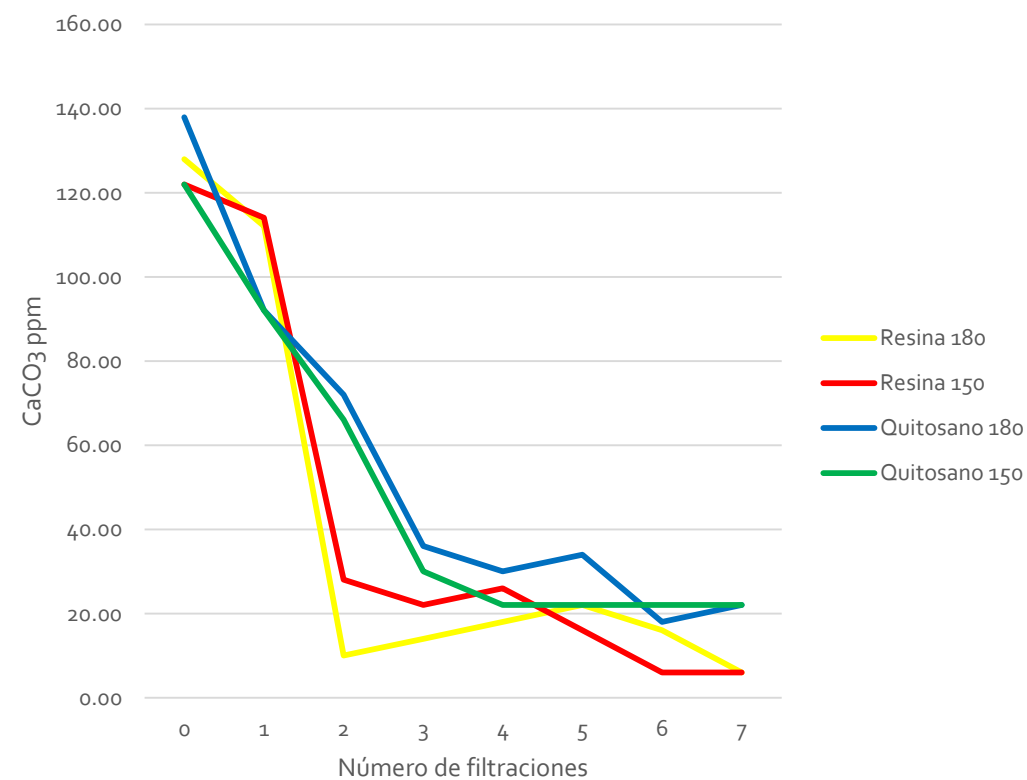




RESULTADOS

• Dureza Cálrica

Pruebas	Resina eq Q1 (ppm CaCO3)	Resina eq Q2 (ppm CaCO3)	Q1 180 um (ppm CaCO3)	Q2 150 um (ppm)
0	127.94	121.95	137.94	121.95
1	112.07	114.09	92.05	92.05
2	9.99	28.01	72.04	66.04
3	14.00	22.01	36.01	30.01
4	18.00	26.02	30.01	22.01
5	22.01	16.01	34.01	22.01
6	16.01	6.00	18.00	22.01
7	6.00	6.00	22.01	22.01
Disminución	95.31%	95.08%	84.04%	81.95%

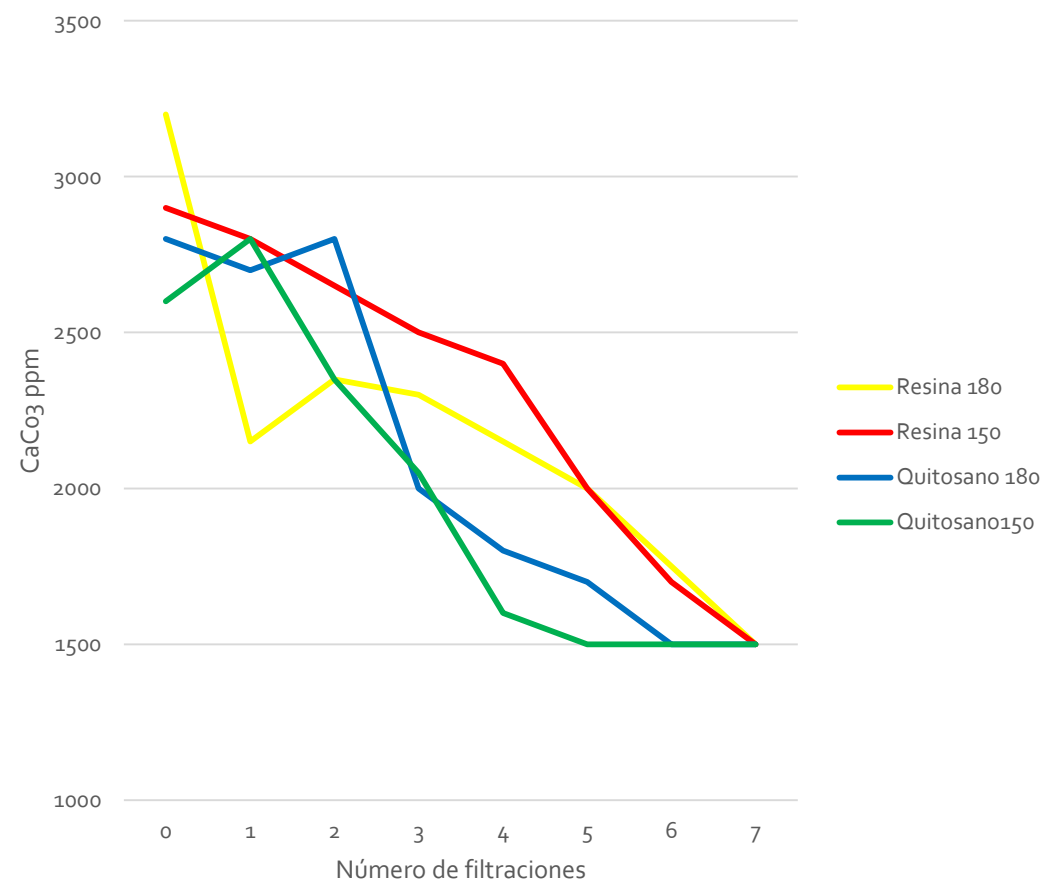




RESULTADOS

• Alcalinidad Total

Pruebas	Resina eq Q1 (ppm CaCO ₃)	Resina eq Q2 (ppm CaCO ₃)	Q1 180 um (ppm CaCO ₃)	Q2 150 um (ppm)
0	3200	2900	2800	2600
1	2150	2800	2700	2800
2	2350	2650	2800	2350
3	2300	2500	2000	2050
4	2150	2400	1800	1600
5	2000	2000	1700	1500
6	1750	1700	1500	1500
7	1500	1500	1500	1500
Disminución	53.13%	48.28%	46.43%	42.31%





RESULTADOS

- Kolmogorov-smirnov.

“Medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos” (Hammer, 2017).

Ho: los datos **siguen** una distribución M.

H1: los datos **no siguen** una distribución M.

DUREZA TOTAL		
p (same)	Resina eq 180	Resina eq 150
	1	
p (same)	Quitosano 180	Quitosano 150
	0.929	
p (same)	Resina eq 180	Quitosano 180
	0.929	
p (same)	Resina eq 150	Quitosano 150
	0.5189	

DUREZA CÁLCICA		
p (same)	Resina eq 180	Resina eq 150
	0.929	
p (same)	Quitosano 180	Quitosano 150
	0.5189	
p (same)	Resina eq 180	Quitosano 180
	0.929	
p (same)	Resina eq 150	Quitosano 150
	0.5189	

ALCALINIDAD TOTAL		
p (same)	Resina eq 180	Resina eq 150
	0.6432	
p (same)	Quitosano 180	Quitosano 150
	0.929	
p (same)	Resina eq 180	Quitosano 180
	0.929	
p (same)	Resina eq 150	Quitosano 150
	0.5189	

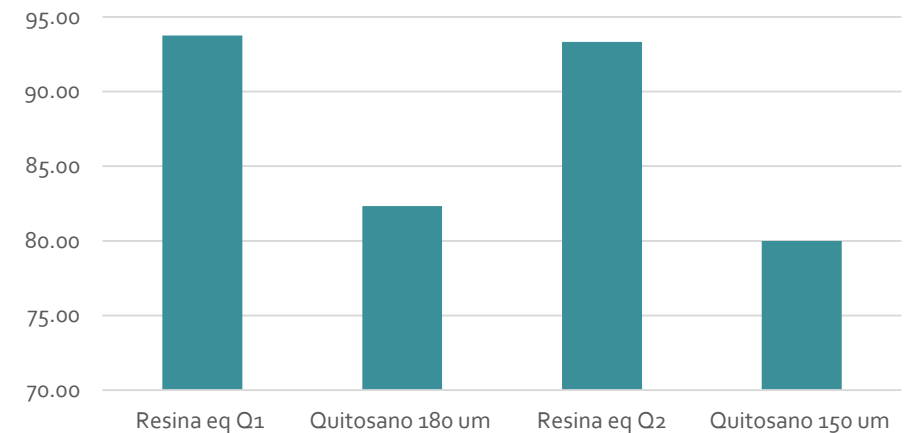


RESULTADOS

- Eficiencia de los tratamientos

Tipo de Tratamiento	Masa empleada en el filtro (g)	Concentración Inicial (mg/L)	Concentración Final (mg/L)	Rendimiento	Costo a nivel comercial (USD)	Costo del Tratamiento (USD)
Resina eq Q180	6.36	160.00	10.01	93.74	116.24	1.9455
Quitosano 180 um	6.36	170.00	30.03	82.34	35	0.2226
Resina eq Q2	5.72	150.00	10.01	93.33	116.24	1.7497
Quitosano 150 um	5.72	150.00	30.03	79.98	35	0.2002

Rendimiento de los tratamientos





CONCLUSIONES

- En las **pruebas de filtración se disminuyó un 82% de la concentración inicial de CaCO_3** ; sin embargo los resultados no se encuentran dentro del rango que establece la **ASME** para Dureza Total, siendo este **máximo permisible 0.3 ppm CaCO_3** .
- Se disminuyó el **46% de la concentración inicial de CaCO_3** ; sin embargo los resultados no se encuentran dentro del rango que establece la **ASME para Alcalinidad total** expresados como ppm de CaCO_3 , ya que el máximo permisible se encuentra en un rango de **700-800 ppm CaCO_3** .
- El **grado de desacetilación del quitosano que se obtuvo en el laboratorio fue en promedio de 73%**, encontrándose de esta manera dentro del rango que grado de desacetilación que normalmente tiene el quitosano comercial; por lo tanto sustenta la efectividad como sustituto biodegradable de las resinas de intercambio iónico.
- **La efectividad del quitosano se encuentra respaldada en los costos de tratamiento**; ya que para la reducción de un 93% de la concentración inicial de CaCO_3 en un volumen de 300 ml de agua mediante quitosano, el costo de éste tratamiento sería de veintitrés centavos. Por otro lado el costo del tratamiento en el cual se emplea resinas de intercambio iónico resulta ser de aproximadamente un dólar con ochenta y cuatro centavos. De esta manera queda comprobada la viabilidad de este tratamiento.



RECOMENDACIONES

- Para evitar la pérdida de polvo de las cáscaras de camarón, se recomienda emplear operaciones unitarias de molienda y tamizado; de esta manera se garantiza la obtención de un tamaño de partícula adecuado para este tratamiento.
- Se recomienda realizar pruebas con filtros mixtos, es decir que se encuentren empaquetados tanto de resinas de intercambio iónico así como de quitosano, con el fin de comprobar la efectividad de ambos procesos conjuntamente.
- Para futuras investigaciones, se recomienda realizar pruebas de filtración con quitosano hasta obtener una concentración de CaCO_3 de 30.0 ppm de CaCO_3 y posteriormente continuar la filtración utilizando resinas de intercambio iónico; con el fin de llegar a los niveles permisibles que establece la ASME.



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

GRACIAS