

NOTAS CORTAS

DISTRIBUCION DE SALINIDADES DEL SISTEMA LAGUNAR COSTERO DEL CARMEN-PAJONAL-MACHONA DE TABASCO, MEXICO

por:

HUMBERTO GOMEZ ANGULO

Departamento Autónomo de Pesca
Delegación Federal de Pesca en Baja California
Oficina Acuacultural en Ensenada, B.C.
Riveroll 125-2 y Blvd. Costero
Ensenada, B.C. México

RESUMEN:

Se describe el comportamiento de la distribución de salinidad a lo largo de un año y la influencia que tienen los aportes fluviales sobre la misma. También se menciona el efecto que tienen los vientos sobre dicha distribución. Este parámetro influye notablemente en el resto de las condiciones físico-químicas del sistema y de los organismos pobladores del mismo. La salinidad se abatió totalmente durante noviembre, incrementándose fuertemente durante junio. Ocasionalmente se observó una cierta estratificación vertical. La circulación salina indica una tendencia de las masas de agua a girar en sentido contrario de las manecillas del reloj.

ABSTRACT.

The behaviour of the saline distribution is described through the period of one year and the pluvial influence that has on it as well. Also, the effect that the winds have on such distribution. This parameter has noticeable influence on the rest of the physical and chemical conditions of the system and of the organisms populating the area. Salinity totally decreased during November, although strongly increased during June. Occasionally, a certain vertical stratification was observed. The saline circulation indicates a tendency of the water masses to show a counter clockwise gyre.

SALINIDADES SISTEMA LAGUNAR COSTERO

INTRODUCCION.

El sistema Lagunar del Carmen-Pajonal-Machona se localiza en las costas del Golfo de México en el Estado de Tabasco, México, entre los meridianos $93^{\circ}20'24''$ a $93^{\circ}50'16''$; y los paralelos $18^{\circ}10'25''$ a $18^{\circ}20'20''$ (Fig. 1). Forma parte del complejo deltaico de los Ríos Grijalva y Usumacinta. Tiene una superficie aproximada de 17,000 hectáreas, con fondo aplanado y profundidades que oscilan entre los 2 y 3 m y un canal artificial que surca la margen sur del sistema. Al igual que las otras regiones costeras de Tabasco, el fondo está formado por fangos y arenas provenientes de depósitos de aluvión de los ríos y del acarreo litoral. El sistema se comunica al mar por medio de la boca de Barra de Santana y un estrecho y corto canal de acceso bastante sinuoso, con tendencia a asolverse constantemente. Dos ríos descargan sus aguas en estas lagunas, el Río San Felipe en Laguna del Carmen y el Río Santana en Laguna Machona, éste último es el que ejerce una mayor influencia.

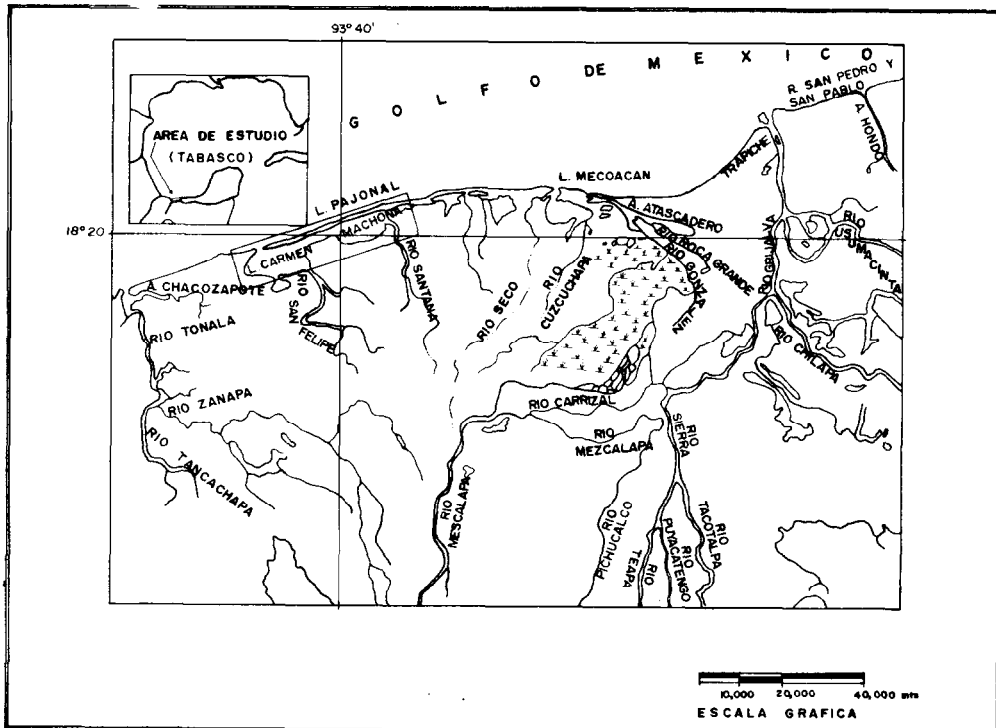


Figura 1. Localización del Area de Estudio.

Climatológicamente las temperaturas altas (27-29°C) coinciden con poca lluvia (mayo, julio y agosto) que corresponden al tipo convencional con origen en la parte continental. Las temperaturas frías se registran de octubre a marzo (15-20°C), con ocurrencia esporádica y duración de 1 a 2 días y ocasionalmente 5 días.

Los descensos de temperatura coinciden con la llegada de los vientos "nortes" de tipo frontal. Los vientos dominantes son los del NE con velocidades máximas de 6.5 m/seg (Thom, 1966).

El régimen de mareas frente a las lagunas es de tipo diurno sus rangos máximos no pasan de 1 m. Dentro de las lagunas, durante la época de nortes se alcanzan los mayores niveles de agua por aporte de los ríos, por acumulación de grandes cantidades de agua dulce, (Thom, 1966; Gómez Angulo, 1977). Esto último provoca notables descensos de la salinidad por varios días consecutivos. La escasa profundidad de estas lagunas limita la estratificación vertical de tal forma que no se presentan acuñamientos salinos propiamente dichos (Thom, 1966). La tendencia a un decrecimiento de la salinidad conforme nos alejamos de la boca hacia el interior marca una muy clara influencia de los aportes fluviales.

Para los próósitos del presente trabajo se consideró la salinidad por ser uno de los parámetros que más influyen en los organismos pobladores de estas lagunas. Además, es un buen indicador de la circulación de las masas de agua en esta clase de lagunas costeras, en tanto no disminuya totalmente la salinidad de las mismas.

MATERIALES Y METODOS.

Para la determinación de salinidad se utilizó un salinómetro "in situ" Kalhsico, con rango de medición de 0-40.0‰, con precisión de $\pm 0.3\%$. Se ubicó una red de 45 estaciones; 22 en laguna del Carmen, 4 en canal el Pajonal y 19 en laguna Machona (Fig. 2). La localización de las estaciones se hizo por medio de un sextante y una brújula Brunton.

Se efectuaron un total de 27 muestreos, uno cada 15 días, del 21 de junio de 1973 al 20 de junio de 1974. Los muestreos en cada laguna se realizaban aproximadamente en 4 horas. En el presente trabajo se incluyen los datos de 4 muestreos considerados como los más representativos de la variación anual.

Aún cuando existió una diferencia en los tiempos de muestreo de laguna Del Carmne a laguna Machona de alrededor de 20 horas, las figuras correspondientes se construyeron como si el muestreo hubiera sido simultáneo. Esto debe tomarse en cuenta para la interpretación de dichas figuras. También debe de considerarse que dentro del sistema las velocidades de las corrientes no son fuertes y que en un ciclo de 24 horas la distribución de salinidad no cambia mucho.

SALINIDADES SISTEMA LAGUNAR COSTERO

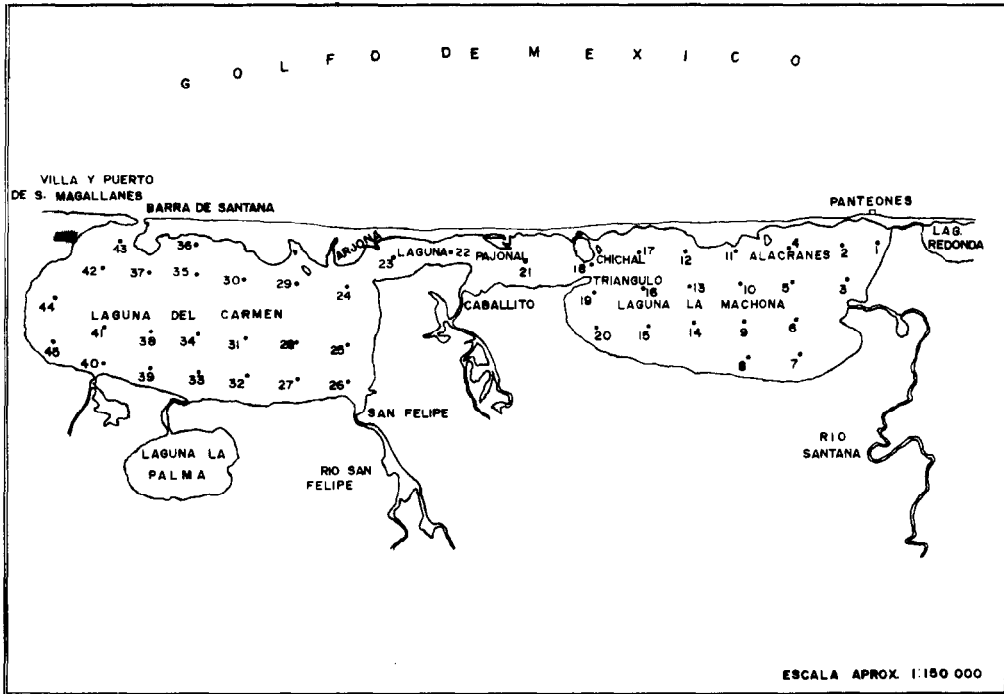


Figura 2. Localización Estaciones de Muestreo.

RESULTADOS.

Las salinidades de superficie para julio de 1973 (Fig. 3-a) registraron los valores mínimos de 16.0‰ en las inmediaciones del Río Santana y los máximos de 31.0‰ frente a la boca de acceso al mar. Durante el muestreo los vientos fueron del NW y SE con velocidades de 4.0 m/seg sobre Machona y Del Carmen. No se presentaron gradientes verticales de salinidad. Los gradientes horizontales más fuertes de la salinidad se localizaron en el Norte Del Carmen y canal El Pajonal.

El muestreo de octubre se desarrolló con marea en reflujo. Se tuvieron vientos ligeros del Norte de 7.0 m/seg sobre Machona y del NE para Del Carmen, combinados con calmas. La salinidad superficial descendió hasta registrar valores de 0.0‰ a 2.0‰ (Fig. 3-b). En el fondo Del Carmen se tuvieron valores de 0.0‰ a 4.0‰ distribuidos en todo el cuerpo de esta laguna, con penetración de las isohalinas de 1.0‰ y 2.0‰ hasta el sur de Machona (Fig. 3-c).

El muestreo de noviembre de 1973 se efectuó con régimen de vientos ligeros del NE, marea en reflujo en Machona y principio

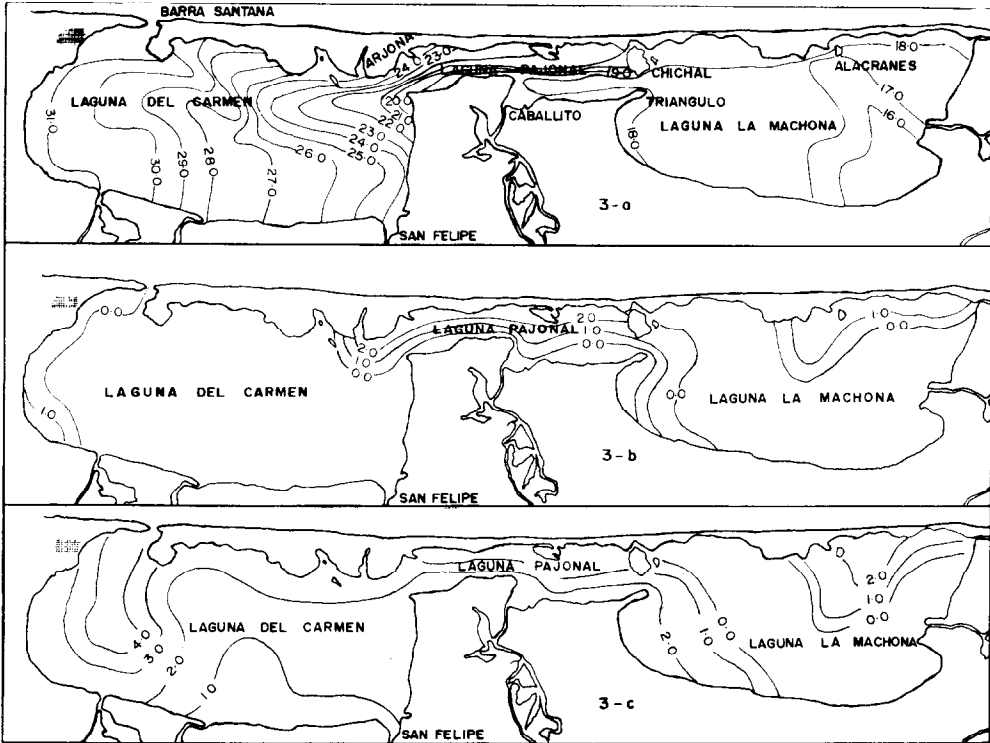


Figura 3. a). Isohalina de superficie Lagunas del Carmen-Pajonal-Machona, del 5 y 6 de julio de 1973; b). De superficie para 24 y 25 de octubre de 1973 y c). De fondo para 24 y 25 de octubre.

de flujo en barra de Santana. Para estas fechas ocurrieron fuertes precipitaciones y escurrimientos, elevándose considerablemente los niveles de agua, de tal forma que durante varios días los aportes fueron mayores que las descargas del mar. Las salinidades de la superficie y fondo descendieron totalmente en todo el sistema. Sin embargo, en la boca se detectaron valores de 1.0% a 29.0% al momento de penetrar la marea con su frente salino a unos 200 metros de la boca, dentro del sistema.

El muestreo de junio de 1974 se realizó en flujo, con vientos del SE y NE en Machona y NE para Del Carmen. Los valores de salinidad superficial fluctuaron entre un mínimo de 17.0% y máximo de 20.0% para Machona; y mínimo de 25.0% con máximo de 34.0% para Del Carmen. En este caso se presentó un claro gradiente vertical (Fig. 4-a). En Del Carmen la circulación de fondo (Fig. 4-b) no se vió afectada por el viento, de tal manera que las leguetas de penetración salina están bien marcadas y muy avanzadas. En la superficie, el viento separó las terminales de las isohalinas.

SALINIDADES SISTEMA LAGUNAR COSTERO

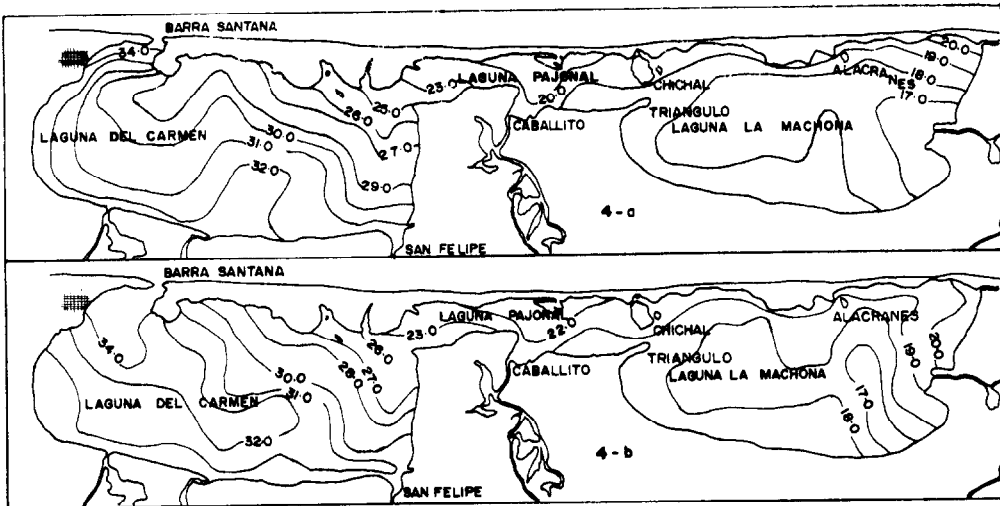


Figura 4. a). Isohalinas de superficie Lagunas Del Carmen-Pajonal-Machona para 19 y 20 de junio de 1974 y b). De fondo para 19 y 20 de junio.

DISCUSION.

El esquema correspondiente a julio de 1973 se presenta con frecuencia en el sistema, sobre todo en tiempo de sequías. Para esa misma fecha puede verse que la corriente de marea durante el reflujó produce una mayor circulación en la ribera norte del mismo, circulación que se presentó casi uniforme de la superficie al fondo.

Octubre se caracterizó por ser una etapa de transición salina en relación a los meses anteriores. En la superficie quedó muy marcada la influencia de los Ríos Santana y San Felipe. En Del Carmen se observó cierta estratificación de la columna de agua ya que en el fondo de la parte central no decayó totalmente la salinidad; en las figuras 3-b y 3-c puede verse este aspecto. Además, la circulación salina del fondo se vió muy bien marcada por las lenguetas de penetración salina y los meandros isohalinos.

Las condiciones extremas de naturaleza invernal se alcanzaron en noviembre con descenso total de la salinidad en toda la columna del sistema, situación que permanece durante varios días en tanto los vientos del norte y las cuantiosas avenidas no cesen su efecto combinado. Por lo regular tal fenómeno provoca cierta mezcla y amortigua la circulación en las inmediaciones de la barra. El muestreo correspondiente se efectuó poco después de ocurrido este caso.

Realmente los meses subsecuentes fueron de cambios muy graduales que se continuaron hasta el mes de junio de 1974 (Fig. 4-a y 4-b) donde el sistema adquirió características de naturaleza más salina que es la predominante en la mayor época del año, lo que se puede considerar como el otro extremo con respecto al mes de noviembre.

Los datos muestran un claro ciclo anual de la distribución de la salinidad en este sistema lagunar cuyos valores extremos ocurren en primavera y verano con altas salinidades; y en otoño e invierno con valores bastante bajos. Dichos valores dependen principalmente de los aportes de agua dulce. La distribución y circulación salina queda condicionada a la marea, empuje de los ríos y los vientos. Los vientos fuertes a su vez, provocan turbulencias y aceleran el proceso de mezcla de la columna de agua perdiéndose la estratificación. Cuando ésto último ocurre es muy notoria la formación de listados espumosos sobre la superficie del agua, orientados paralelamente al rumbo de donde sopla el viento. Conjuntamente con estos listados se observa que grandes grupos de plancton macroscópico se ordenan masivamente de la misma forma. La mecánica de este fenómeno ha sido discutido por autores como Parsons y Takahashi (1973).

De las distintas figuras obtenidas puede verse que laguna Del Carmen tiene características más dinámicas que la Machona, con gradientes más marcados, no obstante, Del Carmen, Pajonal y Machona funcionan conjuntamente como un sólo sistema estuarino propiamente dicho. Por lo que la salinidad va aumentando de la boca a la cabecera, localizada esta última en las inmediaciones

de la desembocadura del Río Santana. Estas condiciones se interrumpen durante la época de lluvias, haciéndose notar en el sureste de laguna Del Carmen, en donde el Río San Felipe con sus aportes marca características de cabecera por un lapso determinado.

La orientación y los arreglos que continuamente adquieren las isohalinas de estas lagunas indican una circulación contraria a las manecillas del reloj, y lo que se le conoce como laguna Pajonal funciona propiamente como un canal de intercomunicación entre del Carmen y Machona.

Lo que se considera como estratificación vertical de la salinidad, es ocasionada por un cierto distorsionamiento de las isohalinas superficiales con respecto a las del fondo, por lo regular inducida por las corrientes de mareas y los vientos. Cuando se le suma a estos factores el aporte de agua dulce, algunas parcelas ligeramente saladas se localizan aisladas en las proximidades de la cabecera del Carmen.

Los cambios que se suceden en las salinidades del sistema, ecológicamente no dejan de tener sus implicaciones en las poblaciones de ostión americano *Crassostrea virginica* y otros organismos que han alcanzado un cierto grado de equilibrio dentro de este medio. Pues hay grupos que sobreviven con salinidades relativamente bajas en laguna Machona, y otros que se desarrollan con salinidades consideradas normales, dentro laguna Del Carmen. El hecho es que durante las grandes y bruscas avenidas de los ríos, se presentan grandes mortalidades de ostión al rebasarse el tiempo de permanencia dentro de una salinidad muy baja, (asociadas con cambios de temperatura). Por otra parte durante las sequías la penetración de

SALINIDADES SISTEMA LAGUNAR COSTERO

agua bastante salina es muy notoria, lo que ocasiona que proliferen plagas que dañan ostensiblemente al ostión, de por sí ya afectado por la alta salinidad. Esta situación ocurre en las proximidades de la boca de acceso al mar de laguna Del Carmen.

Por consiguiente, los aportes de agua dulce en estos sistemas forman barreras naturales en contra de organismos de mar abierto y que constituyen plagas del ostión. Galtsoff (1964) discute ampliamente este aspecto, incluso clasifica los límites de salinidad por zona para *C. virginica*. Menciona una zona polihalina de 30.0‰ a 18.0‰ otra mesohalina de 18.0‰ a 5.0‰; y fuera de estos valores los considera marginales además incluye los porcentajes de tiempo de permanencia de los ostiones bajo dichas condiciones.

Además, cabe agregar que tratar de cambiar esta situación mediante cualquier obra de ingeniería con el objeto de acelerar y balancear los procesos de mezcla (sobre todo para Machona) provocaría un desequilibrio para tales poblaciones ostrícolas. Para finalizar hay que considerar también el serio problema hidráulico que plantean los retrasos y amortiguamientos de mareas bastante notables para Machona, lo que da a entender que existe un cierto desnivel del tirante del agua con respecto a mar abierto y que puede traer como consecuencia que siempre se tengan problemas en el funcionamiento de la obra si a ésta no se le agregan estructuras de control.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo forma parte de programas desarrollados bajo los auspicios de la Dirección General de Acuicultura, del Departamento Autónomo de Pesca. Se agradece al Dr. Saúl Alvarez Borrego y a la Ocean. Ma. Guadalupe García de Ballesteros por su revisión, orientación y apoyo. A las siguientes personas: Roberto Ortiz León por la valiosa ayuda de campo, Srita. Marfa Martha Vidal Espinoza, y Srita. Consuelo Mondragón Noriega por su participación en la conformación.

BIBLIOGRAFIA.

- Galtsoff Paul S. 1964. *The American Oyster Crassostrea virginica* (G. Melin). Fishery Bulletin of the Fish Wildlife Service. Documents, U.S. Government Printing Office. Vol. 64 Washington, D.C. 20402.
- Gómez Angulo Humberto. 1977. Determinación de Corrientes en la Laguna Costera Mecoaacán de Tabasco, México. Ciencias Marinas (Mex), Vol. 4(1). pp. 67-69.

GOMEZ ANGULO

Parsons Timothy and Masayuki Takahashi. 1973. Biological Oceanography Processes. Institute of Oceanography, University of British Columbia. Pergamon of Canada Ltd., 207 Queen's Quay West, Toronto. pp. 30-35.

Thom B. G. 1966. Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology Tabasco, México. Coastal Studies Institute, Louisiana State University, Baton Ronge, Louisiana 70803. pp. 302-308.

Recibido: enero 25 de 1979.