

DETERMINACION DE CORRIENTES EN LA LAGUNA
COSTERA MECOACAN DE TABASCO, MEXICO

por:

HUMBERTO GOMEZ ANGULO
Departamento Autónomo de Pesca
Residencia de Ensenada, B.C.
Riveroll No. 125 - 7 y Blvd. Costero

(Recibido: septiembre 9, 1977)
Ciencias Marinas Vol. 4 Núm 1 1977.

RESUMEN

Se describen las corrientes de Laguna Mecoacán. Los resultados se indican como trayectorias en cuatro esquemas representativos. Las mediciones se hicieron por método directo utilizando como dispositivos crucetas de deriva. También se discute la relación que guardan las mencionadas trayectorias con la distribución de los bancos de ostión americano Crassostrea virginica.

ABSTRACTC

Currents of Mecoacan Lagoon are described. Results are indicated as trajectories in four representative figures. Measurements were made directly using drifting drogues. The relation between the currents and the distribution of oyster beds is also discussed. This is the american or eastern oyster (Crassotrea virginica)

INTRODUCCION

La Laguna costera Mecoacán está localizada entre los Meridianos 93° 04' a 93° 14' y los paralelos 18° 16' a 18° 26'. Forma parte de un complejo sistema estuárico dentro del cuerpo deltaico de los Ríos Grijalva y Usumacinta en el Estado de Tabasco, México, sobre la zona costera del Golfo de México (Fig. 1). Tiene un área aproximada de 5,168 Hectáreas el fondo tiende a ser plano con profundidades que no sobrepasan los 3 metros. No presenta canales definidos excepto en los canales de acceso al mar, entre Boca Grande y Barra de Dos Bocas.

CORRIENTES EN LA LAGUNA MECOACAN

Las mareas que afectan este cuerpo de agua son de tipo diurno, con rango máximo de unos 90 cm. por el mes de diciembre de cada año (tomado del calendario de mareas de la Dirección General de Faros e Hidrografía de la Secretaría de Marina) con referencia a la estación de Frontera Tabasco que dista a cincuenta kilómetros de Laguna Mecoacán. Dentro de la misma laguna con lluvias extraordinarias el nivel del agua puede elevarse un metro por encima del nivel del mar, a causa de los aportes de los ríos. Este fenómeno puede presentarse varias ocasiones por unos días consecutivos durante los meses de septiembre a febrero, particularmente en noviembre. (Datos de las estaciones climatológicas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en Paraíso y Puerto Ceiba, Tabasco).

Actualmente en Laguna Mecoacán se han venido realizando diversos estudios ecológicos bajo contrato, y por la misma Dirección de Acuacultura (aún sin publicar). Estos estudios tienen como finalidad conocer el cuadro ambiental en que se desarrollan considerables poblaciones ostrícolas y otras especies acuáticas. Han consistido en detectar y cuantificar la biota existente, y la determinación de diversos parámetros físico-químicos como primer paso para conocer las condiciones abióticas. Partiendo de la necesidad que se tiene de conocer las relaciones que se establecen entre el medio biótico y abiótico, sobre todo desde un punto de vista más dinámico, tratamos de complementar estos trabajos con estudios de corrientes. De esta manera se nos facilita más el conocimiento de la dinámica que siguen las distintas poblaciones establecidas en la laguna, principalmente en su dispersión y asentamiento.

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos de las mediciones de corrientes por método directo tratando a los distintos fenómenos que las ocasionan como componentes. Se tomaron como tales las corrientes de mareas, el efecto de los vientos y la influencia de los ríos, que son las principales componentes que mantienen la circulación de Mecoacán. La suma de éstos se presentan como una sola trayectoria resultante.

El criterio a seguir en nuestras mediciones y observaciones tuvo como base lo siguiente: Que la Laguna Mecoacán es un vaso semi-cerrado de proporciones no muy grandes, y de aguas someras. Que éstas, en su movimiento están influenciadas principalmente por las mareas, los vientos, afluencia de los ríos y la batimetría.

METODOS Y MATERIALES

Las mediciones se hicieron por el método lagrangiano que describen las trayectorias de las partículas de un fluido en razón del tiempo (Alvarez Sánchez, 1971). Los dispositivos que se emplearon para simular el desplazamiento de tales partículas fueron pantallas rígidas (Pickard, 1963) unidas por medio de una cadena metálica a un flotador. Se procuró que verticalmente los flotadores no sobresalieran más de un 5% sobre la superficie del agua con objeto de evitar la tracción ejercida por el viento sobre los mismos. Se llegaron a liberar en algunas ocasiones hasta seis pantallas, marcando su punto de partida con balizas. Su avance se vigiló por medio de dos lanchas con lecturas a cada media hora, se fijaron las posiciones con brújula o sextante, ocasionalmente con dos tránsitos dependiendo de las condiciones del tiempo y la distancia de desplazamiento de los dispositivos. Originalmente se programó un número de 25 mediciones (dos veces al mes) de acuerdo al calendario de mareas y las estaciones del año, pero con el objeto de registrar variaciones ocasionadas por diversas perturbaciones atmosféricas que se presentaron, se efectuaron alrededor de 30 (de marzo de 1972 a abril de 1973). Para los resultados finales se tomaron en cuenta las observaciones que no fueran mucho menores de la variación diurna. Se procesaron 25, con períodos de 18, 24 y 36 horas de mediciones. Cada 2 horas se hicieron observaciones meteorológicas y características del agua superficial (temperatura y salinidad). Los resultados de estas mediciones se presentarán en otro trabajo (Gómez Angulo, en preparación). Se colocaron cuatro limnógrafos en las siguientes localidades (círculos cruzados en la Fig. 2): Dos Bocas, Puerto Ceiba, Buena Vista, y entre Isla Pajalaral y Punta Tilapa. Parte de la información que arrojaron estos aparatos nos dieron las alturas horarias, retrasos y amortiguamiento de mareas en que se trabajó durante las mediciones (no se incluye en el presente). A lo largo de las cuatro estaciones del año, los vientos dominantes que soplan en esta zona provienen del primer cuadrante (Fig. 3-A) con velocidades máximas de 6.5 m/seg. Le siguen en orden de importancia los vientos de segundo cuadrante, también con velocidades máximas de 6.5 m/seg. Con menor frecuencia los del cuarto cuadrante con velocidad máxima de 7.0 m/seg., y en último término los del tercero. Los nortes son los vientos que alcanzan mayores velocidades, de octubre a abril con 9.0 m/seg. En cuanto a los efectos que causen en las condiciones del agua, los nortes son los vientos que más modifican las propiedades físico-químicas y la circulación en un lapso bastante corto. A

CORRIENTES EN LA LAGUNA MECOACAN

A lo largo de tres años de nuestros registros (de 1972 - 1974), las estaciones del año no se caracterizaron por la dominancia de viento alguno, es decir, no mostraron una estación definida. Los Nortes son los vientos más conspicuos en las épocas de Otoño e Invierno. Además en esta época se presentan considerables precipitaciones y grandes avenidas de los ríos. Este fenómeno es el que marca más bien la diferencia que hay de Otoño e Invierno contra Primavera y Verano, no obstante, la frecuencia no es muy grande.

En el presente trabajo se correlacionan las corrientes de mareas con el efecto de los vientos por cuadrante, y el aporte de los ríos. Es decir a lo largo de un ciclo anual se combinan estos factores en cuatro esquemas representativos (Fig. 2).

Por dos años de registros, numéricamente el primer cuadrante es el más representativo durante las cuatro estaciones del año (Fig. 2-A) con una frecuencia de un 36%. Le sigue el segundo cuadrante que le corresponden los Estes y Surestes, con tendencia a presentarse en Verano, Otoño e Invierno: Primavera y Verano respectivamente (Fig. 2-B) con un 27% de frecuencia. En tercer lugar el cuarto cuadrante con Noroestes y Nortes, los primeros en Primavera y Verano, los otros en Otoño e Invierno (Fig. 2-D) con 19% de frecuencia. En último término los del tercer cuadrante para Sures y Suroestes, con tendencia a presentarse en Otoño (Fig. 2-C), con 7% de frecuencia.

En nuestra descripción, las trayectorias de las corrientes en flujo están representadas por líneas continuas, y en reflujos por líneas discontinuas. El origen de las flechas indica lance de dispositivos y el extremo punto final o inversión de marea.

Con períodos de mediciones de 36 horas y 6 dispositivos distribuidos estratégicamente, se obtuvieron los resultados para el primer esquema (Fig. 2-A), corresponde a vientos del primer cuadrante combinados con períodos de calmas. Partiendo de Boca Grande en flujo tenemos que nuestras primeras trayectorias tomaron rumbo al Suroeste de la laguna hasta la ensenada del Chivero, para después derivar hacia Punta Tilapa y Boca de los Angeles. Más adelante una porción del agua que penetra por Boca Grande y por sitio viejo es también transportada hacia Boca de los Angeles.

Las aguas acumuladas durante el flujo, con la inversión de la marea cambian su dirección después de un breve estancamiento. Por consiguiente las trayectorias marcan un giro (flechas en círculo) y son empujadas por el reflujos rumbo a Boca Grande describiendo un embudo. La corriente que en flujo parte de Río Escarbado rumbo a Boca Grande es muy

notable en toda esa extensión cuando dicho río aporta considerables volúmenes de agua dulce. Los dispositivos de mediciones rara vez tienden a cerrar una trayectoria a un mismo sitio de partida a causa de las desviaciones ocasionadas por la influencia del viento y de los ríos. Con dos dispositivos bién se obtuvieron trayectorias de 5 km a 6 km en un solo sentido, si la corriente de marea no era afectada por el viento y el oleaje en un momento dado.

El segundo esquema (Fig. 2-B) se obtuvo con vientos del segundo cuadrante combinado con calmas. Las mediciones se iniciaron durante el reflujo en el Este de Mecocacán con el lanzamiento simultáneo de dos dispositivos un frente a Río Escarbado y otro al Sureste de Isla Pajaral. Utilizándose posteriormente otros dos más entre dicho río y Río Cuxcuchapa. Los dos primeros complementaron la trayectoria de Río Escarbado a Boca Grande, un poco recurvada por los vientos del Sureste. Los dos últimos por el mismo efecto derivaron hacia Punta Tilapa. A punto de cambiar la marea, y el acercarse el primer dispositivo frente a Boca Grande se lanzó otra cruceta cercana. Durante el flujo los dispositivos describieron trayectorias sinuosas, por efecto del viento se enseñaron en el Chivero.

Para el tercer esquema (Fig. 2-C) se iniciaron las observaciones en Aspoquero y en Boca de los Angeles, en reflujo, con calma y posterior entablamiento de vientos del tercer cuadrante. El primer dispositivo describió un recurvamiento hacia el Oeste para finalmente ser lanzado hacia el Chivero cuando el cambio de marea predominaba sobre el viento.

Los otros dispositivos a medio recorrido están desviados hacia Pajaral por los efectos combinados del viento y la marea. También se hizo un solo lance en Boca Grande a punto de culminar la marea, siendo derivada por el predominio del viento hacia uno de los islotes que bloquean dicha Boca.

Los resultados correspondientes al cuarto esquema (Fig. 2-d) se obtuvieron en vientos de cuarto cuadrante, con dispositivos lanzados de Este a Oeste a lo largo del eje longitudinal de la laguna, durante el reflujo. Inicialmente los avances eran muy lentos al ser contrarrestados por el viento, lo que dió recorridos muy cortos, al cambio de marea todas derivaron hacia el sur. Los tres primeros recurvaron hacia el Suroeste pra finalizar en Boca de los Angeles. El cuarto describió un mismo recurvamiento para tomar rumbo a Hormiguero; los dos últimos al ser alcanzados por el agua de Boca Limón viraron hacia el Este para finalmente circular hacia el Sur.

CORRIENTES EN LA LAGUNA MECOACAN

En condiciones de calma, es decir sin viento, el esquema más característico es el primero (Fig. 2-A), incluso las trayectorias se recurvan más de acuerdo a los contornos del depósito lagunar. Las condiciones de calma son muy variables, acusan sus máximos en Otoño y Primavera.

En cuanto a los valores de las velocidades obtenidas dentro del cuerpo principal de la laguna para los cuatro casos a lo largo de distintos ciclos de mareas, las más representativas están de la siguiente forma: Las velocidades máximas registradas oscilaron entre los 4 cm/seg. a los 46 cm/seg. Las de mayor ocurrencia entre los 9 cm/seg. y los 13 cm/seg. Los valores medios tienen de límites 1 cm/seg. y los 10 cm/seg.

Dentro de los canales de acceso al mar (entre Boca Grande y Dos Bocas) los valores más representativos en reflujo fueron: un máximo de 83 cm/seg. una media de 5 cm/seg. y una mínima de 4 cm/seg. Los de mayor ocurrencia están entre 4 cm/seg. y 5 cm/seg. En flujo la máxima fue de 50 cm/seg., la media de 22 cm/seg. y la mínima de 8 cm/seg. Los de mayor ocurrencia estuvieron entre los dos últimos valores.

DISCUSIONES

Tratándose de Laguna Mecocacán no se puede hablar con cierta propiedad de circuitos permanentes (corrientes anulares), porque se interrumpen por los fuertes vientos, la escasa profundidad y los aportes de los ríos principalmente. Alterándose las corrientes provocando reversibilidad y estacionamientos esporádicos. Bajo condiciones de calma son más manifiestos dichos circuitos. Una vez que en el Oeste de Mecocacán se tiene un nivel determinado el fluido deriva hacia el Este donde se localizan descompensaciones por gradiente hidráulico. Según los registros del limnógrafo de Buena Vista existe una tendencia a apilarse agua en el lado Oeste, se hace notar con vientos del primer cuadrante.

Partiendo de los distintos registros de mareas, para el primer esquema (Fig. 2-A) se tiene que, conforme nos alejamos de Boca Grande hacia Río Escarbado habrá retrasos en las mareas en relación a la del Golfo de México. Esto quiere decir que cuando la marea en Dos Bocas alcance su más bajo o alto nivel en un día cualquiera, en Buena Vista se tendrán estas mismas condiciones con dos horas de retraso. De 4 a 6 horas en Punta Tilapa y Escarbado respectivamente.

En realidad la expansión del flujo con la propagación de mareas se extiende del Oeste hacia el Este de Mecoaacán. En reflujo el agua se carga sobre Boca Limón y Boca Grande, de tal manera que el conjunto de trayectorias convergen en dichas bocas en un efecto de embudo. Este comportamiento predominan a lo largo de las cuatro estaciones del año.

En el segundo esquema (Fig. 2-A) puede verse que en el Oeste de la Laguna las trayectorias guardan cierta semejanza con las del primero, con trazos mas recurvados debido al efecto de los vientos del primer cuadrante. En el área Este se observa un comportamiento semejante y tendencia a cerrar el giro hacia la izquierda. En realidad éste segundo caso es una variante del primero, además de que durante todo el año los vientos que rigen oscilan dentro de estos dos cuadrantes. Se registraron trayectorias de unos 10 km usando varios dispositivos a la vez.

El tercer esquema se presentó con poca frecuencia, cuando sucede el agua es desviada de Sur a Noroeste. En pleamar el flujo superficial es amortiguado por el viento, lo que ocasiona que los dispositivos de medición se desplacen un poco o se estacionen. Comportamiento observado en Primavera, Verano y Otoño, pero con mayor frecuencia en Primavera. En Verano tienden a presentarse condiciones climáticas más continentales que oceánicas (Thom, 1966).

Con vientos del cuarto cuadrante, y norte franco, utilizando 6 dispositivos, se obtuvo el cuarto y último esquema en una circulación transversal donde todas las trayectorias derivaron de Norte a Sur. Casi todos los dispositivos recalcaron en el Sur de Mecoaacán empujados por vientos de 9.0 m/seg. Conjuntamente con el fuerte viento se presentan considerables aportes de agua dulce que se acumulan en la Laguna por efectos ya mencionados en la introducción de este trabajo. También se presenta una fuerte mezcla del agua dulce y salada haciendo descender considerablemente la salinidad. Afortunadamente para las poblaciones de organismos de la laguna estas condiciones no se prolongan, a lo largo de todo el Invierno. Además cabe hacer notar que antes de una gran avenida, por aportes, se presenta una disminución gradual de la salinidad lo que permite una adaptación a las diversas especies; no obstante, ocasionalmente se presentan abatimientos de las poblaciones. De los estudios que se mencionan en la introducción, los relacionados con el ostión revisten mayor importancia económica ya que soporta la principal pesquería. Actualmente esta siendo sobreexplotado por lo que se están aplicando medidas de repoblación y semicultivo.

CORRIENTES EN LA LAGUNA MECOACAN

Dada la propia biología del ostión, se considera un organismo sésil que durante la época de desove y posteriormente a la fecundación los productos larvales cuya locomoción es muy limitada permanecen suspendidos en el agua formando parte del plancton por un término de dos a tres semanas antes de fijarse el sustrato. El transporte horizontal de las larvas dentro del plancton le permite desplazarse a distancias considerables a la vez que sucede la metamorfosis. Para una larva cuyo tiempo de permanencia oscile alrededor de dos semanas estará sujeta como tal al transporte neto hasta su punto final dentro o fuera del sistema. Las larvas deben producirse y fijarse en un tiempo y espacio donde el evacuado de la laguna no la afecte en un lapso de 15 a 20 mareas diurnas, y su punto final no sea mar abierto. Para una corriente con velocidad constante de unos 18 cm/seg., sin oponer resistencia la larva deberá viajar de 7 km a 8 km en línea recta hacia la boca de acceso para alcanzar mar abierto. En este caso sería una distancia crítica para 12 horas de reflujo, caso contrario, si el período larvario se origina en las proximidades de la boca durante el flujo de la marea, estas larvas serán transportadas aguas arriba con un mismo recorrido. Pero como en la realidad las corrientes no tienen ni una velocidad uniforme, ni las larvas se producen en un solo sitio, se reducen las posibilidades de pérdidas. En la oscilación de las mareas se generan retrasos y amortiguamientos que condicionan las trayectorias por lo que existe la posibilidad de que una larva que está próxima a ser evacuada al mar sea regresada a las proximidades de su punto de partida. Suponiendo que los procesos de difusión y mezcla alteren en mayor y menor grado las condiciones fisiológicas de las larvas. Por consiguiente las pérdidas al mar aunque afecten la producción de larvas, ésta es compensada con el potencial biótico de la propia especie.

En Mecoaacán se ha encontrado durante el curso de las mediciones que existe cierta relación entre las corrientes más constantes y de mayor circulación con la posición de los bancos ostrícolas (Fig. 3-C). Lo anterior queda sujeto a una futura discusión en virtud de que el tratar de explicar el génesis de los bancos ostrícolas de Mecoaacán, se tiene una incógnita a resolver al considerar los sedimentos limosos depositados en la parte central. Dichos sedimentos no facilitan la fijación de la larva por no ser un sustrato adecuado, y además de que estas áreas son centros de giros de corrientes, consecuentemente de intensa depositación de los sedimentos que se acumulan en capas más gruesas que en los márgenes.

Como contraparte, si la distribución de bancos de ostión quedara estrictamente sujeta a la distribución de los sedimentos, éstos a su vez, están sujetos al arrastre ejercido por las corrientes. Por lo tanto, bajo esas condiciones directa o indirectamente se puede considerar tanto a los limos y a las larvas como partículas sujetas a los problemas de circulación y asentamiento. Obviamente en el caso de la larva del ostión puede tener a su favor, el hecho de que la columna de agua es somera, y su capacidad osmoreguladora le posibilite para asentarse en un sitio adecuado antes de ser arrastrada por las corrientes de mareas hacia el mar.

En los períodos de transición de pleamar a bajamar, y viceversa, que bien pueden ser unas seis horas la velocidad media de las corrientes del cuerpo principal de la laguna ocasionalmente sobrepasan los 18 cm/seg. En los canales las velocidades producidas por las corrientes de mareas, son mayores por lo que dichos lapsos son más significativos.

Por lo que respecta a nosotros, el criterio de las trayectorias sirvió como un elemento más para tratar de interpretar el recorrido de las larvas desde su origen hasta su punto final. Siempre y cuando las trayectorias totales descritas por las mismas durante el transporte, no fuesen alcanzadas en las proximidades de Dos Bocas durante algún período de evacuado. Al actuar Boca Grande como cuello de embudo, las larvas a punto de fijarse es posible colectarlas masivamente en pequeñas parcelas de agua dentro de los canales. Estando el área Oeste de Mecoaacán sujeta a una constante renovación de aguas provenientes de mar abierto y poca depositación es apropiada como sitio de engorda con el mayor espacio posible. Se utilizó como herramienta auxiliar los muestreos de larvas presentes en el plancton, y la detección de bancos de ostión en proceso de desove (Iracheta Martínez, en preparación).

CONCLUSIONES

Los principales factores que intervienen en la generación de corrientes de la Laguna Mecoaacán son: las mareas, vientos y el aporte de los ríos. La acción más dinámica del movimiento de las aguas se ejerce sobre el área Oeste debido principalmente a la cercanía de Boca Grande y la propia geomorfología de Mecoaacán que facilita la circulación por la corriente de mareas y los vientos.

CORRIENTES EN LA LAGUNA MECOACAN

Los vientos del primer cuadrante (Fig. 2-A) por ser los dominantes (Fig. 3-B) son los que tienen mayor influencia a largo plazo, sobre la circulación. Con vientos del segundo cuadrante (Fig. 2-B), los movimientos de las masas de agua sobre el área Oeste son muy similares a los anteriores. Para el tercer cuadrante (Fig. 2-C), la circulación carga de Suroeste a Noroeste, los niveles de agua sobre la ribera Norte se ven afectados provocando un desplazamiento de las trayectorias más permanentes. Los vientos correspondientes a cuarto cuadrante (Fig. 2-D) inducen corrientes cargadas ligeramente al Sureste de la Laguna, turbulencia y apilamiento de agua en el margen Sur.

Para vientos francos de Norte y Sur, el agua se carga en dirección opuesta de donde soplan. Los vientos del norte son los que en un lapso bastante corto dejan surtir la influencia más notable en las condiciones físico-químicas del agua.

De acuerdo a las diversas observaciones de corrientes de Laguna Mecoacán existe una tendencia a la circulación a establecer un giro contrario a las manecillas del reloj.

Excepto en las proximidades de Boca Grande para el cuerpo principal de la laguna; y en las inmediaciones de Dos Bocas en los canales de acceso al mar, en casi la totalidad de la laguna las velocidades de las corrientes de mareas registradas no son muy altas. Excepto cuando se presentan lluvias extraordinarias, o mareas vivas, se sobrepasan los 30 cm/seg. velocidad que se puede considerar alta para las fijaciones de larva de ostión.

Esta ventaja aunada al potencial biótico, la periodicidad de reproducción del Ostión Crassotrea virginica y las condiciones físico-químicas, hacen posible un reclutamiento constante dentro de la población, balanceando las pérdidas de tipo natural que puedan ocurrir, excepto la extracción masiva ejercida por el hombre.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de un Programa que se desarrolla bajo los auspicios de la Dirección de Acuacultura, del Departamento Autónomo de Pesca.

Se agradece al C. Doctor Saúl Alvarez Borrego y al C. M.C. Luis Gustavo Alvarez por su revisión, orientación y apoyo. A las siguientes personas: Roberto Ortíz Leon por la valiosa ayuda de campo, Srita. Ma. de Jesús Paredes Alor, Jorge Barrios Rojo y Gaspar Gómez Aguilar por su participación en la conformación.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Sánchez L.G. 1971. Medición de Corrientes superficiales en la Bahía de Todos Santos, B. Cfa., Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. pp 15-22, 26-28
- Pickard, G. L. 1968. Descriptive physical Oceanography University of British Columbia. Pergamon Press pp 76-84
- Thom. B.G. 1966. Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology Tabasco, Mexico. Coastal studies Institute, Louisiana State University, Baton Ronge, Louisiana 70803. pp 302-308