

figura 9 se muestran los correspondientes a los experimentos 1 y 4 y al residuo de camarón cubano sin ozonizar, el resto de los espectros presentan las mismas bandas (no se presentan). En la tabla 4 se ilustra la interpretación de los espectros IR obtenidos para algunas muestras de residuos de camarón cubano y ecuatoriano ozonizados (experimentos 1, 4, 5 y 8). En los casos donde no aparece el número de onda de la señal, es porque el equipo utilizado no lo detecta como una única banda, sino como un solapamiento de bandas. En la mayoría de los casos las señales obtenidas en esta investigación se corresponden con lo reportado por García (2006).

Tabla 2 Interpretación de los espectros IR de muestras ozonizadas

Asignación (cm ⁻¹)	CCp	Exp 1	Exp 4	CEg	Exp 5	Exp 8	García (2006)
v OH y v NH	3271	3269	3272	3600-3000	3600-3000	3600-3000	3340-3280
v C-H alifáticos	2960	-	-	3000-2800	3000-2800	3000-2800	2960-2880
v C=O v amida I	1633	1634	1634	1633	1642	1646	1640
δ N-H v amida II	1537	1538	1538	1537	-	-	1555
v C-N	1442	-	-	1446	-	1452	1425
δ C-H	1403	1404	1404	1440-1360	1440-1360	1440-1360	1410-1380
v amida III	1314	1316	1316	-	1316	1317	1320

(cm⁻¹): número de onda o frecuencia

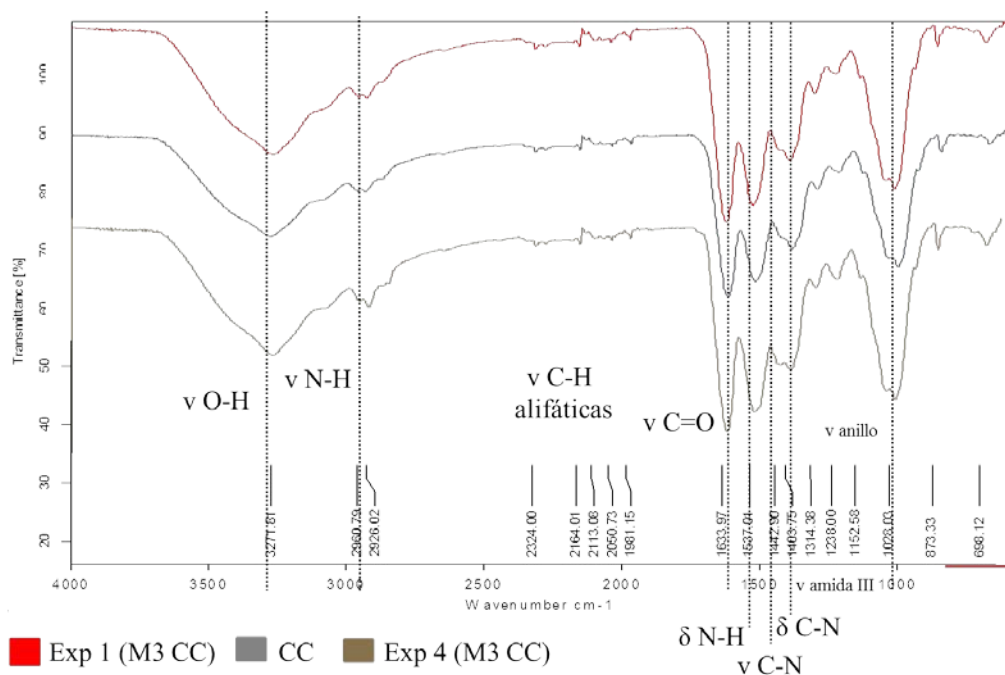


Figura 9. Espectros IR de muestras de camarón ozonizadas

Se observan pequeñas diferencias como desplazamientos en algunas bandas y variación sobre todo en la intensidad de éstas, siendo más marcadas en los exp 5 y exp 8 (en

general) que en la muestra MO CEh. Este comportamiento puede deberse a la presencia de impurezas en las muestras, lo que sí queda demostrado en todos los espectros IR es la presencia de las bandas características de la quitina:

- ν OH y ν NH: $3412, 2890 \text{ cm}^{-1}$ ν C=O ν amida I: 1657 cm^{-1} δ N-H ν amida II: 1568 cm^{-1}

Al comparar el espectro de quitina patrón (Sigma Chitin Co, figura 10) obtenido a partir de exoesqueleto de camarón con los espectros de los residuos ozonizados, se pueden observar las principales bandas presentes y comprobar de esta forma que el ozono no parece afectar la estructura de la molécula de quitina.

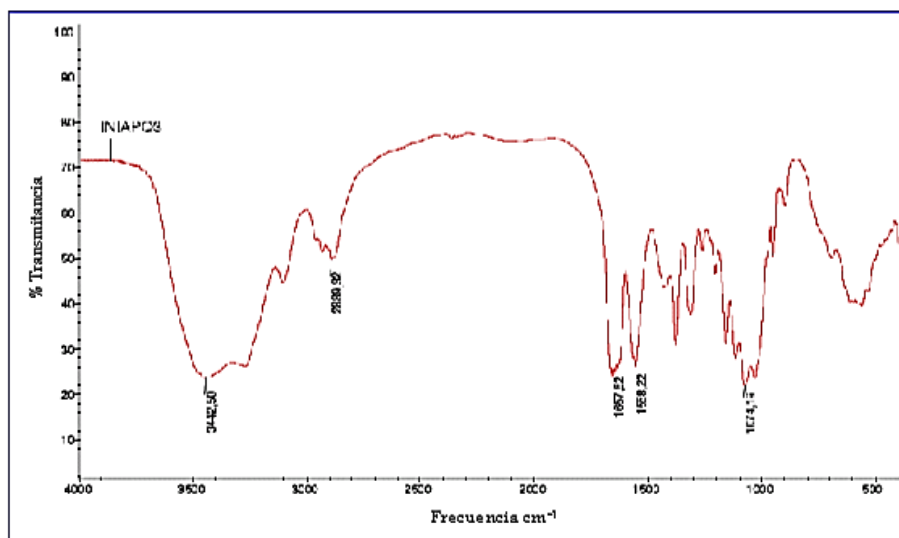


Figura 10. Espectro IR de quitina patrón (Sigma Chitin Co) a partir de exoesqueleto de camarón. Fuente: (Belandria y Morillo, 2008)

4. CONCLUSIONES

La despigmentación con ozono del exoesqueleto de las dos especies de camarón estudiadas es efectiva, con un rendimiento superior al 75%. Los mayores porcentajes de despigmentación se lograron para la especie *Litopenaeus vannamei*, debido a que presenta menor contenido inicial de astaxantina y menor tamaño de partícula. A pesar de que la ozonización destruye el pigmento, no modifica la estructura principal de la quitina y pudiera valorarse como etapa dentro de un esquema de obtención de quitosano para usos médicos, pues este pigmento resulta perjudicial para personas alérgicas. Para otras aplicaciones que no requieran la despigmentación total de los residuos de camarón, se recomienda la extracción de la astaxantina con solventes para su recuperación.

REFERENCIAS

- Astaxantina., Natural Standard. Monografía. [ref. 23 de abril 2010], disponible en: <http://holadoctor.com/es/hierbas-y-suplementos-a-z/astaxantina>.
- Bonilla, G., Biología del pennaeus vannamei., Revista Ecuacamarón, Vol. 8, No. 1, 2008, pp. 27–32.
- Boone, P.V., Programa de información de especies acuáticas., Organización de las

- Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2016 [ref. marzo, 2017]. disponible en: www.fao.org/fishery/culturedspecies/penaeus_vannamei/es#tcna0019
- Beltrán, Y., Monografías.com. journal. [ref. de 17 marzo 2015]. disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos53/quitina-quitosana/quitina-quitosana.shtml#ixzz3du9dyxgj>.
- Belandria, J.C., Morillo de Montiel, N., Recuperación de quitina a partir de los residuos sólidos generales del procesamiento industrial de crustáceos., *Revista Cubana de Química*, Vol. XX, No. 3, 2008, pp. 17-26.
- Birkeland, S., Bjerkgang, B., Extractabilities of astaxanthin and protein from muscle tissue of atlantic salmon (salmon salar) as affected by brine concentration and pH., *Food Chemistry*, Vol. 85, No. 4, 2004, pp. 559–568.
- Dutta, P., Ravikumar, M., Dutta, J., Chitin and chitosan for versatile applications., *Journal of Macromolecular Science*, Vol. c42, No. 3, 2002, pp. 307–315.
- García, V., Potencialidades de la quitina cubana en la elaboración de tabletas., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de la Habana, Cuba, 2006.
- García-Cubero, M., González-Benito, E., Indacochea, I., Coca, M., Bolado, S., Effect of ozonolysis pretreatment on enzymatic digestibility of wheat and rye straw., *Bioresource Technology*, Vol. 100, No. 4, 2009, pp. 1608–1613.
- Isla, M., Manejo sostenible del cultivo de camarón en Cuba. Estudio de caso: camaronera Calisur, provincia Granma., Tesis en opción del título de Máster en Manejo integrado de la zona costera., Universidad de la Habana, Cuba, 2006.
- Núñez, C., Argüello, W., Reyes, N., Barragán, C., Fornué, E., Ortega, J., Utilización de residuos de cáscara de camarón para la obtención de quitina blanqueada: Propuesta de una metodología a base de tratamientos alcalino-ácidos y ozono., *Avances en la investigación en el Cucha*. México, 2008.
- Ortiz, A., Tratamiento químico y biotecnológico de residuos de camarón para la obtención de productos de valor agregado. Programa educativo de Ingeniería Ambiental, Monografía, Universidad Veracruzana, Méjico, 2013, pp. 1-63.
- Osuna, A., Escobedo, A., Méndez, E., Vázquez, A., Martínez, H., Extracción, caracterización parcial y evaluación de la digestibilidad in vitro de la proteína asociada al exoesqueleto del camarón blanco (*litopenaeus vannamei*)., *Revista Biociencia*, Vol. 2, No. 4, 2014, pp. 293-301.
- Percot, A., Viton, C., Domard, A., Optimization of chitin extraction from shrimp shells., *Biomacromolecules*, Vol. 4, 2003, pp. 12-18.
- Seung, S., Depolymerization and decolorization of chitosan by ozone treatment., Tesis en opción del título de Máster en Ciencias., Universidad del estado de Louisiana, Estados Unidos, 2006.
- Suárez, L., Tulande, J., Mina, J., Peñaranda, J., Desarrollo de apósitos de quitosano para su posible aplicación en la regeneración de tejido epitelial. Primera parte: caracterización mecánica., *Revista Colombiana de Materiales*, Vol. 5, 2013, pp. 56-63.
- Synowlecki, J., Al-Khateep, N., Production properties and some new applications of chitin and its derivatives., *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 43, No. 2, 2003, pp. 145-171.