

Patrón Temporal de Movimientos del Mero *Epinephelus morio* en la Plataforma Continental Norte de la Península de Yucatán, México

JORGE A. LÓPEZ-ROCHA^{1,2} y FRANCISCO ARREGUÍN-SÁNCHEZ²

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR. A.P. 128, La Paz, Baja California Sur 23000, México

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN. A.P. 592, La Paz, Baja California Sur 23000, México

RESUMEN

Los movimientos estacionales del mero *Epinephelus morio* en la plataforma continental de Yucatán, son un elemento muy sensible en el manejo de la pesquería de este recurso que actualmente se encuentra sobreexplotado. En este trabajo se estima el patrón de movimientos de la población utilizando un modelo dinámico espacial. Se estimaron tasas de flujo de individuos entre áreas adyacentes considerando explícitamente la estructura de la población (juveniles, preadultos y adultos). El modelo fue aplicado utilizando información de captura por unidad de esfuerzo y distribuciones de frecuencias de longitud de la flota mediana mexicana que operó en la zona durante 1973, correspondiente a la época de las más altas capturas históricas. Se consideró capturabilidad variable con la talla, tiempo y zona así como mortalidad natural variable con la edad. Los resultados muestran patrones temporales de movimientos diferenciados por sector de población. Movimientos asociados a concentraciones de adultos fueron encontrados entre invierno y primavera en el centro y oriente de la plataforma continental, en profundidades de 35 a 60 m, mientras que el movimiento de los preadultos y juveniles fue en sentido contrario dirigiéndose hacia zonas más someras. En primavera-verano la población se desplaza hacia la zona occidental de la plataforma continental. Se detectó una mayor dinámica en adultos que en juveniles, sin embargo, se encontraron movimientos importantes de juveniles hacia el norte de la plataforma continental y frente a las zonas de Dzilam de Bravo-Río Lagartos. Los resultados muestran la importancia de esta información en la orientación de medidas de manejo como la exploración de áreas marinas protegidas o zonas de exclusión a la pesca que permitan la recuperación de la población.

PALABRAS CLAVES: Modelo espacial; Dinámica espacial, *Epinephelus morio*.

Seasonal Patterns of Movement of The Red Grouper *Epinephelus morio* on the North Continental Shelf of Yucatan Peninsula, Mexico

Seasonal movements of red grouper *Epinephelus morio* over the north continental shelf of the Yucatan Peninsula are a very sensitive consideration in fishery management because this species is overfished. An evaluation of the patterns of population movement is conducted using a spatial-dynamic model. Rates of flow of individuals between adjacent zones are estimated, considering the structure of the population (juveniles, pre-adults, and adults). The model used information of catch per unit effort and length frequency data of the Mexican mid-size fleet during 1973 which was the period of the highest historical catch. A variable, catchability-with-size, time, and zone, as well as natural mortality-at-age are considered. Results show seasonal patterns of movement differentiated by developmental stage. Movements of concentrations of adult fish occurred between winter and spring

in the central and eastern parts of the north continental shelf of Yucatan in depths from 35 to 60 m; whereas pre-adults and juveniles moved in the opposite direction towards shallow zones. Population moves to the western zone of the continental shelf in spring-summer. Adults had higher flow rates than juveniles; nevertheless, there were large movements of juveniles towards the north of the continental shelf and in front of the Dzilam de Bravo and Rio Lagartos zones. Results show the importance of this information to guide fishery management policies, including exploration of marine protected areas or fishing closures to allow depleted stock to recover.

KEY WORDS: Spatial model, Spatial dynamics, *Epinephelus morio*, Yucatan, Movement patterns

INTRODUCCIÓN

La población de mero *Epinephelus morio* de la plataforma continental de la península de Yucatán ha sido explotada comercialmente desde mediados del siglo pasado, constituyendo una importante actividad económica de la región, sin embargo en la actualidad se encuentra sobreexplotada (Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006).

Se ha mencionado que el mero presenta movimientos estacionales a lo largo de su área de distribución (Valdés y Padrón 1980, Arreguín-Sánchez *et al.* 1997, Hernández y Seijo 2003). Los autores coinciden en que existe un aumento de la abundancia durante los meses de invierno y principios de primavera en la región este de la plataforma continental. Esto ha sido ligado principalmente con el evento reproductivo que ocurre a fines de invierno y

principio de primavera (Zetina-Moguel *et al.* 1996, Brulé *et al.* 1999, Giménez *et al.* 2003). También en los individuos inmaduros se sugiere que presentan un desplazamiento oeste-este sincronizado con la agregación reproductiva, pero manteniéndose siempre cerca de la costa (Arreguín-Sánchez *et al.* 1997). En las estaciones de verano y otoño el mero se distribuye a lo largo de la plataforma continental con un desplazamiento al oeste. Un factor importante que ha sido relacionado con la dinámica espacial del mero es la surgencia y penetración de aguas frías en la región oriental de la plataforma continental, que ocurre con mayor intensidad a finales de primavera y verano. García (1974) menciona que el mero reacciona desfavorablemente a los descensos bruscos de temperatura, alejándose de aguas frías y en el caso de encontrarse concentrado, como en el

periodo de desove, se disgrega.

La dinámica espacial del mero debe ser tomada en cuenta en las estrategias de explotación y en las medidas de manejo de la pesquería. Sobretudo en las acciones de manejo que involucran la exclusión de la pesca de manera permanente o temporal de ciertas regiones o zonas.

Debido a la evidencia que existe sobre los desplazamientos temporales de la población de mero en la plataforma continental del norte de la península de Yucatán, en este trabajo se analiza el patrón de movimientos de la población utilizando un modelo dinámico de distribución espacial con el cual es posible la estimación de tasas de flujo de individuos entre áreas adyacentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El patrón temporal de movimientos de la población fue analizado mediante un modelo dinámico de distribución espacial. En el modelo se asume que la diferencia neta en abundancias en áreas contiguas y en tiempos sucesivos refleja el desplazamiento de individuos entre dichas áreas. Se consideró realizar el análisis tomando en cuenta la estructura de la población, fueron considerados tres sectores, juveniles (J) asociado a un intervalo de $t_0 \leq t \leq t_m$, preadultos (P) asociado a un intervalo de $t_m \leq t \leq t_{m50}$ y adultos (A) asociado a un intervalo de $t_{m50} \leq t \leq t_{max}$, donde t_0 es la talla de los juveniles más pequeños (20 cm de longitud total LT), t_m es la talla de primera madurez (30 cm LT), t_{m50} talla estimada en la que el 50% de la población alcanza la madurez (50 cm LT) y t_{max} es la talla máxima presente en la población (89 cm LT). De esta manera podemos representar la proporción de individuos juveniles que ocupan cierta área como:

$$J H_{i,t} = 1 - \prod_{t_0}^{t_m-1} [1 - s_{i,k} e^{-Dt}] \quad (1)$$

donde:

$J H_{i,t}$ = proporción de individuos juveniles en el área i al tiempo t .

$$D = M_k + q_{k,i,t}$$

$s_{i,k}$ = probabilidad del área i de contener (o recibir) cierto número de individuos del sector de población k

M_k = tasa de mortalidad natural del sector de población k .

$q_{k,i,t}$ = coeficiente de capturabilidad del sector de población k , en el área i en el tiempo t .

Expresiones similares para los sectores de población preadultos y adultos pueden ser obtenidas tomando en cuenta los intervalos $t_m \leq t \leq t_{m50}$ y $t_{m50} \leq t \leq t_{max}$ respectivamente. De tal forma se tiene:

$$P H_{i,t} = 1 - \prod_{t_m}^{t_{m50}-1} [1 - s_{i,k} e^{-Dt}] \quad (2)$$

para los preadultos, y (3)

$$A H_{i,t} = 1 - \prod_{t_{m50}}^{t_{max}} [1 - s_{i,k} e^{-Dt}]$$

para los adultos, donde:

$P H_{i,t}$ = proporción de individuos preadultos en el área i al tiempo t .

$A H_{i,t}$ = proporción de individuos adultos en el área i al tiempo t .

Si se considera que los individuos se mueven de un área x a otra área z en un cierto intervalo de tiempo ($t, t+1$), las tasas de flujo de individuos juveniles ($J^{\mu x, z}$), preadultos ($P^{\mu x, z}$) y adultos ($A^{\mu x, z}$), pueden ser expresadas como:

Para la estimación de los patrones temporales de movimiento del mero, se utilizó información de 128 viajes

$$= J^{\mu x, z}$$

$$) = P^{\mu x, z}$$

$$) = A^{\mu x, z}$$

de pesca de la flota tecnificada que operó en la plataforma continental de la península de Yucatán durante 1973. Este año de información está dentro de la época en que se lograron las más altas capturas de mero y cuando la pesquería no tenía problemas de sobrepesca, de esta manera la información recabada refleja el comportamiento de la población más que la dinámica de la flota, lo que es importante para la estimación del patrón de movimientos de la población. La información consistió en registros de captura (número de individuos), esfuerzo (días efectivos de pesca DEP), estimación de la posición geográfica en que se realizó la pesca y distribuciones de frecuencia de longitudes asociadas a cada viaje de pesca.

La plataforma continental del norte de la península de Yucatán se dividió en celdas de $\frac{1}{4}$ de grado, las cuales constituyeron la unidad básica espacial para la estimación del desplazamiento de individuos entre dichas celdas.

La probabilidad de contener (o recibir) cierto número de individuos ($s_{i,k}$) fue calculada como:

$$s_{i,k} = \frac{U \max_{i,k}}{0.95} \quad (7)$$

donde:

$U \max_{i,k}$ = captura por unidad de esfuerzo (número de individuos/DEP) en la zona i del sector de población k .

Se utilizaron valores de mortalidad natural (M) de 1.21, 0.45 y 0.22/año para juveniles, preadultos y adultos respectivamente, estimados mediante el método de intervalos gnomónicos por Giménez-Hurtado (2005).

Los valores de capturabilidad variable con el estadio de desarrollo, la zona y el tiempo, provienen de estimaciones a través de la matriz de transición de Leslie realizados por López-Rocha y Arreguin-Sánchez (2007).

Se consideró una temporalidad trimestral, diciembre-febrero, marzo-mayo, junio-agosto y septiembre-noviembre para la estimación de los movimientos de la población.

Para la representación de tendencias o patrones de movimientos se utilizó un método de interpolación a las estimaciones puntuales de tasas de flujo de individuos. El método de interpolación "Distancia Inversa a una Potencia" (Franke 1982, Davis 1986) disponible en el programa Surfer v. 8.0 utiliza la ecuación:

$$\hat{Z}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad (8)$$

donde:

$$h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2}$$

h_{ij} es la distancia efectiva de separación entre el punto "j" y el punto vecino "i".

\hat{Z}_j es el valor interpolado para el punto "j"

Z_i son los puntos vecinos

d_{ij} es la distancia entre el punto "j" y el punto vecino "i";

β es la potencia de ponderación

δ es el parámetro de suavización.

RESULTADOS

Los preadultos presentaron las mayores tasas de flujo de individuos seguido de los adultos y los juveniles (Fig. 1). En cuanto a la variación temporal de las tasas de flujo se puede observar que para los adultos el menor valor se presenta de invierno a primavera y aumenta gradualmente hasta un máximo en el periodo de otoño a invierno. Las tasas de flujo promedio más altas se presentan en los preadultos en las temporadas de primavera a verano y de verano a otoño, disminuyendo notablemente de invierno a primavera y de otoño a invierno. Un patrón similar siguen los juveniles pero con valores mucho menores y que podrían considerarse constantes entre 0.4 y 0.5.

Adultos

El movimiento de adultos de invierno a primavera se

da en la parte central y oriental del banco, se observa un movimiento dirigido principalmente hacia la zona 23 desde las zonas contiguas del oeste y este. En la parte oriental del banco se presentan movimientos hacia el este y norte, hacia las zonas 12 y 26 (Figura 2a). En comparación con otras temporadas del año, de invierno a primavera se dan las tasas de flujo más bajas para adultos (promedio 0.26). La información parece reflejar pocos movimientos en esta temporada pero también parece evidente un movimiento de agregación en dos zonas localizadas, una en la parte central del banco y la otra en la parte oriental.

De primavera a verano se hace evidente un mayor tránsito de individuos en la parte occidental del banco. En la figura 2b es posible observar un movimiento de la parte central del banco hacia el oeste del mismo. La magnitud promedio de las tasas de flujo en esta temporada (0.53) es el doble de las registradas de invierno a primavera, lo que sugiere una mayor dinámica espacial en esta temporada.

El movimiento de individuos de verano a otoño se da en la mayor parte del banco, se observan las mayores tasas de flujo con una tendencia de movimiento de norte a sur y de este a oeste de los individuos situados en las zonas noreste y este del banco, mientras que en la parte central el movimiento dominante es hacia el norte y en la parte occidental la tendencia de movimiento es hacia el oeste (Figura 2c). El promedio de las tasas de flujo en esta temporada (1.05) duplica a la de la temporada anterior lo que significa una temporada con una intensa dinámica con diferentes direcciones de movimiento.

En la temporada de otoño a invierno emergen dos patrones de movimientos: el primero en la zona central y oriental del banco es hacia las zonas 24, 25 y 26 desde las zonas situadas al oeste, este y sur. Un segundo movimiento se registra en la parte occidental del banco hacia el oeste del mismo (Figura 2d). El promedio de las tasas de flujo en esta temporada (1.17) es la mayor para los adultos.

Preadultos

De invierno a primavera se observa un movimiento hacia la zona 23 desde zonas contiguas similar a lo registrado para adultos (Figura 3a). En la parte oriental del banco se observa un movimiento hacia el sur en dirección contraria al presentado por los adultos, los cuales en esta temporada se desplazaron hacia el norte (Figura 2a). La tasa de flujo promedio en la temporada (0.49) fue mayor que para los adultos.

En la temporada de primavera a verano se presenta el más alto valor promedio de la tasa de flujo (1.7) para todas las temporadas y sectores de población. Es evidente un marcado patrón de movimiento hacia el oeste y en la región oriental al suroeste (Figura 3b). El sentido general del movimiento al oeste es igual que para los adultos sin embargo en los adultos se presenta una tendencia de movimiento hacia el norte contrario a lo que sucede con los preadultos.

Del verano al otoño se observa un intenso movimiento

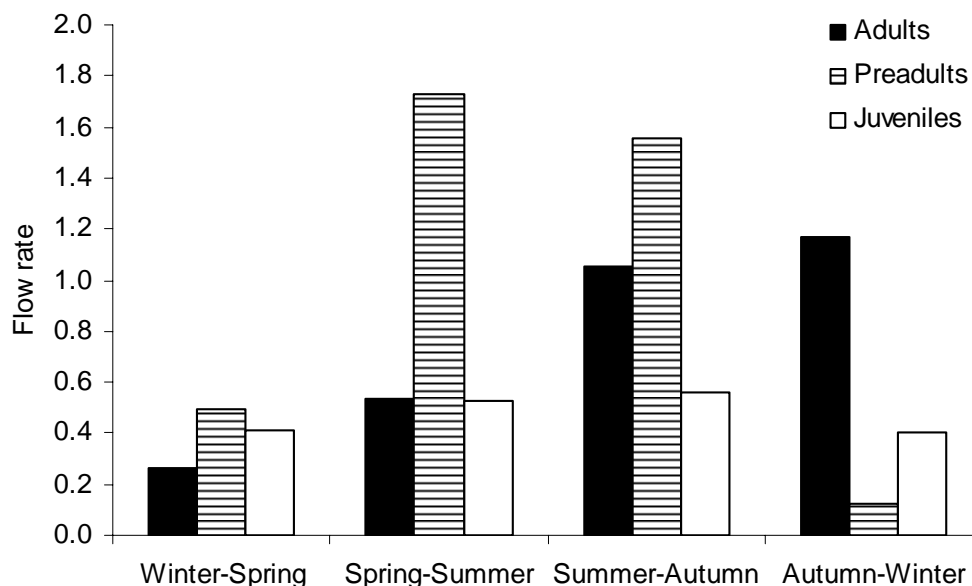


Figura 1. Tasas de flujo promedio de individuos por sector de población y estación de mero *E. morio* en la plataforma continental norte de la península de Yucatán, México.

de individuos en la mayor parte del banco. Se puede observar un patrón de movimiento hacia el oeste y hacia zonas de profundidades medias (Figura 3c).

En lo que respecta a la temporada de otoño a invierno, la tasa promedio de flujo es la menor registrada (0.12). Sólo fue posible la estimación de dos tasas de flujo en la zona 7 y en la zona 40. Debido a este mínimo número de tasas estimadas no fue posible realizar una interpolación para detectar algún patrón de movimiento.

Juveniles

De invierno a primavera se logra identificar un movimiento en la zona sureste del banco hacia el sur, de manera similar al presentado por los preadultos pero contrario al de los adultos que en esa zona realizan un movimiento hacia el norte (Figura 4a).

En la temporada de primavera a verano el patrón de movimientos es en dirección suroeste, desplazándose de las zonas de profundidades medias a regiones someras, de manera similar a lo detectado para los preadultos (Figura 4b).

El movimiento de individuos juveniles de verano a otoño se da principalmente en la zona central y occidental del banco. En la zona central frente Dzilam de Bravo se observa un desplazamiento de individuos hacia el norte lo cual también es posible verse en los adultos y preadultos. En la zona occidental del banco el movimiento es principalmente al oeste (Figura 4c).

De otoño a invierno el movimiento de juveniles se presenta en la parte cercana a la costa en la zona de Río Lagartos y Dzilam de Bravo. El movimiento se presenta desde el este y el oeste hacia las zonas frente a Dzilam de Bravo (Figura 4d). Esta zona parece ser de mucha

importancia en lo que se refiere a la distribución de juveniles.

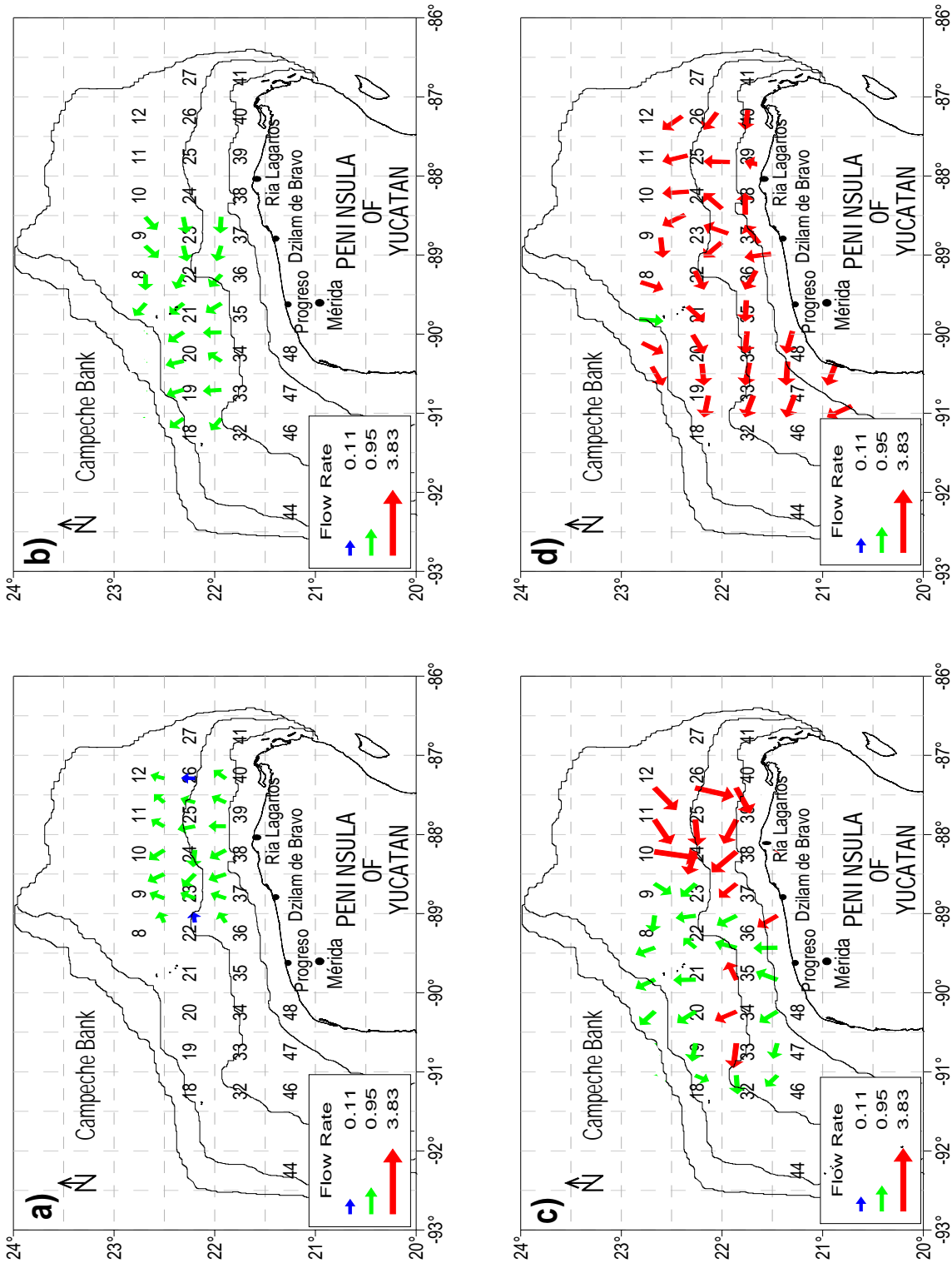
DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una dinámica espacial del mero más compleja que la sugerida anteriormente de un desplazamiento al este hacia el invierno y al oeste en el verano (Valdés y Padrón 1980, Arreguín-Sánchez *et al.* 1997, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006). Este patrón (este-oeste), si bien se cumple de manera general, en el análisis realizado, se puede evidenciar con mucho más detalle los movimientos de la población y precisar que éstos son diferenciados según la fase de desarrollo del mero.

El evento reproductivo que ocurre a finales de invierno y principios de primavera puede considerarse como el factor fundamental del patrón de desplazamientos de los adultos. De invierno a primavera las tasas de flujo en los adultos fueron las más bajas (Figura 1), por lo que podría sugerirse que los adultos se encuentran ya en la zona de reproducción y no se presentan grandes desplazamientos y sólo se detectan algunos movimientos de agregación a zonas específicas (Figura 2a). El patrón general de movimientos de adultos de primavera a verano es hacia el oeste (Figura 2b), lo que concuerda con el rompimiento de las agregaciones reproductivas y la dispersión de organismos a lo largo de la plataforma continental. Las tasas de flujo de individuos estimadas de otoño a invierno son las más altas para los adultos, aunque teóricamente se esperaría encontrar un marcado movimiento de oeste a este en esta temporada como consecuencia del movimiento hacia las zonas de reproducción, esto no se hace tan evidente.

Aún así, en la parte oriental del banco, puede observarse movimiento de individuos a zonas que

Figura 2. Movimientos del sector de población adultos de mero *E. morio* en la plataforma continental norte de la península de Yucatán, México. a) de invierno a primavera, b) de primavera a verano, c) de verano a otoño y d) de otoño a invierno.

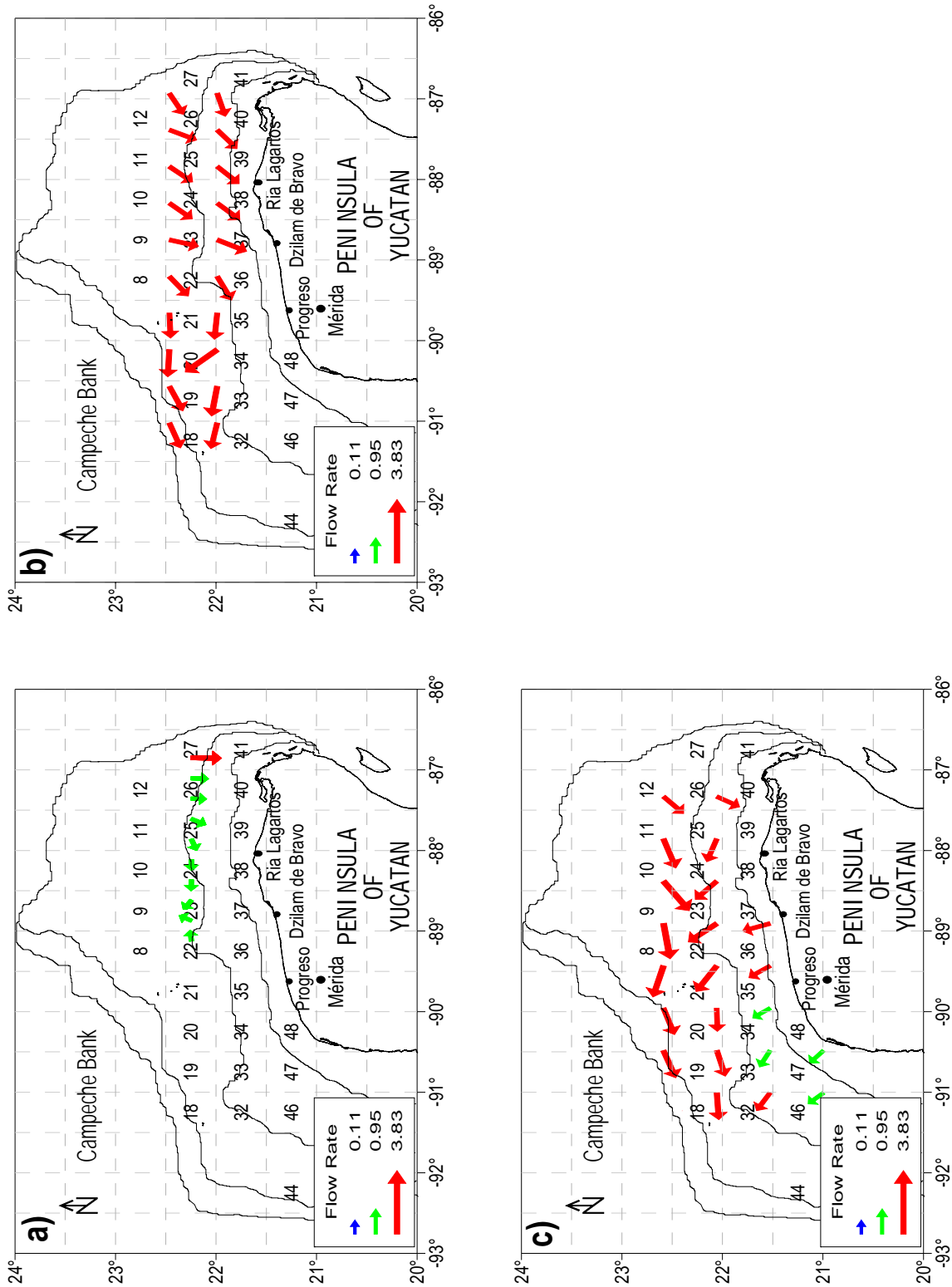


eventualmente han sido identificadas como de reproducción (Figura 2d). En la parte occidental del banco ocurre un movimiento en dirección contraria a lo que se esperaba, lo que puede ser evidencia de la falta de información para realizar una mayor estimación de tasas de flujo o por lo contrario, movimiento de individuos hacia zonas de

agregación situadas al oeste del banco.

En los movimientos que se dan de invierno a primavera se observa el patrón más claro de diferenciación de los desplazamientos por sector de población. Mientras los adultos en la zona oriental del banco presentan un movimiento, que puede suponerse de agregación, hacia el norte

Figura 3. Movimientos del sector de población preadultos de mero *E. morio* en la plataforma continental norte de la península de Yucatán, México. a) de invierno a primavera, b) de primavera a verano, c) de verano a otoño y d) de otoño a invierno.

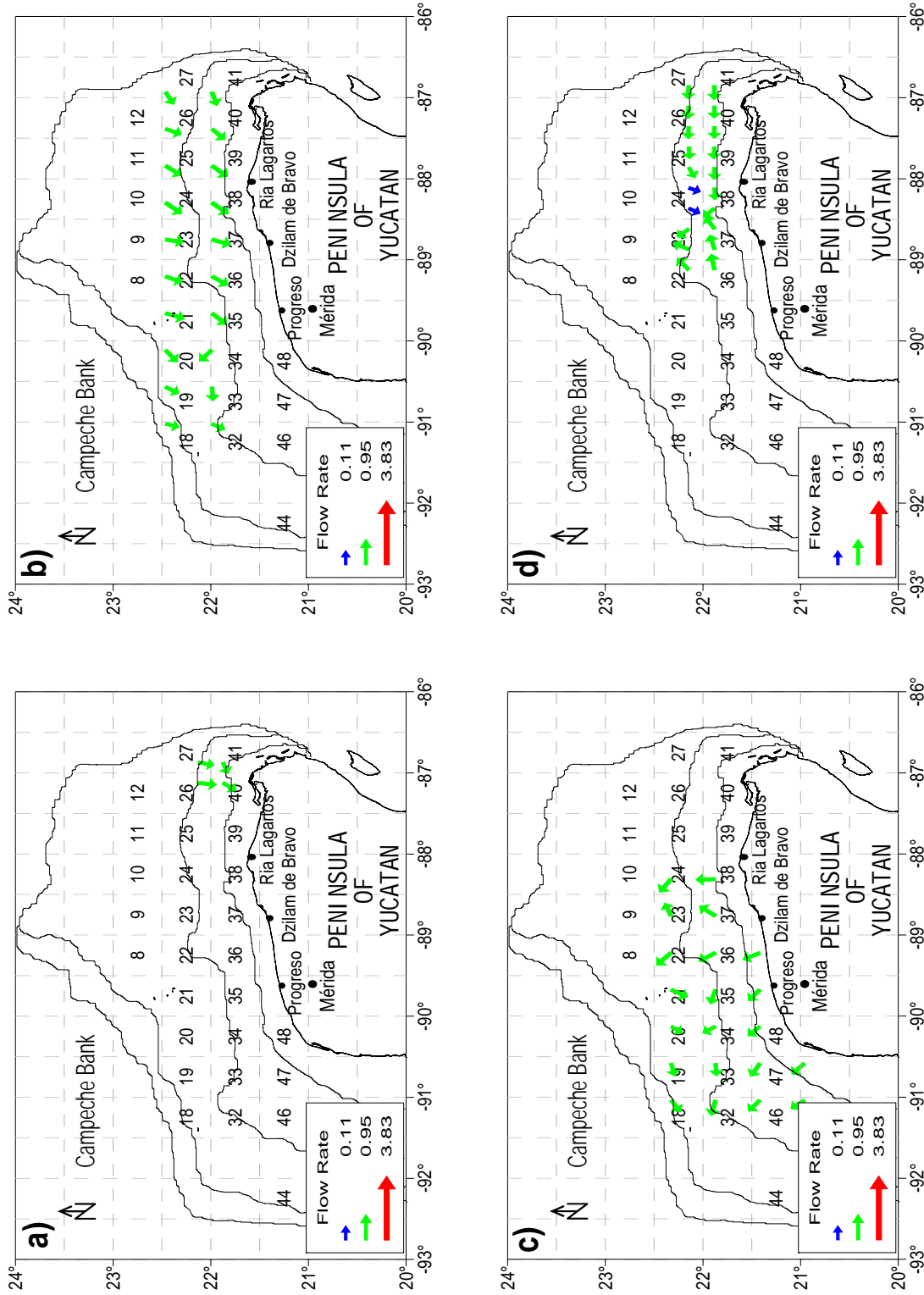


de la plataforma, los preadultos y juveniles se mueven en dirección contraria hacia las zonas someras.

Se ha mencionado que los juveniles realizan desplazamientos este-oeste cercanos a la costa (Arreguín-Sánchez 1997), sin embargo se detectaron desplazamientos de

juveniles hacia el norte a zonas profundas durante el verano a otoño (Figura 4c). López-Rocha y Arreguín-Sánchez (2006) y López-Rocha y Arreguín-Sánchez (2007), encontraron que el patrón característico de incremento de capturabilidad con la talla, que se da de

Figura 4. Movimientos del sector de población juveniles de mero *E. morio* en la plataforma continental norte de la península de Yucatán, México. a) de invierno a primavera, b) de primavera a verano, c) de verano a otoño y d) de otoño a invierno.



manera general al norte de los 22° N, en otoño se revertía, encontrando altos valores de capturabilidad para los peces pequeños en zonas profundas y alejadas de la costa. Esto sugiere, que aunque los juveniles habitan y se desplazan preferentemente en zonas someras y cercanas a la costa, también realizan movimientos al norte hacia zonas

profundas, principalmente en otoño.

Los preadultos y adultos presentaron las mayores tasas de flujo de individuos, mientras que en los juveniles éstas más bien fueron bajas durante todo el año, lo que indica una menor dinámica en los juveniles. En los adultos las mayores tasas de flujo de individuos se dan de otoño a

invierno, que puede estar relacionado con un desplazamiento acelerado a las zonas de reproducción. Por el contrario el periodo de menores tasas de flujo de individuos se da entre invierno y primavera lo que sugiere permanencia en zonas de reproducción y movimientos cortos de agregación. Esto también puede ser relacionado con la distribución espacial y temporal de la capturabilidad. En trabajos previos (López-Rocha y Arreguín-Sánchez 2006; López-Rocha y Arreguín-Sánchez 2007) se ha mencionado el incremento de la capturabilidad en invierno asociado a agregaciones y una baja capturabilidad en otoño asociado a una mayor dispersión, ahora estos dos patrones también pueden ser relacionados también con bajas tasas de flujo en invierno-primavera y a una intensa dinámica en otoño-invierno respectivamente.

En lo que se refiere al desempeño del modelo, el parámetro (s) que se refiere a la probabilidad de contener o recibir un cierto número de individuos de un hábitat determinado, que puede interpretarse también como una capacidad de carga de la zona en cuestión, fue estimada en relación con la máxima abundancia encontrada en la zona (ecuación 7), sin embargo, una estimación más apropiada tendría que relacionar a este parámetro con uno o más factores ambientales. Una solución adecuada tendría en cuenta la preferencia del mero por cierto tipo de fondos (Albañez-Lucero y Arreguín-Sánchez 2007).

Los patrones temporales de movimientos del mero encontrados en este trabajo, pueden contribuir en la exploración de nuevas medidas de manejo de la población como son Áreas Marinas Protegidas y zonas de exclusión de la pesca, con el objetivo de recuperar el stock.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra gratitud a la Comunidad Europea por el proyecto INCOFISH (contrato 003739) y al Instituto Politécnico Nacional (proyecto SPI-IPN 20060579) por el financiamiento del presente estudio. JL agradece al CONACYT por la beca otorgada para realizar estudios de posgrado. FA agradece al IPN por el apoyo otorgado a través de los programas EDI y COFAA.

LITERATURA CITADA

- Albañez-Lucero, M. y F. Arreguín-Sánchez. 2006. Relationship between type of bottoms and spatial distribution of the red grouper (*Epinephelus morio*) in the Campeche Bank, Mexico. International conference on coastal ecosystems: Towards an integrated knowledge for an ecosystem approach for fisheries. June 26 –29, 2006 Campeche, México.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Contreras, V. Moreno, R. Valdés, y R. Burgos. 1997. La pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la Sonda de Campeche, México. Pages 307-332 in: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.) *Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica.
- Brulé T., C. Déniel, T. Colás-Marrufo, y M. Sánchez-Crespo. 1999. Red Grouper reproduction in the southern Gulf of Mexico. *Transactions of American Fisheries Society* **128**:385-402.
- Burgos-Rosas, R. y L. Pérez-Pérez. 2006. Mero. Páginas 503-522 en: F. Arreguín-Sánchez, L. Meléndez-Moreno, I. Méndez-Gómez-Humarán, R. Solana-Sansores y C. Rangel-Dávalos (eds.) *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Davis, J.C. 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons, New York, New York USA.
- Franke, R. 1982. Scattered Data Interpolation: Test of Some Methods. *Mathematics of Computations* **33**(157):181-200.
- García, C. 1974. Influencia de la temperatura en el comportamiento de la cherna americana (*E. morio*) en el banco de Campeche. Primer Simposium de Ciencias Pesqueras. Universidad Autónoma de Baja California. 4pp.
- Giménez, E., V. Moreno, R. Burgos, y S. Alfonso. 2003. Reproducción y fecundidad de la cherna americana (*Epinephelus morio*) en el banco de Campeche, México. *Oceánides* **18**(1):13-22.
- Giménez-Hurtado, E. 2005. *Análisis de la Pesca del Mero Epinephelus morio (Serranidae: Pisces, Valenciennes 1928) en el Banco de Campeche*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, B. C. S. México. 93 pp.
- Hernández, A. y J.C. Seijo. 2003. Spatial distribution analysis of red grouper (*Epinephelus morio*) fishery in Yucatan, Mexico. *Fisheries Research* **63**:135-141.
- López-Rocha, J.A. and F. Arreguín-Sánchez. 2006. Spatial distribution of catchability for the red grouper *Epinephelus morio*, fishery on the Campeche Bank, Mexico. International Conference on Coastal Ecosystems: Towards and Integrated Knowledge for an Ecosystem Approach for Fisheries. June 26 –29, 2006. Campeche, México.
- López-Rocha, J.A. y F. Arreguín-Sánchez. 2007. Patrones de variación espacio temporal de la capturabilidad en la pesquería del mero *Epinephelus morio* en el Banco de Campeche, México: Implicaciones para el manejo. XII Congreso Latinoamericano de Ciencias Marinas. Florianópolis, SC, Brasil. 15-19 de abril, 2007.
- Valdés, E. y G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Revista Cubana Investigaciones Pesqueras* **5**(2):.
- Zetina-Moguel, C., G.V. Ríos, y M. Contreras G. 1996. Notas sobre la reproducción de mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche, Golfo de México. INP. SEMARNAP. *Ciencia Pesquera* **13**: 27-29.