

Asociación Entre la Temperatura Superficial del Mar y la Dinámica de una Pesquería Artesanal de Búsqueda en el Golfo de Salamanca, Mar Caribe de Colombia

Association Between the Sea Surface Temperature and the Dynamics of an Artisanal Search Fishery in the Gulf of Salamanca, Colombian Caribbean Sea

Association Entre la Température de Surface de la Mer et la Dynamique d'une Pêche Artisanale dans le Golfe de Salamanca, Mer des Caraïbes Colombienne

FÉLIX DE JESÚS CUELLO*¹, LUIS ORLANDO DUARTE¹ y JEAN ROGELIO LINERO CUETO²

¹*Grupo de Investigación Evaluación y Ecología Pesquera — Universidad del Magdalena*

²*Facultad de Ingeniería — Universidad del Magdalena*

Cra 32 No. 22-08 Edificio Intropic, Sector San Pedro

Aleandrino, Santa Marta, Magdalena 57 Colombia.

**felcuello@gmail.com*

RESUMEN EXTENDIDO

En los últimos años la evaluación de los recursos pesqueros ha pasado de los enfoques monoespecíficos, propias de zonas templadas a formas de evaluación que integran muchas dimensiones al estudio de las pesquerías (Piketh et al. 2004, Castello et al. 2007) cambio especialmente útil en áreas tropicales donde es alta la diversidad biológica y ambiental. Esto hace necesario el estudio de los factores ambientales y sus patrones (Bolker y Pacala 1997, Barbieri et al. 1995) como determinantes de importancia, aunque no los únicos en la abundancia de un recurso, esto conlleva la construcción de modelos espaciales en la toma de decisiones (Dunning et al. 1995). Los organismos en general no se distribuyen homogéneamente en el espacio y tiempo, estos buscan las condiciones ambientales más propicias para su desarrollo por tanto se concentran donde estas condiciones se presentan (Steel 1988) determinando cambios en su comportamiento, aspectos analizados insuficientemente por el empleo de métodos que únicamente toman en cuenta el tiempo (O'Neill 2001). A diferencia de aquellos que integren la dimensión espacial (Dunning et al. 1995, Duarte y García 2001) en este contexto la utilización de sistemas de información geográfica (SIG), se hace idónea al momento analizar la dinámica de una pesquería desde sus componentes bióticos y abióticos, facilitando la creación de herramientas de manejo pesquero que consideren las estrategias de pesca en relación a la dinámica espacial de las diferentes pesquerías (Ojeda-Ruiz et al. 2015)

La evolución de la pesca desde métodos pasivos a activos, es una respuesta común frente a la disminución de las capturas especialmente en zonas costeras, en el norte de Colombia existen dos ecosistemas contiguos de alta importancia pesquera, la Ciénega Grande de Santa Marta (CGSM) y el Golfo de Salamanca (GdS) (García y Duarte 2013), este último ubicado en El GdS se extiende desde la isla de la Aguja (11° 00' N, 74° 06' O) hasta Bocas de ceniza (11° 19' N, 74° 40' O) (Figura 1.) en el primera de estos ecosistemas, tradicionalmente se efectúa una modalidad de pesca conocida como “boliche” consistente en una red de enmalle que se cala en forma de cerco provocando el enmalle de los peces vistos en el lugar, esta se ha incorporado a los métodos de pesca de los pescadores del Golfo de Salamanca, para capturas especies de scombridos y carangidos que por sus hábitos migratorios, son fuertemente condicionados por factores ambientales (Cuello y Manjarrez 2015) entre los cuales la temperatura del mar es una de las más estudiadas, especialmente en pesquerías industriales (Yáñez et al. 1996) orientadas a la captura de peces de hábitos pelágicos empleando información satelital de la temperatura superficial del mar (TSM) a través del empleo de imagen satelitales (MüllerKarger y Walsh, 1991, Denman y Abbott 1994) las cuales permiten asociar factores oceanográficos con los biológicos.

Buscando establecer la existencia de una relación entre las tasas de captura en la pesquería de Boliche y la temperatura superficial del mar (TSM), factor que los pescadores han notado por su experiencia personal y transmitido generacionalmente se vincula a la presencia de las especies de su interés; para esto se descargó la información de SST diaria (°C) con una resolución 4 km² para el Golfo de Salamanca, obtenida del sensor satelital GOES durante 17 meses (agosto de 2007 a noviembre de 2008) en formato NDCF, en MATLAB se desarrolló un algoritmo que descartaba para el análisis aquellas con una calidad inferior a 3 y entregaba una base de datos, en aquellos casos que no existía información se realizó un kriging en ARGIS 10.5© creándose un raster diario de la temperatura completando los datos eliminados, posteriormente en QGIS 2.18.18© se procesaron estos para asociar la información georeferenciada de los desembarcos de Boliche, mediante un sistema de celdas de 1 mn² alfanuméricamente identificadas que correspondían al lugar de pesca, a través de sus centroides en cada faena, finalmente se generaron mapas con la (TSM) y CPUE (kg/día) promedios para tres épocas climáticas diferenciadas (agosto-noviembre de 2007, diciembre-2007 a marzo de 2008 y abril de 2008 a diciembre de 2008); el promedio de la temperatura y CPUE (kg/día) fueron calculados empleando SPSS23© y sus correspondiente intervalos de confianza se estimaron mediante el método de bootstrap con sesgo acelerado y corregido con 5000 remuestras (Efron y Tibshirani 1993).

Las capturas en agua entre 29,0 y 31,0 °C fueron bajas (23,9 a 75,0 kg/faena) y con una menor variabilidad (Figura 1 y 3), mientras entre 24,0 y 25,0°C estas alcanzaron 138,7 (kg/faena) casi duplicándolas y con una mayor variabilidad probablemente producto de la época de viento ocasionada por el fenómeno de surgencia en el área del norte del Mar Caribe

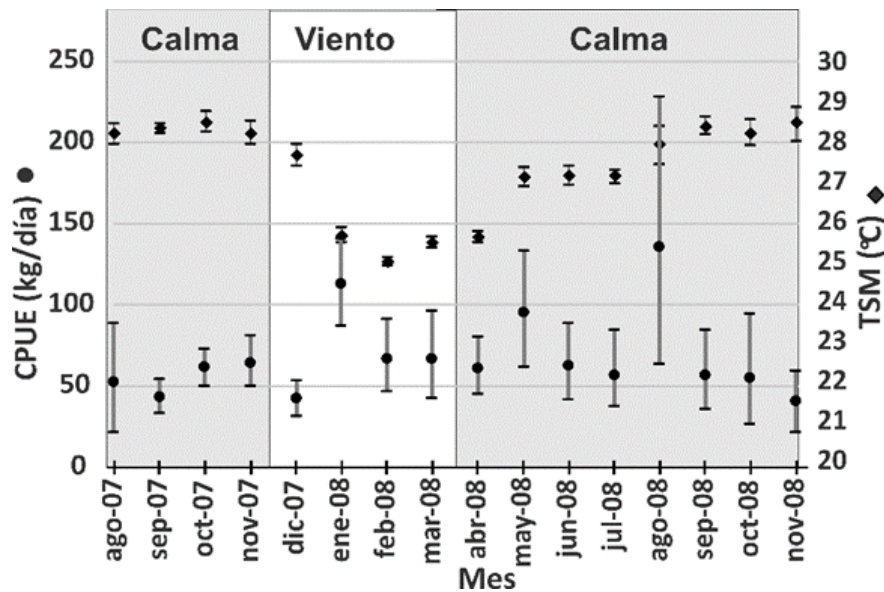


Figura 1. Asociación entre la CPUE (kg/día) en la pesquería de Boliche y la TSM a entre agosto de 2007 y noviembre del 2008 en el Golfo de Salamanca.

de Colombia entre los meses de diciembre a marzo de cada año produciendo una reducción de la TSM de forma apreciable, a nivel mensual (Figura 2) es evidente que un descenso de esta, se asocia a un aumento en las capturas de boliche, disminuyendo en coincidencia con el aumento de las TSM y la disminución de los vientos, espacialmente las capturas más elevadas se realizaron en aguas entre 25,7 y 26,3 °C donde se registraron hasta 600 kg/faena; a menores temperaturas (27,0 a 29,0 °C), con una variabilidad bastante mayor. Espacialmente, la flota concentró su actividad en la zona oriental y más protegida del golfo en los meses de mayor intensidad del viento (Figura 3.) y tendió a aumentar su área de operación, hacía zonas de menores SST, en los meses cuando se debilita el viento. La

interacción entre la SST y la intensidad del viento parecen afectara la distribución espacial de las tasas de captura y el esfuerzo en la pesquería.

Las limitaciones tecnológicas de los boliches usados por esta pesquería les impide acceder a zonas de mayor profundidad donde aguas con masas de agua con bajas temperaturas son más estables y probablemente las capturas sean mayores o más constantes, a la vez que la existencia del río Magdalena en la margen occidental del GdS se constituye en una frontera de operación de esta pesquería, ambas situaciones no permiten pensar en alguna posibilidad d expansión geográfica de este método de pesca con las actuales características de estas redes y sus embarcaciones.

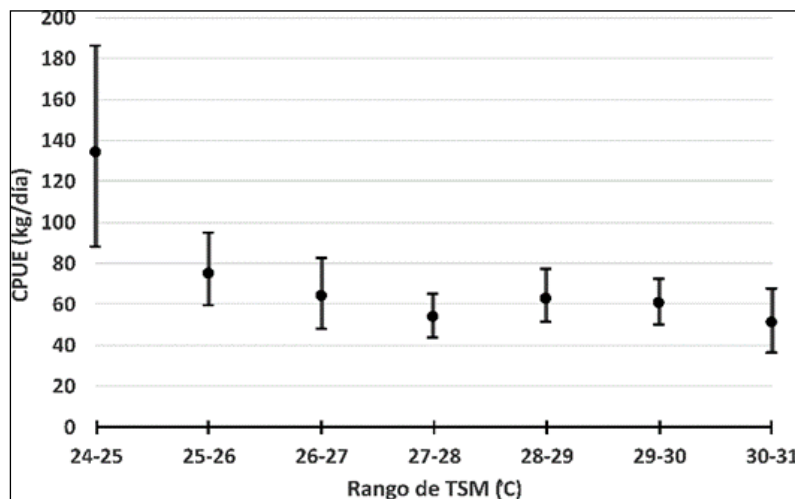


Figura 2. Comportamiento mensual de la TSM y las capturas en la pesquería de Boliche en el Golfo de Salamanca entre agosto de 2007 y diciembre del 2008. Las barras de error son los intervalos de confianza al 95% calculadas con bootstrap acelerado y corregido (BCA)

PALABRAS CLAVES: Pesca artesanal, CPUE, Colombia, Temperatura superficial del mar, Información satelital

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio es parte del proyecto dinámica espacio-temporal de las estrategias y tácticas de pesca en tres ecorregiones del Caribe colombiano – DINPESCA financiado de la Universidad del Magdalena y ejecutado por la Vicerrectoría de Investigación. Se agradece especialmente a los pescadores de Boliche por suministrar la información pesquera de este proyecto.

LITERATURA CITADA

- Barbieri, M.A., M. Bravo, M. Farias, A. González, O. Pizarro y E. Yáñez. 1995. Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas* **23**:99 - 122.
- Bolker, B.M. y S.W. Pacala 1997. Using moment equations to understand stochastically driven spatial pattern formation in ecological systems. *Theoretical Population Biology* **52**:179 - 197.
- Castello, L., J.P. Castello y C.A. Hall. 2007. Problemas en el estudio y manejo de pesquerías tropicales. *Gaceta ecológica* **84**:65 - 73.
- Cuello, F.J. y L.M. Manjarrés-Martínez 2015. Determinación de Cambios Espacio-temporales en la Abundancia de los recursos explotados por una pesquería de peces pelágicos en el mar Caribe de Colombia, mediante el uso de SIG en: *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **68**:289 - 290.
- Denman, K.L. y M.R. Abbott. 1994. Timescales of pattern evolution from cross-spectrum analysis of advanced very high resolution radiometer and coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research* **99**:7293 - 7307.
- Duarte, L.O. y C.B. García. 2001. Explorando los efectos de la expansión del área de pesca en un sistema costero tropical mediante un modelo dinámico de simulación espacial. *Memorias IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar*, Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia.
- Dunning, J.B., D.J. Stewart, B.J. Danielson, B.R. Noon, T.L. Root, R.H. Lamberson y E.E. Stevens. 1995. Modelos poblacionales espacialmente explícitos: formas actuales y usos futuros. *Aplicaciones Ecológicas* **5**(1):3 - 11.
- Efron, B. y R.J. Tibshirani. 1994. *An Introduction to the Bootstrap*. CRC Press, Boca Raton, Florida USA. 430 pp.
- Müller-Karger, F.E. y J.J. Walsh. 1991. On the seasonal phytoplankton concentration and sea surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellites. *Journal of Geophysical Research* **96**(C7):12645 - 12665.
- O'Neill, R.V. 2001. Is it time to bury ecosystem concept? (With full military honors, of course). *Ecology* **82**(12):3275 - 3284.
- Ojeda-Ruiz, M.A., M. Ramírez-Rodríguez y G. de la Cruz-Agüero. 2015. Mapeo de los caladeros a partir de los registros de operación de la flota y el conocimiento local: la pesquería de vieira caliza del Pacífico (*Argopecten ventricosus*) en Bahía Magdalena, Pacífico mexicano. *Manejo Oceánico y Costero* **106**:61 - 67.
- Pikitch, E.K., C. Santora, E.A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E.D. Houde, J. Link, P.A. Livingston, M. Mangel, M.K. McAllister, J. Pope y K.J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* **305**: 346-347.
- Steel, J.H. 1988. Scale selection for biodynamic theories. Paginas 513 - 526 en: B.J Rothschild (Ed) *Toward a Theory on Biological-Physical Interaction in the World Ocean*. NATO ASI Series C: Mathematical and Physical sciences. *Kluwer Academic Publishers*, Norwell, Massachusetts USA.
- Yáñez, R., C. Silva, B. Barbieri, M. Angela y S. Nieto. 1996. Pesquería artesanal de pez espada y temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en Chile central. *Investigaciones Marinas* **24**: 131 - 144.

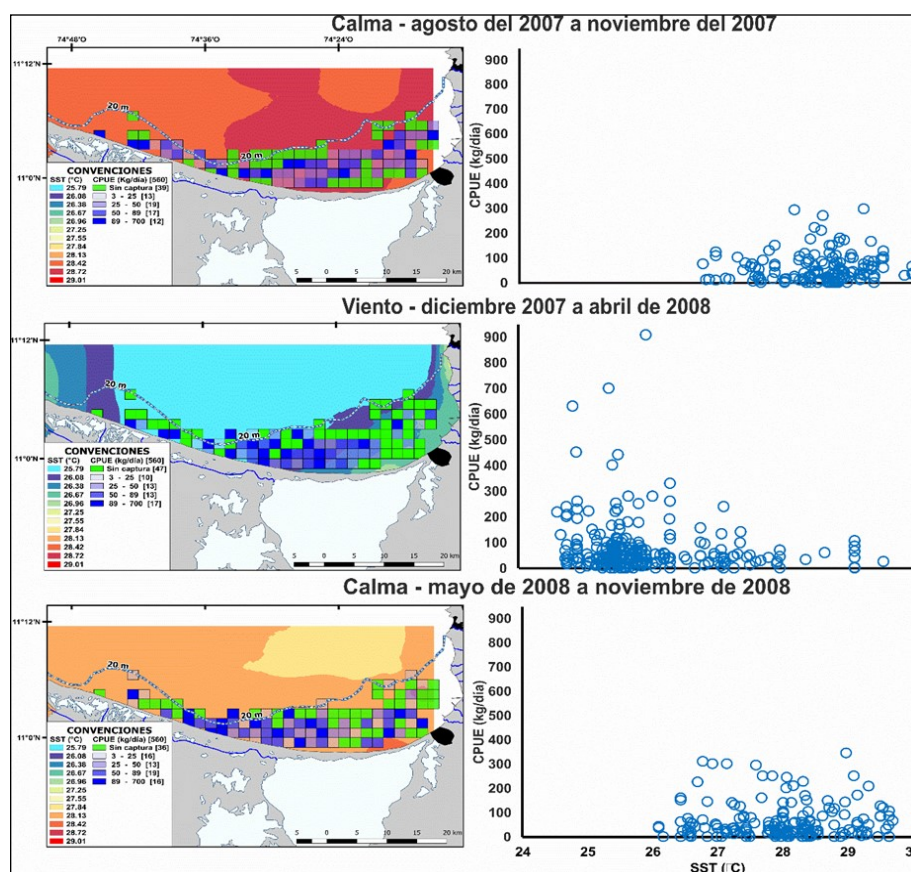


Figura 3. Distribución espacial de la TSM en el Golfo de Salamanca y su efecto en las capturas en la pesquería de Boliche entre agosto de 2007 y diciembre del 2008.