

# **Análisis de Redes de Comercialización de Productos Pesqueros: Una Alternativa para la Gobernanza del Sector Pesquero Rural — El Caso del Pepino de Mar en Yucatán (México)**

## **Network Analysis of the Fishing Product Trade: An Alternative Method for Governance of Rural Fisheries — The Yucatan Sea Cucumber Case (Mexico)**

### **L'analyse des Resaux Commerciaux de Produits de la Peche: Une Alternative pour la Gouvernance du Secteur de la Peche Rural — Le Cas du Concombre de Mer au Yucatan (Mexique)**

LAURA VIDAL-HERNÁNDEZ<sup>1\*</sup>, ARMANDO CARMONA<sup>1</sup>, RODRIGO HUERTA-QUINTANILLA<sup>2</sup>,  
EFRAIN CANTO-LUGO<sup>2</sup> y JORGE LÓPEZ-ROCHA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Colón. No. 503F x  
Av. Reforma y 62, Mérida, Yucatán 97000 México.*

<sup>\*</sup>[laurae.vidal@ciencias.unam.mx](mailto:laurae.vidal@ciencias.unam.mx)

<sup>2</sup>*CINVESTAV MERIDA. Antigua carretera a Progreso Km 6, Cordemex,  
Loma Bonita Xcumpich, Mérida, Yucatán, México.*

#### **RESUMEN**

La pesquería de pepino de mar en la costa de Yucatán se percibe como una alternativa importante para el desarrollo del sector pesquero rural y de la economía local por las divisas que genera. Pese a que existen medidas de manejo enfocadas en su esfuerzo pesquero y en cuotas de captura, los puertos de extracción muestran importantes escenarios de deterioro ambiental, social y económico poco o nulamente atendidos. Este trabajo presenta un análisis de la red de comercialización del pepino de mar en siete puertos de Yucatán, con el fin de identificar sus características estructurales. Se aplicaron 110 encuestas a permisionarios, presidentes del comités náuticos, intermediarios, cooperativas pesqueras y comités de vigilancia de siete comunidades pesqueras. Se construyó una matriz binaria codificada de 92 nodos con tres roles diferenciados y se analizó empleando el software Ucinet versión 6.0 y bibliotecas de Python. Los resultados muestran una red de tipo Barabási-Albert (libre de escala) con 310 enlaces, una densidad de 0.074, un índice de clustering de 0.475, un diámetro de 5 y un valor de energía de 13230. Se identificaron diez actores cruciales en la conectividad de la red, donde alrededor de un nodo confluye del 80% de los flujos comerciales. Se presentan características de las subredes por puerto y por rol. Esta información puede emplearse para identificar actores clave con capacidad de negociación del precio de mercado, analizar el impacto de escenarios hipotéticos de cambio en la estructura de la red y diseñar alternativas de gobernanza comercial up-bottom que propicie una distribución equitativa de la riqueza de esta lucrativa pesquería y no favorezcan el surgimiento de monopolios.

PALABRAS CLAVE: Análisis de redes, comercio de productos pesqueros, pepino de mar, México

#### **INTRODUCCION**

La pesquería de pepino de mar en la costa de Yucatán se percibe como una alternativa importante para el desarrollo del sector pesquero rural y de la economía local por las divisas que genera, ya que asegura un producto de exportación. Su principal destino es atender la demanda de alimentos y de productos medicinales de consumidores de origen asiático en Estados Unidos y China. Pese a que localmente existen medidas de manejo enfocadas en controlar su esfuerzo pesquero y definir cuotas de captura, los puertos pesqueros yucatecos muestran ya importantes escenarios de deterioro ambiental, social y económico, poco o nulamente atendidos, tal como está documentado por Toral-Granda y Toral-Granda (2008) y Purcell et al. (2012) para otros puertos en el mundo donde este producto se extrae.

Esta pesquería, aunque pequeña en volumen, genera ganancias en el mercado internacional de gran importancia, ya que alcanza hasta los 300 US\$/ kg procesado en seco (Purcell 2014). Sin embargo, las medidas de control para su desarrollo no aseguran que los beneficios derivados de su comercio y la distribución de ingresos sean integrados y justos entre los productores locales a lo largo de la cadena de valor. Con lo cual se generan condiciones de inequidad que dan origen a conflictos permanentes donde: las cuotas de captura son excedidas, aumenta el esfuerzo pesquero, hay pesca furtiva durante las vedas, se pescan menos ejemplares y de menor peso y, aumenta la competencia comercial, como lo describen Wamukota et al. (2014) para otras pesquerías rurales en zonas arrecifales. Murray y Little (2000) consideran que los sistemas de mercado pesqueros son muy relevantes para promover el desarrollo de las pesquerías rurales y aliviar la pobreza, ya que su escaso conocimiento dirige equivocadamente los esfuerzos de las políticas públicas a incrementar la producción pesquera y generar mayores ingresos internacionales, a un costo social y ambiental local alto.

Por otro lado, uno de los Principios de la Resiliencia para los sistemas socio-ambientales es el “Manejo de la Conectividad” de sus recursos, especies y actores sociales (Dakos et al. 2015). Para las pesquerías costeras y sistemas comerciales asociados, dada la creciente presión productiva y desarrollo incontrolado, es sin duda necesario, construir en capacidades para su resiliencia. Para el enfoque de este estudio, eso sería buscar tipos de redes sociales comerciales que facilitarían su gobernanza en beneficio de la mayor parte de sus actores o nodos. Una forma de aproximarse a tal objetivo es estudiar escenarios de comercio local de productos pesqueros muy valorados.

En el Golfo de México las principales especies de pepino de mar aprovechadas son *Isostichopus badiotus* y *Holothuria floridana*. Las capturas registradas en esta región han oscilado en los últimos diez años entre cero y 2,649 toneladas (en 2008 y 2013, respectivamente); con un valor de las capturas a precio máximo de US \$5,242,004.00 en el 2013

(CONAPESCA 2014). Las capturas de la Península de Yucatán básicamente sostienen esta pesquería; en la cual se estima participan alrededor de 1794 pescadores ribereños de pequeña escala. En 2016, Yucatán registró una exportación de más de 500 toneladas de pepino de mar seco al mercado internacional, pero el conocimiento sobre su mercado dentro de la Península de Yucatán es escaso (Romero 2013). Se sabe que el precio del producto en el Estado en presentación fresco ha oscilado entre 2 – 4 US\$ / kg, mientras que para la presentación seco – salado el precio ha variado entre 21 – 28 US\$/kg. Actualmente el precio de pepino de mar en playa fluctúa entre 1.26 a 28 US\$ /kg fresco. Por otra parte, el sector pesquero local considera que hay un mercado ilegal del producto mayor al 70% y las autoridades comerciales reconocen debilidades en la verificación del código arancelario y en el rastreo de la producción, por lo que no es posible conocer con precisión cuánto producto sale del Estado. Más grave aún, el panorama de extracción y comercialización no parece estar evitando la sobreexplotación del recurso (DOF 2016), y las medidas de manejo no han podido ser efectivamente aplicadas (López-Rocha et al. 2013).

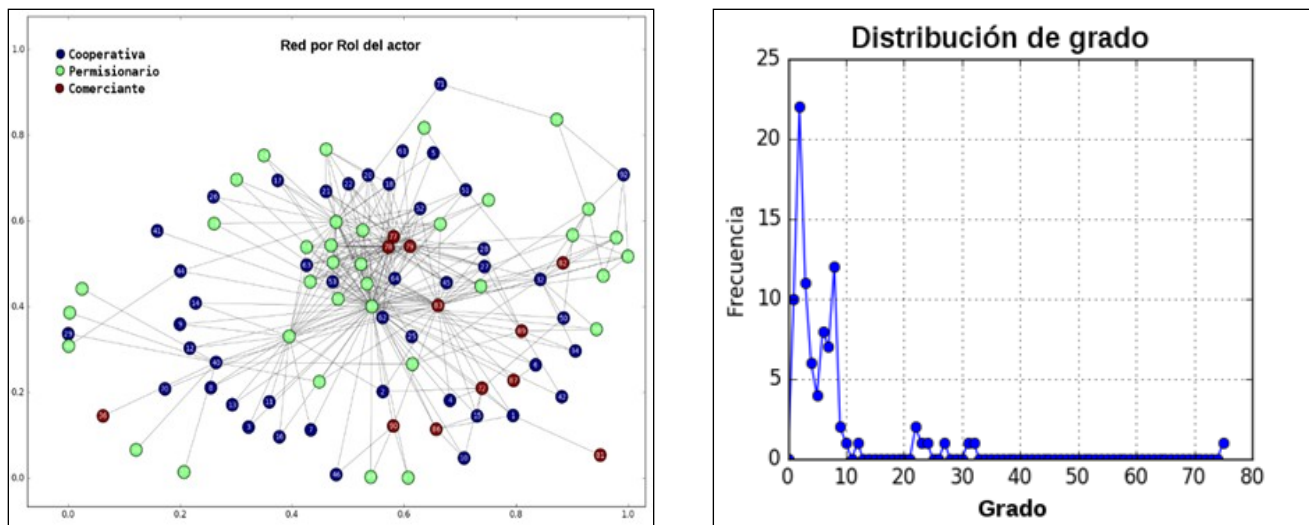
Este trabajo presenta un análisis de la red de comercialización del pepino de mar en siete puertos del estado de Yucatán, con el fin de identificar sus características estructurales. Este conocimiento contribuirá al campo emergente e importante de la comercialización de productos pesqueros de origen rural y señalará aspectos importantes a incluir en posibles alternativas de gobernanza diferentes a las tradicionales para estas pesquerías. Se hipotetiza que la conformación actual de la red de comercialización de pepino de mar favorece el monopolio del mercado; y por tanto, genera una distribución inequitativa de la riqueza. Su estudio permitiría simular medidas que favorezcan la conectividad de los nodos más desfavorecidos del sistema y probar estrategias de control en la cadena de mercado local.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se realizó con información primaria obtenida por encuestas y entrevistas estructuradas a 110 permisionarios, presidentes del comités náuticos, intermediarios, cooperativas pesqueras y comités de vigilancia de pepino de mar en los meses de agosto y septiembre de 2015, y febrero y marzo del 2016 en siete puertos pesqueros del Estado: Sisal, Celestún, Dzilam de Bravo, Progreso, Chichchulub, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo (Figura 1). Los puertos pesqueros seleccionados son aquellos donde la captura de pepino de mar del Estado se desembarca y registra principalmente (estadísticos de CONAPESCA Deleg. Yucatán 2015). Se construyó una matriz binaria codificada de 92 nodos con tres grupos diferenciados por su rol comercial (pescador cooperativado, permisionario y comerciante intermediario). Tal matriz se analizó empleando el software Ucinet versión 6.0 y bibliotecas de Python. Las características básicas de la red (tamaño, densidad, diámetro, centralidad, intermediación y conectividad, valor de energía), así como las características básicas de sus nodos individuales (grado de centralidad, clustering y cercanía) se analizaron usando la descripción de Freeman (1979).

## RESULTADOS

Los resultados muestran una red de tipo Barabási-Albert (libre de escala) con 92 nodos y 310 enlaces; una densidad de 0.074, un índice de centralidad (clustering) de 0.475, un diámetro de 5, 6.7 relaciones promedio por nodo y un valor de energía de 13230. Se identificaron catorce nodos cruciales en la conectividad de la red, donde alrededor de un nodo confluente del 75% de los flujos comerciales. Este nodo posee una red de comerciantes e intermediarios laborando para él en cada una de los puertos pesqueros, controlando así la compra-venta del producto pepino de mar de la costa yucateca (Figura 1).



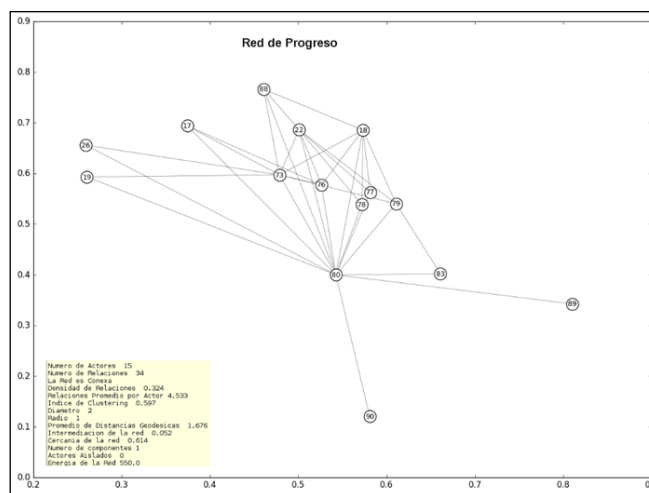
**Figura 1.** Red social completa de la comercialización de pepino de mar en Yucatán 2015-16 (a) Cada círculo representa un nodo y su color representa su rol en la comercialización, las líneas indican los nexos comerciales entre nodos. La gráfica (b) muestra la distribución de frecuencias del grado de conectividad en la red entre los nodos.

La Tabla 1 presenta las características de los nodos más importantes en función de su conectividad (grado de centralidad, clustering y cercanía) en la red, ubicados en el grupo de nodos al que pertenecen. Es posible notar que, en promedio, el grupo de permisionarios tiene características preferenciales en la comunicación dentro de la red, seguidos por los comerciantes intermediarios y finalmente, por los pescadores cooperativados. Sin embargo, si se considera el doble rol del nodo PPr80 en este mercado (permisionario y comerciante intermediario), este patrón se modifica colocando en mejor posición a los comerciantes. El nodo en cuestión está colocado siempre en máximo grado de centralidad y por tanto, a la cabeza de las negociaciones de mercado.

De los siete puertos analizados, indudablemente Progreso posee los mejores indicadores para sus 15 nodos, donde hay una alta densidad de relaciones 0.324 y muy alto grado de conectividad entre ellos 0.597 (Figura 2). Lo cual evidencia que la mayor parte de las transacciones comerciales de esta pesquería confluyen en este puerto. Mientras que la conectividad de los nodos en los puertos productores (actualmente Río Lagartos y Dzilam de Bravo) es aún muy baja (muy por debajo de 0) y favorece la conformación de cuellos de botella en el mercado de intermediarios y compradores externos.

**DISCUSION**

Las características generales de la red evidencian una condición de relaciones poco densa, de tamaño y diámetro pequeños, y alta energía. La consecuencia de la condición poco densa de la red facilitaría que la información a través de ella pudiera distorsionarse al transmitirse entre pocos nodos, sobre todo en nodos separados por su posición geográfica en los puertos. Estudios de Valente (2005) y Newig et al. (2010) han mostrado casos donde la información que se transmite en una red se distorsiona cuanto



**Figura 2.** Red social de la comercialización de pepino de mar en el puerto de Progreso, Yucatán 2015 - 2016.

menos densa es la red. Esta condición es claramente desventajosa para los pescadores, en el escenario estudiado, ya que podría reforzar su baja capacidad de negociación del precio de compraventa del producto. Así mismo, estudios en otras redes (Gargiulo y Benassi 2000), prueban que las redes más densas facilitan la deliberación de temas de interés; como en este caso serían, los precios en playa.

La centralidad de red (número de nexos directos entre nodos) arroja un valor menor al 50% (0.471), lo que evidencia una centralidad desigual entre la mitad de los nodos de la red; lo que Newig et al. (2010) definen como la importancia o el poder de los nodos en la red. Si en esta red la mitad de los nodos requiere de al menos un intermediario para conectarse con el resto de la red, claramente están en desventaja ante el flujo de informa-

**Tabla 1.** Grado de centralidad, clustering y cercanía de los tres grupos de nodos involucrados en la red de mercado de pepino de mar en Yucatán. Clave P-Permisionario, Com-Comerciante, C-Cooperativado; Pr-Progreso, Si-Sisal, Ce-Celestún, DZ-Dzilam de Bravo.

CLAVE DEL NODO	Grado de centralidad	Clustering	Cercanía
PPR80	75	0.070	0.084
PPR73	31	0.151	0.562
PSI74	22	0.091	0.511
PCE84	6	0.067	0.387
PPR88	6	0.600	0.474
PCE85	4	-	0.487
PCE75	3	0.333	0.312
PROMEDIO PERMISIONARIOS	<b>21</b>	<b>0.187</b>	<b>0.402</b>
COMPR83	32	0.115	0.599
COMPR79	27	0.174	0.552
COMPR77	24	0.083	0.523
COMPR78	23	0.087	0.520
COMSI72	8	0.393	0.495
COMPR89	8	0.250	0.476
COMSI86	5	0.400	0.469
COMPR90	5	0.400	0.472
PROMEDIO COMERCIANTES	<b>16.5</b>	<b>0.238</b>	<b>0.513</b>
CDZ40	10	0.089	0.511
CCE92	4	0.167	0.296
PROMEDIO PESCADORES COOPERATIVADOS	<b>7</b>	<b>0.128</b>	<b>0.404</b>

ción o conocimiento de decisiones centralizadas sobre el comercio del producto que manejan nodos dominantes (o con mayor número de nexos directos).

### CONCLUSIONES

Los resultados de este análisis representan una fotografía de la red de comercialización en la temporada de pesca alrededor del 2015 - 2016. Dada las características dinámicas de esta pesquería, con la constante presencia de nuevos compradores internacionales y el ingreso de nuevos pescadores (buzos) en la zona, es probable que la red modifique ligeramente sus entradas y salidas de comercialización; sin embargo, debido a que los permisos de captura y comercialización se obtienen básicamente por los mismos nodos, consideramos que esta podría ser una red esencialmente estable. Así mismo, este análisis excluye la información de los nexos de los pescadores libres (no asociados a una cooperativa), que representan un número importante de nodos en esta red. Sin embargo, su rastreo para este estudio no fue posible debido a que una proporción de ellos capturan el producto bajo condiciones de ilegalidad.

Las características de la red muestran un escenario donde algunos comerciantes y permisionarios (principalmente de Progreso) se encuentran en posición de ventaja frente a los demás nodos. Su centralidad les confiere la capacidad de negociar del precio de compraventa del producto y de tener más pronta información sobre el mercado. Mientras, las características de los pescadores en los puertos, particularmente su centralidad, los muestran con menor capacidad de negociación. Esta condición es claramente de comercio inequitativo y, tal vez, discriminatorio, por tanto contrario al lineamiento 11.2.14. del Código de comercio pesquero Responsable (FAO 2009) que establece que los Estados deberán cooperar entre sí a fin de velar por un comercio equitativo y no discriminatorio de pescado y productos pesqueros.

Esta pesquería tiene potencial de desarrollo asociado a la equidad de la repartición de la riqueza, pero es necesario establecer bases para su ordenamiento local. Las medidas de ordenamiento deberán particularizarse para favorecer las posibilidades de hacer nuevos nexos directos entre los pescadores con mayor número de permisionarios y comerciantes, evitando así el monopolio. Identificar a los nodos clave dentro de la conformación de la red permitirá además facilitar aplicar medidas antimonopolio, como una política del sector. La información de este estudio permite también analizar el impacto de escenarios hipotéticos de cambio en la estructura de la red y facilitar el diseño de alternativas de gobernanza (e.g desde los productores hacia los exportadores) que favorezcan la resiliencia del sistema comercial de este valorado recurso pesquero.

### AGRADECIMIENTOS

Al proyecto DGAPA - PAPIIT - UNAM con clave IN210915 por el financiamiento de este estudio.

A los actores comerciales del producto pepino de mar en Yucatán que amablemente nos proporcionaron información sobre sus actividades comerciales.

### LITERATURA CITADA

- CONAPESCA. 2014. *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2013. Base de datos 2013.* [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario\\_2013\\_SAGARPA/CONAPESCA](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2013_SAGARPA/CONAPESCA)
- Dakos, V., A. Quinlan, J.A. Baggio, E. Bennett, Ö. Bodin y S. BurnSilver. 2015. Principle 2. Manage connectivity. Páginas 80-104 en: R. Biggs, M. Schlüter and L. Schoon (Eds). *Principles for Building Resilience: Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems.* Cambridge University Press, Cambridge, England.
- DOF. 2016. Ficha Pepino de mar. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación.* México.
- Freeman, L.C. 1979. Centrality in social networks: I. Conceptual clarification. *Social Networks* 1:215-239.
- FAO. 2009. *Comercio Pesquero Responsable.* FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable No. 11. Roma, Italy.
- Gargiulo, M. and M. Benassi. 2000. Trapped in your own net? Network cohesion, structural holes, and the adaptation of social capital. *Organization Science* 11:183-196.
- López-Rocha J.A., H. Cisneros-Reyes y F. Arreguín-Sánchez. 2013. Aspectos pesqueros y sociales de la nueva pesquería de pepino de mar en la península de Yucatán. *Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 65:427-433
- Murray F.J. y D.C. Little. 2000. Fisheries Marketing Systems and Consumer Preferences in Puttalam District Sri-Lanka. Working paper SL 1.4. Project R7064
- Newig, J., D. Günther y C. Pahl-Wostl. 2010. Synapses in the Network: Learning in Governance Networks in the Context of Environmental Management. *Ecology and Society* 15(4):24 <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art24/>
- Purcell S. W., Samyn and Ch Conand. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. Rome. FAO
- Purcell SW. 2014. *Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers.* PLoS ONE 9(4):e95075. doi:10.1371/journal.pone.0095075
- Romero, F. y L. Amor. 2013. Caracterización socioeconómica de la explotación del pepino de mar de las costas de Campeche. Tesis como requisito para obtener el grado académico de Maestría multidisciplinaria para el manejo de la zona costero-marina UAC, San Francisco de Campeche, Camp. México de 2013
- Toral-Granda, V. y V. Toral-Granda. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. Páginas 213-229 en: V. Toral-Granda, A. Toral-Granda, A. Lovatelli y M. Vasconcellos (Eds.). *Sea cucumbers. A Global Review of Fisheries and Trade.* FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 516, Rome, Italy.
- Valente, T.W. 2005. Network models and methods for studying the diffusion of innovations Páginas 98-116 en: P.J. Carrington, J. Scott y S. Wasserman (Eds). *Models and Methods in Social Network Analysis.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Wamukota, A., T.D. Brewer, y B. Crona. 2014. Market integration and its relation to income distribution and inequality among fishers and traders: The case of two small-scale Kenyan reef fisheries. *Marine Policy* 48:93-101.