

ESTUDIOS HIDROBIOLÓGICOS EN LA LAGUNA DE ALVARADO (Febrero - Agosto, 1966) *

ALEJANDRO VILLALOBOS F. ****

SAMUEL GÓMEZ **

VIRGILIO ARENAS **

JORGE CABRERA **

GUADALUPE DE LA LANZA **

FERNANDO MANRIQUE ***

RESUMEN

Se describen las variaciones mensuales de temperatura, clorinidad, oxígeno disuelto, contenido de clorofila "a", densidad de fitoplancton, volúmenes de plancton y abundancia de postlarvas de peneidos en la Laguna de Alvarado, durante el periodo de febrero a agosto de 1966.

El gradiente térmico obedeció al calentamiento de las aguas someras internas y de escasa circulación; la distribución de las isocloras fue influenciada por las aguas del Río Papaloapan y del Río Blanco durante la época de lluvias y por el flujo de marea durante la estación seca. La boca de la laguna presentó acusados gradientes y estratificaciones térmicas y salinas a lo largo del año, que se proyectaron a través de los canales de navegación hasta la región central de la laguna. Los registros de oxígeno disuelto fueron bajos en las áreas interiores durante la época de lluvias, hecho que se confirmó con los registros de pigmentos fotosintéticos, así como con los de densidad de fitoplancton (Céls/l). Los volúmenes de zooplancton no fueron significativos en las zonas de gradiente, pero acusaron valores altos en áreas de escasa circulación. Las estimaciones más altas fueron en abril y las menores en agosto.

Los estados postlarvarios de *Penaeus* correspondieron a las especies *P. (Melicertus) aztecus aztecus* Ives y *P. (M.) duorarum duorarum* Burkenroad y se observaron en los meses de sequía con valores considerables en marzo y mayo.

ABSTRACT

The monthly variations of temperature, chlorinity, dissolved oxygen, content of chlorophyll "A"; number of phytoplankton cells per unit, volumen of total plankton and abundance of postlarval peneids are described for Laguna de Alvarado during the period February-August, 1966.

The temperature change results from internal heating of the shallow water and poor circulation; the distribution of the isohaline was influenced by the rivers Papaloapan and Blanco during the rainy season and by the tidal exchange during the dry season. Horizontal gradients and vertical stratification in both temperature and chlorinity were observed in the lagoon inlet during the year, which affected

* Trabajo realizado como parte del programa del Instituto de Biología para estudios de lagunas litorales.

** Investigadores del Instituto de Biología, Univ. Nal. Autón. México.

*** Profesor, Escuela de Ciencias Marítimas y Tecnología de Alimentos, I.T.E.S.M., Guaymas, Son. México.

**** Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

the central portion of the lagoon through navigation channels. The dissolved oxygen was low in areas influenced by the rivers during the dry season and were very high in areas little affected by the rivers during the rainy season; this is confirmed by measurements of photosynthetic pigments as well as the volume of phytoplankton (Cells/liter).

The plankton volumes were low in August in the areas of chlorinity gradient and high in April in the areas of poor circulation.

Large quantities of postlarval shrimp, belonging to *Penaeus (Melicertus) aztecus aztecus* Ives and *P. (M.) duorarum duorarum* Burkenroad were observed during the dry season months of April and May.

INTRODUCCIÓN

Las áreas estuáricas aledañas a nuestras costas significan en la vida de las comunidades humanas una fuente muy importante en la obtención de recursos, que por otra parte son poco exigentes en cuanto a implementos de pesca. El conocimiento de las lagunas litorales de régimen marino y fluvial toma incremento día a día y no faltan científicos que las consideren como áreas que en el futuro pudieran quedar sujetas al completo *control* del hombre y a la posibilidad de incrementar su productividad al seleccionar y cultivar especies de mayor rendimiento económico. No dudamos que investigaciones científicas de estas zonas podrían rendir de inmediato frutos en la conservación y explotación racional de muchos de sus recursos naturales.

El estudio que aquí se presenta, frecuente en áreas semejantes en otras partes del mundo, es en nuestro medio un intento más para conocer la correlación que existe entre la biota estuárica y las condiciones ambientales.

La Laguna de Alvarado (Figs. 1 y 2), es una localidad de gran accesibilidad a diferentes estudios; su tamaño y sus peculiares características motivaron el interés e indujeron a elaborar un plan de trabajo que se realizó durante 14 meses. Las actividades desarrolladas en la localidad consistieron en efectuar colectas sistemáticas y estimación de las variables del ambiente acuático, ajusta-

das a una periodicidad mensual que sólo por causa de fuerza mayor se alteró en algunas ocasiones.

El programa de estudio obedeció principalmente al deseo de conocer los fenómenos que acaecen en la biota estuárica; aunque en su origen no ha tenido más objetivo que el conocimiento científico, los resultados son útiles a otras investigaciones de producción lagunar. Sirvan pues, estas observaciones e interpretaciones de la Laguna de Alvarado, como punto de partida para subsecuentes estudios de otras áreas estuáricas, de cuyo conocimiento integral habrá de derivar una administración inteligente de los recursos contenidos en tales masas de agua.

El objeto de este trabajo no difiere básicamente de aquel señalado en un artículo previo (Villalobos *et al.*, 1966), en cuanto al propósito de contribuir al conocimiento de las lagunas litorales y esteros de México, señalando para ello las características abióticas y biológicas estudiadas. En aquella ocasión se anotó el contraste entre los rasgos de la laguna en la estación de sequía y en la de lluvias, a partir de una relación comparativa de dos meses, marzo y agosto respectivamente. En el presente artículo se hace un informe analítico más amplio de las características de la Laguna de Alvarado.

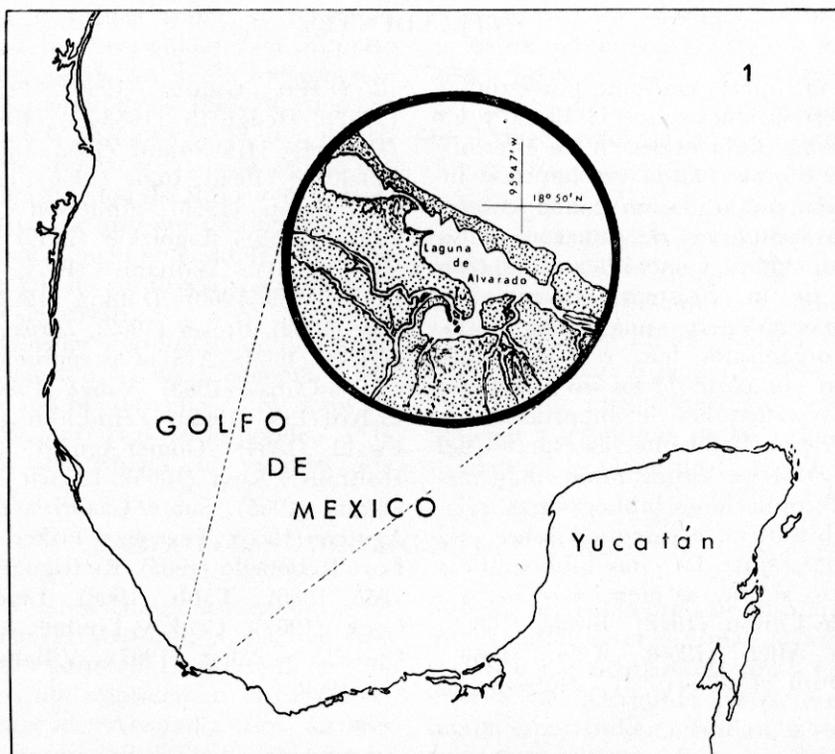


Fig. 1. Localización de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México.

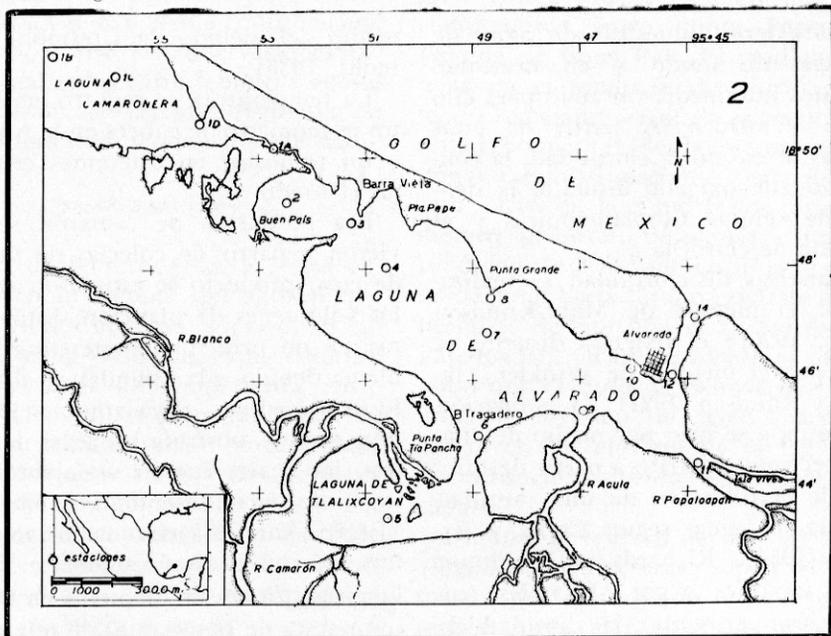


Fig. 2. Laguna de Alvarado: Toponimia y posición de estaciones de muestreo.

ANTECEDENTES

Hay un interés creciente por estudiar las interrelaciones entre la biota y las condiciones ambientales en los esteros y lagunas litorales. Cada vez hay más información publicada, en donde se estudian las postlarvas de camarón en su fase planctónica como integrantes temporales de un ecosistema tan complejo como lo es un estero o una laguna litoral. Pocos organismos han recibido tanta atención por parte de los investigadores como los camarones de importancia comercial, principalmente las especies del género *Penaeus*. Varios autores han realizado recopilaciones bibliográficas, relaciones históricas, o discutido sobre este particular; entre las citas bibliográficas a nuestro alcance se mencionan los trabajos de Ellison (1948), Broad (1950), Chin y Allen (1959), Allen (1966), Weymouth *et al.* (1933), Anderson *et*

al. (1949), Gunter (1950), Pritchard (1952), Hedgpeth (1953-54), Reegaard (1953-54), Hildebrand (1954), Johnson y Fielding (1956), Ingle (1956), Lindner y Anderson (1956), Anderson (1958), Hohn (1959), Ragotzkie (1959), Rochford (1951), Williams (1953, 1955a, 1955b, 1959, 1960), Dobkin (1961), George (1962), Brever (1962), Zarur (1962), Hellier (1962), Ayala-Castañares (1963), García-Cubas (1963), Yáñez (1963), Silva-Bárcenas (1963), Zein-Eldin (1963), Ewald (1964), Gómez-Aguirre (1965), Holthuis y Rosa (1965), Loesch (1965), Okuda (1965), Suárez-Caabro y Gómez-Aguirre (1965), Temple y Fisher (1965), Loye-Rebolledo (1965), Rodríguez (1964, 1965, 1966), Tabb (1966), Lindner y Cook (1967), Cook y Lindner (1967), Costello y Allen (1967), Villalobos *et al.* (1969).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de agua de superficie, de fondo y en ocasiones de estratos intermedios, usando para ello botellas Van-Dorn. A partir de estas muestras se estimó la clorinidad, la concentración de oxígeno disuelto, la densidad de células fitoplanctónicas y el contenido de clorofila *a*.

Los análisis de clorinidad se realizaron por el método de Mohr-Knudsen (Oxner, 1920); el oxígeno disuelto se estimó por el método de Winkler (Jacobsen y Knudsen, 1921); la estimación de clorofila *a* se hizo por medio de análisis espectrofotométrico a partir del producto de la filtración de una cantidad adecuada de agua, según Creitz y Richards (1954), Richards y Thompson (1952), modificado por Alexander (comunicación personal); la cantidad de células fitoplanctónicas se obtuvo por

medio del método de Utermöhl (Utermöhl, 1936).

La temperatura se registró empleando un termómetro de cubeta en la superficie y un termistor en diferentes estratos y en el fondo.

Las postlarvas de camarón se obtuvieron a partir de colectas de plancton de cuyo producto se estimaron también los volúmenes de plancton. Estas capturas, en un principio, representaron problema debido a la abundancia de ctenóforos y medusas, cuyo volumen, a veces muy grande, obstruía las redes de plancton, las cuales fueron semejantes a las sugeridas por Ostenfeld y Jespersen (1924). Ante esta circunstancia, se ideó una red con el diseño siguiente: 3 m de longitud, 25 cm de diámetro en la boca, compuesta de tres tramos de tela de molino de un metro de longitud cada uno

de ellos; el primer tramo de forma cilíndrica y los dos siguientes en conjunto de forma cónica. La malla fue progresivamente menor de la boca al copo, de 0.417 mm, 0.203 mm y 0.112 mm, respectivamente. En la boca de la red se dispuso un contador de flujo y la colecta de plancton se hizo por una banda de la embarcación, manteniendo la red entre 10 y 20 cm de profundidad, durante 5 minutos de arrastre.

Los datos de abundancia de postlarvas se han referido "como el número calculado en 100 m³ de agua". Los datos de tallas de postlarvas corresponden a la longitud del caparazón, medido éste

desde el extremo distal del rostro hasta el borde póstero-dorsal. Dicha medida ofrece mayor precisión para fines comparativos que la medida de longitud total que resultó ser menos exacta.

Los volúmenes de plancton fueron calculados de acuerdo con las lecturas del contador de flujo y se estimaron por el método de sedimentación en probeta. Los valores se presentan en cc/m³.

Las estaciones de observación y muestreos periódicos fueron decididos como resultado de una prospección previa; la posición y toponimia de las primeras se señalan en el mapa de la figura 2.

CARACTERES ABIÓTICOS DEL AMBIENTE

De las estimaciones correspondientes a los factores abióticos, se ha obtenido una visión panorámica del complejo hidrológico que representan las aguas de la Laguna de Alvarado. Los factores de temperatura, clorinidad y oxígeno están en íntima relación con los cambios estacionales y se exponen a continuación, enfatizando sobre las observaciones periódicas realizadas entre febrero y agosto de 1966, por ser las más regulares en cuanto a muestreo y obtención de datos.

TEMPERATURAS

El mes de febrero (Fig. 3), está marcado en una época del año en que las condiciones meteorológicas están sujetas a bruscas variaciones que determinan oscilaciones de temperatura entre 18 y 20°C para las primeras horas de la mañana y una elevación térmica hasta los 26°C entre las 12:00 y las 20:00 horas. Los vientos dominantes del Norte son frecuentes con velocidades hasta de 14 nudos (Jáuregui, inéd.). La temperatura más alta del agua superficial (22.2°C), se registró en la desembocadura del Río Acula, desde donde se es-

tablecía un gradiente que disminuía en forma radial hasta el Canal de Alvarado y el Río Papaloapan, así como hacia el interior de la laguna; las isoterms se fueron espaciando a medida que se adentran en la laguna, hasta indicar una gran estabilidad térmica en una zona comprendida entre Punta Pepe y la Laguna de Buen País. El gradiente térmico en el fondo se distribuyó de un modo semejante al de la superficie. La mitad occidental de la laguna mostró una estabilidad bastante marcada. Por otra parte, en la zona de los canales se destacó un estrato de mezcla a una profundidad de 3 m, que en la estación 11 se extendió hasta los 5 m; de este último hecho se deduce que el aporte del Río Papaloapan, en cierto modo, es más intenso que el flujo de mareas que determina la invasión de aguas marinas a ese nivel. En el resto de la laguna la estratificación térmica fue menos marcada.

Durante el crucero del mes de marzo (Fig. 4), la temperatura superficial mostró un gradiente desde la zona de los canales hasta el interior de la laguna, que inclusive se extendía hasta el área

de Buen País. Entre Punta Grande y Punta Pepe pudimos detectar una amplia zona de temperatura uniforme. El estrato del fondo tuvo una gran estabilidad térmica cuyo valor constante de 21.5°C se mantuvo desde la zona de los canales hasta Punta Grande, aunque frente a Punta Pepe hay una zona de temperatura ligeramente mayor. La estratificación térmica se estableció claramente en la zona de los canales, mientras que en el resto de la laguna fue menor o no existió. La temperatura ambiental y los vientos dominantes durante este mes se mantuvieron semejantes a los de febrero, no obstante que la temperatura máxima entre las 12:00 y las 16:00 horas fue de 30°C . En cuanto a los vientos dominantes en esta época, los del Norte, Este y Noreste se alternaron; los primeros fueron menos frecuentes e intensos.

Las condiciones climáticas en el mes de abril (Fig. 5) encuadran en la estación primaveral. La temperatura superficial de la laguna fue bastante homogénea. Sin embargo se localizó una amplia zona entre la boca del Río Papaloapan hasta Punta Grande, con una temperatura de 30°C y un núcleo de baja temperatura enfrente a Punta Pepe, a partir del cual se establecía una gradación ascendente orientada hacia Buen País y que alcanzaba inclusive la Laguna Camaronera.

A partir de la boca del Tragadero pudo destacarse un ligero incremento térmico hacia el interior de la Laguna de Tlalixcoyan. La distribución de las isothermas en el fondo se caracterizó por la presencia de un incremento marcado, desde la zona de los canales hacia el interior de la laguna, hasta la altura de la Boca del Tragadero; en este caso, las isothermas fueron ligeramente paralelas al eje mayor de la laguna. En la zona de influencia nerítica se apreció una estratificación muy marcada, en la que la temperatura de la superficie, en términos generales, fue elevada y uniforme;

en tanto que la temperatura en el fondo reflejó la disposición que se representa en la figura 5. En la zona de los canales precisamos la existencia de un área de influencia mayor que la encontrada en cruceros anteriores. En las zonas de reposo, frente a Punta Pepe y en la Laguna de Buen País, así como en la Laguna de Tlalixcoyan y en la Laguna Camaronera, la estratificación fue prácticamente nula.

Las observaciones realizadas durante el crucero del mes de mayo (Fig. 6), permiten establecer un gradiente térmico muy acusado en el Canal de Alvarado, orientado hacia el mar. En el resto de la laguna se encontró una amplia zona con una estabilidad térmica muy marcada, que se extendía desde la boca del Papaloapan hasta la Laguna de Buen País. En las lagunas Camaronera y de Tlalixcoyan, la temperatura superficial fue ligeramente mayor. En el fondo, la zona de gradiente fue bastante amplia y marcada, extendiéndose desde Punta Pepe y el interior de la Laguna de Tlalixcoyan, en donde alcanzó sus valores más altos, hasta la zona de canales. A partir de Punta Pepe y hasta el interior de la Laguna de Buen País, la temperatura fue ligeramente menor; lo mismo sucedió en la Laguna Camaronera. La estratificación se presentó bastante acusada en la zona de los canales y se encontró la capa de mezcla a 2 m de profundidad, excepto en la estación 10, en donde esta capa fue más profunda. En el resto de la laguna, la estratificación se presentó muy poco marcada o casi nula.

En el mes de julio (Fig. 7), las temperaturas superficiales fueron uniformes. Se observó un gradiente bastante leve orientado de Punta Grande hacia la estación 11, con isothermas muy espaciadas. De Punta Grande a Buen País, las temperaturas presentaron valores muy semejantes. En el Canal de Alvarado se registró un pequeño gradiente que se iniciaba en el mar. En este crucero no se obtu-

vieron datos de fondo. En términos generales, se observó que la temperatura durante el mes de julio en toda la Laguna de Alvarado, sufrió un descenso bastante marcado en relación con los valores que se mencionaron para los meses anteriores.

En agosto (Fig. 8), la temperatura superficial mostró un gradiente dispuesto en forma radial a partir de la estación 10 y que se orientó hacia la zona de los canales y hacia el interior de la Laguna de Alvarado, prolongándose hasta enfrente de Punta Pepe; a partir de ahí los valores de temperatura fueron mayores hacia la zona de Buen País e inclusive hacia la Laguna Camaronera. La temperatura del fondo mostró un incremento a partir del Canal de Alvarado hacia el interior, hasta la altura de Punta Grande. La parte central de la laguna, entre Punta Grande y Punta Pepe, así como la Laguna de Tlalixcoyan, presentaron una marcada estabilidad térmica con un valor de 31° C. A partir de Barra Vieja, se comprobó la presencia de un pequeño gradiente hacia el interior de la Laguna de Buen País. La estratificación fue patente en la zona de los canales, no así en el resto en donde fue muy leve.

CLORINIDAD

Los valores de clorinidad en el mes de febrero (Fig. 9), permitieron definir un gradiente dispuesto de Punta Pepe y Barra Vieja hacia el canal de Alvarado y a la estación 11. En cuanto a la clorinidad en el fondo, solamente se obtuvieron muestras en la zona de los canales y en las estaciones 9, 10 y 11; tales muestras confirmaron la invasión de aguas marinas con elevada clorinidad a través del fondo, ya que la diferencia de valores entre las muestras de superficie y de fondo excedió a $16^{\circ}/_{00}$. La estratificación de la clorinidad en la zona de los canales fue bastante evidente y semejante a la de la temperatura.

En el mes de marzo (Fig. 10), los valores más altos de clorinidad superficial persistieron entre Punta Grande y Punta Pepe. A partir de esta área se establecieron tres gradientes que se orientaron hacia la zona de los canales, hacia la Boca del Tragadero y hacia la Laguna de Buen País. En el fondo se detectó un gradiente que partía de la boca del Río Acula en dirección al centro de la laguna, prolongándose hasta la altura de Punta Grande y hacia la Boca del Tragadero. En frente de Punta Pepe se formó otro gradiente dispuesto hacia Buen País y hacia Punta Grande. En el Canal de Alvarado se encontró sólo un ligero incremento de la salinidad hacia el mar. En la zona de los canales la estratificación fue bastante acentuada; lo mismo ocurrió en el área situada enfrente de Punta Pepe y no así en el resto de la laguna, en donde la estratificación fue casi nula.

En abril (Fig. 11), los valores de clorinidad permitieron observar un gradiente radial en la superficie, a partir de la boca del Río Acula, orientado hacia la zona de los canales y hacia el interior de la laguna, llegando inclusive hasta la Laguna de Tlalixcoyan. En cambio, la clorinidad superficial se mantuvo muy estable en una amplia zona comprendida desde Punta Pepe hasta la Laguna de Buen País, con proyección hasta la Laguna Camaronera. En el fondo se destacó un gradiente muy acusado que partiendo del Canal de Alvarado se orientó hacia las bocas del Río Acula y de Tragadero. En la zona de gradiente se encontró una marcada estratificación con valores muy bajos en la superficie y bastante elevados en el fondo, excepción hecha de la boca del Río Acula en donde la estratificación fue muy leve.

Para el mes de mayo (Fig. 12), los valores de clorinidad se destacaron por un incremento en el nivel de superficie a través de todo el Canal de Alvarado a partir de la estación 11; dicho incre-

mento se acentuó en forma considerable entre las estaciones 12 y 14, entre cuyos valores se encontró una diferencia de $12^0/_{00}$. Además, se observó otro incremento radial a partir de la boca del Río Acula, alcanzando por un lado Punta Pepe y penetrando en la Laguna de Tlalixcoyan, y por el otro, prolongándose hasta la zona de los canales. En la Laguna Camaronera la clorinidad superficial fue muy homogénea, con valores alrededor de $3.5^0/_{00}$; la clorinidad del agua en el fondo registró un gradiente muy marcado desde la zona de los canales y con dirección hacia el centro de la laguna, proyectándose más allá de Punta Grande y alcanzando también el interior de la Laguna de Tlalixcoyan; en esta área los valores fueron muy uniformes, como sucedió con los de superficie. La estratificación de clorinidad fue bastante marcada en la zona de los canales; pero en el resto de la laguna dicha estratificación fue casi nula.

En julio (Fig. 13), el trazo de las isocloras permitió distinguir un gradiente en la superficie, que a partir del Río Acula se distribuyó en forma radial, hacia la zona de los canales y el interior de la laguna, prolongándose hasta la altura de Punta Pepe, a nivel de la cual el orden de las isocloras se invirtió y comenzó a presentar valores cada vez mayores en Buen País, en donde la clorinidad alcanzó las cifras más altas. Sólo se tomaron valores de fondo en las estaciones 12 y 14, situadas en el Canal de Alvarado, encontrándose que la estratificación era casi nula.

En agosto (Fig. 14), se constató la presencia de un gradiente muy poco marcado que cubría desde Buen País hasta la boca del Río Acula. En la superficie de la zona de los canales la clorinidad registrada presentó valores de cero. En el fondo del Canal de Alvarado se registró la presencia de isocloras muy marcadas, cuyos valores se incrementaban en dirección al mar, presentando

una diferencia de $17.35^0/_{00}$, entre los valores consignados en las estaciones 12 y 14.

Los hechos antes anotados, correspondientes a las variantes térmicas y de clorinidad, reflejaron algunos aspectos de la dinámica de la Laguna de Alvarado. En el mes de febrero el flujo del Río Papaloapan se dirigía libremente hacia el mar, pudiendo influir al mismo tiempo en la distribución de las isocloras y de las isotermas de la zona de los canales. Por otra parte, la influencia del Río Blanco se dejó sentir en la distribución de la temperatura en las zonas de reposo del interior de la laguna. La influencia marina fue muy aparente en los estratos inferiores de la zona de los canales, como lo demuestran los datos de clorinidad.

En marzo, la influencia fluvial del Papaloapan se proyectó sobre la zona de los canales y fue determinante en los gradientes térmico y de clorinidad mencionados para ese mes, según se observa en la orientación de las isolíneas hacia el interior de la laguna. El Río Blanco pareció influir en la presencia de un gradiente hacia el centro de la laguna, tanto en la superficie como en el fondo. La influencia marina se observó en la distribución de las isocloras del fondo. La distribución de estas isocloras a nivel de la estación 7 hacen pensar en un posible ascenso de la masa de agua nerítica, lo cual se refleja en la disposición de las isocloras de la superficie.

En abril, los datos revelan la existencia de una invasión de una masa marina a través de los estratos inferiores, orientada hacia la boca del Río Acula, en donde posiblemente el agua de origen marino ascendió a niveles superiores, dando lugar a un gradiente radial en la superficie.

En mayo, la influencia marina se proyectó desde la zona de los canales hacia el interior de la laguna; por cuanto al nivel de la boca del Río Acula y frente

a Punta Grande, la masa de agua parece haber ascendido, originando en la superficie, un gradiente de clorinidad dispuesto en forma radial; la influencia del Papaloapan parece coadyuvar en esta época a la orientación de los gradientes.

La época de lluvias iniciada en el mes de julio, determinó una influencia muy definida del Río Papaloapan, tal como lo indican las isocloras que se disponen en sentido casi paralelo al eje mayor de la laguna. El aporte del Río Blanco, influye en esta época de lluvias en la distribución de las isocloras en la parte central de la laguna. Es posible que durante este mes, las variables atmosféricas hayan alterado los parámetros de temperatura y de clorinidad, los cuales mostraron un descenso brusco. Por lo que se refiere a la clorinidad, la precipitación pluvial debió haber influido en el registro de valores significativamente bajos.

En agosto, la gran influencia de los aportes fluviales incrementados notablemente por la normalización de las lluvias se tradujo en una disminución de los valores de clorinidad hasta términos muy bajos; inclusive, en algunas estaciones registramos cifras de cero en la clorinidad, rasgo que se generalizó en casi la totalidad de la laguna. La influencia fluvial se hizo notar en forma muy marcada en el Canal de Alvarado, donde el agua se estratificó en orden de densidades, habiéndose registrado la presencia de un gradiente muy acusado en la clorinidad a nivel del fondo, cuyos valores más altos se encontraron solamente en la proximidad del mar.

OXÍGENO

El oxígeno disuelto en las aguas de la Laguna de Alvarado ha sido un factor de enorme importancia para la interpretación de la biomasa planctónica y la abundancia de las postlarvas de cama-

rón. Los resultados son presentados en las figuras 15 a 20.

Los muestreos realizados durante el mes de febrero (Fig. 15), indicaron que en la boca del Papaloapan hubo un valor de 4.20 ml/l en la superficie, que se incrementaba paulatinamente hacia el centro de la laguna, alcanzando valores hasta de 6.45 en la Boca del Tragadero. En la mayor parte del centro se mantuvo un valor de 6.2 ml/l y frente a Punta Grande se observó un pequeño centro de menor concentración de oxígeno con 5.79 ml/l. Hacia Buen País, se constató que se producía un descenso gradual hasta llegar a 5.49 ml/l.

En el Canal de Alvarado la concentración fue de 4.08 en la superficie, mientras que en el fondo varió de 4.68 a 5.59 ml/l, en dirección al mar.

Por los valores obtenidos en los muestreos en el mes de marzo (Fig. 16), se deduce que la distribución de los gradientes es muy semejante a la del mes anterior, pero los valores de oxígeno son menores. La distribución de las isolíneas en la superficie y en el fondo fue más o menos paralela, siendo superiores los valores de la superficie. En el centro de la laguna, frente a Punta Grande, se encontraron los valores más altos, que fueron de 5.73 ml/l; en cambio, los valores más bajos se obtuvieron en los estratos profundos del Canal de Alvarado, disminuyendo hacia el mar, con cifras estimadas de 4.54 y 3.42 ml/l, en el fondo de las estaciones 12 y 14 respectivamente.

En abril (Fig. 17), la concentración de oxígeno en la superficie fue de 3.87 ml/l en la zona de los canales, hasta 4.47 en la Boca del Tragadero. De esta boca hacia el interior de la Laguna de Tlalixcoyan, la concentración de oxígeno bajó a 4.02 ml/l. Los valores del fondo en la zona de los canales aumentaron hacia la Boca de Alvarado, habiéndose observado valores de 3.95 y 4.02 en las estaciones 10 y 11; y de 4.17 y 4.28 ml/l en las estaciones 12 y 14 respectivamente.

En el centro de la laguna los cambios fueron marcados frente a Punta Grande, con un valor de 2.66 ml/l en el fondo; en cambio, en la superficie encontramos valores bajos, entre 4.25 a la altura de Barra Vieja y 4.47 frente a la boca del Río Acula. En la Laguna Camaronera se observó un gradiente desde la estación 1 B con un valor de 4.77 ml/l hasta la estación 1 D con 3.85 ml/l.

En mayo (Fig. 18) se consignó un valor de oxígeno de 4.08 ml/l en el Canal de Alvarado y un incremento hacia Punta Grande y la boca del Río Acula en donde el O_2 disuelto alcanzó un valor de 4.14 ml/l. A partir de este límite y hacia el interior de la laguna, las concentraciones de oxígeno fueron mayores hasta alcanzar 4.99 en la Boca del Tragadero; desde aquí, la concentración disminuyó hacia el interior de la Laguna de Tlalixcoyan hasta un valor de 4.14 ml/l. También, desde la Boca del Tragadero en dirección al interior de la Laguna de Alvarado, se observó una disminución que llegó hasta 3.62 ml/l en Buen País. En el arroyo de la Laguna Camaronera se vio un incremento a 4.29 que disminuyó a 2.58 ml/l en la estación 1 D para volver a incrementarse hasta cifras de 4.15 ml/l en la estación 1 B.

Los valores obtenidos en el mes de julio (Fig. 19) indicaron una zona de alta concentración de oxígeno frente a

Punta Grande, que disminuía hacia la Boca del Tragadero. Los valores más bajos (3.06 ml/l) se obtuvieron en la boca del Río Acula. En la zona de los canales, los gradientes de superficie y fondo fueron inferiores a los de las épocas anteriores. Los valores del fondo fueron ligeramente inferiores a los de superficie: 3.72 y 3.67 ml/l en la superficie de las estaciones 12 y 14 respectivamente, y 3.54 ml/l en el fondo de ambas.

En el mes de agosto (Fig. 20), los valores más bajos se obtuvieron tanto en la boca del Río Acula con 2.86 ml/l, como en el fondo de la estación 14 con 2.79 ml/l. La concentración de oxígeno mostró una tendencia ascendente a partir de la costa sur, incluyendo las estaciones 11, 9 y 6 hacia el interior de la laguna, con estimaciones de 7.69 ml/l en Buen País. En esta ocasión se observó un fuerte incremento de oxígeno en la Laguna Camaronera, con valores hasta de 7.25 ml/l en la estación 1 B.

En resumen, durante la época de sequía se precisó una baja concentración de oxígeno disuelto principalmente en la zona de los canales y en la zona de influencia directa de los ríos. En la época de lluvias la concentración de oxígeno se incrementó principalmente en el interior de la laguna, con valores máximos en las zonas más protegidas.

CARACTERES BIÓTICOS DEL AMBIENTE

CANTIDAD DE CÉLULAS FITOPLANCTÓNICAS POR LITRO

El recuento de organismos fitoplanctónicos produjo parte de la información en la que se sustenta nuestra estimación de la potencialidad productiva de la Laguna de Alvarado. El número de géneros consignados en las comunidades fitoplanctónicas de la Laguna de Alva-

rado, fue bajo; el mayor número fue de 17 y se registró en la colecta del mes de febrero en la estación 14, situada en el Canal de Alvarado. La región más pobre en cuanto a variedad se localizó frente a Punta Grande, carácter que se conservó durante todos los meses que comprendió este estudio. La distribución de los géneros, así como la cantidad de células, permitió observar la zonación

y la estratificación durante cada una de las épocas de colecta.

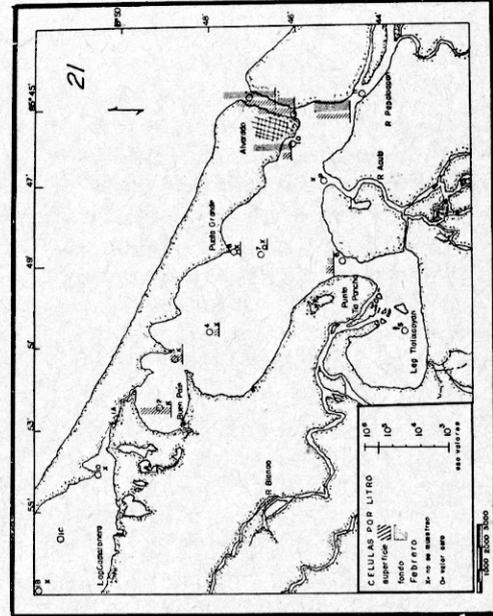
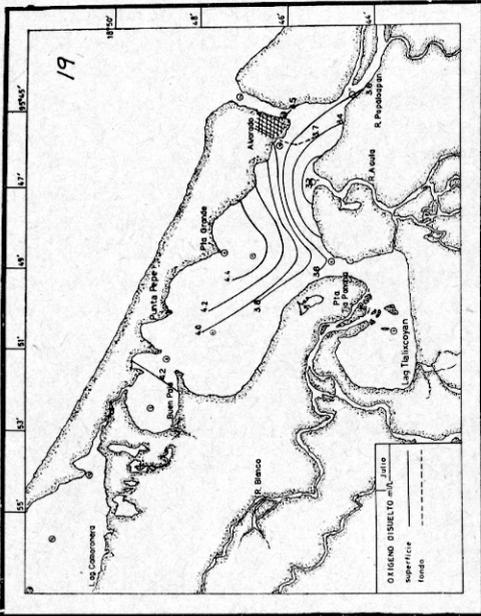
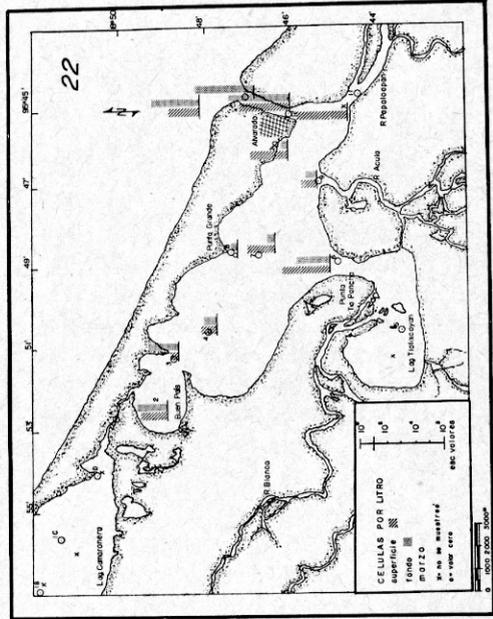
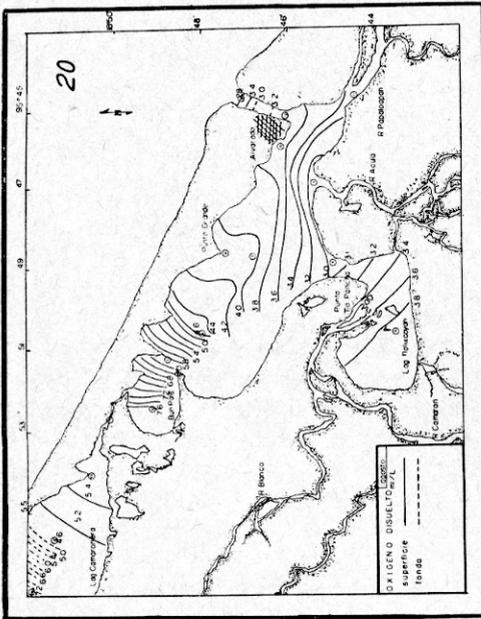
En el mes de febrero (Fig. 21), en el Canal de Alvarado se obtuvieron valores de 19 000 a 75 000 céls/l, en tanto que en el interior de la laguna los valores fueron inferiores a 10 000 céls/l. En la región del Canal de Alvarado se encontró un comportamiento de la biomasa que refleja el transporte de células neríticas a través de los estratos profundos hacia el interior de la laguna y a medida que se interna, dichas células disminuyen en cantidad y aparecen en estratos superiores. En sentido inverso, se observó un transporte de poblaciones estuarinas que viajaban por la superficie hacia fuera de la laguna. Este hecho quedó constatado por las observaciones siguientes:

- a) En la estación 14, a 8 m de profundidad, se estimaron 74 800 céls/l pertenecientes a 17 géneros con predominio de *Asterionella*; a 5 m de profundidad, 49 600 céls/l, de 15 géneros con predominancia de *Melosira*; *Thalassiothrix* y *Asterionella*; y en la superficie, 33 600 céls/l, de 8 géneros con predominancia de *Melosira*.
- b) En un punto situado entre la estación 12 y 14, a 8 m de profundidad, se contaron 32 000 céls/l, y se identificaron 14 géneros con predominio de *Asterionella*; a 5 m de profundidad, 16 800 céls/l, de 9 géneros con predominio de *Asterionella*; y en la superficie, 14 800 céls/l, de 6 géneros sin predominancia de alguno de ellos.
- c) En la estación 12, a 10 m de profundidad, se contaron 19 600 céls/l de 5 géneros, con predominancia de *Nitzschia*; a 5 m, 24 000 céls/l, de 10 géneros con predominancia de *Nitzschia*, y en la superficie, 22 000 céls/l, de 12 géneros y predominancia de *Asterionella*.
- d) En la estación 11, a 10 m, los resultados fueron de 18 800 céls/l, perte-

necientes a 11 géneros sin predominancia de alguno, aunque se observó mayor proporción de *Melosira* que de *Asterionella*, y *Nitzschia* estuvo en la misma proporción que *Melosira*; a 5 m hubo 21 600 céls/l, y se reconocieron 4 géneros con predominio de *Melosira*; en la superficie, 15 600 céls/l y predominio de *Melosira*.

- e) En la estación 10 se obtuvieron: a 5 m, 18 000 céls/l, de 12 géneros con predominio de *Nitzschia* y *Asterionella*; en la superficie se obtuvieron 2 800 céls/l, de 2 géneros.

En el mes de marzo (Fig. 22), se observó un incremento general de los valores de células en la mayor parte de la laguna; se obtuvieron estimaciones hasta de 216 000 céls/l en la muestra de agua del fondo de la estación 14 situada en el Canal de Alvarado; en el interior de la laguna el valor más alto fue de 36 000 céls/l en la Boca del Tragadero. Durante el mes de mayo (Fig. 23) se hicieron colectas en la Laguna Camaronera, donde resultaron valores hasta de 94 000 céls/l, en la estación 1 B. En el Canal de Alvarado, la cantidad de células en la superficie fue muy escasa, y hacia la boca los valores se incrementaron en el fondo. En la zona de los canales se obtuvieron los valores más altos, 22 000 céls/l en la estación 10. En sus partes media e interna, la laguna ofreció valores inferiores a 10 000 céls/l. En el mes de julio (Fig. 24) hubo valores muy bajos en el Canal de Alvarado, desde cero en el fondo hasta menos de 10 000 céls/l en la superficie, disminuyendo aún más hacia la boca. En la estación 11 se presentó un valor de cero en la superficie, mientras que hacia el interior de la laguna los valores se incrementaron alcanzando cifras de 15 000 a 20 000 céls/l frente a Punta Grande y Punta Pepe. Parece ser la zona más interna la que presenta mayor abundancia, pues en Buen País alcanzó valores de 71 000



Figs. 19, 20, 21 y 22. Distribución del oxígeno disuelto en julio y agosto y de la densidad de fitoplancton (Céls./l) en febrero y marzo, respectivamente.

céls/l. En el mes de agosto (Fig. 25) se precisó que en la zona de los canales, así como en el Canal de Alvarado, predominan valores próximos a 100 000 céls/l, los cuales se incrementaron hacia la boca. En el resto de la laguna se observaron algunos contrastes que indican la disminución de la biomasa en los sitios de desagüe de los ríos, tales como Boca del Tragadero, con un valor de 2 000 céls/l. En cambio, en las áreas protegidas de Buen País, se obtuvieron valores de 3 916 000 céls/l en la superficie y 13 632 000 céls/l, en el fondo. En la Laguna Camaronera los valores más altos se observaron en el nivel superior.

En resumen, el comportamiento de la abundancia fitoplanctónica en la Laguna de Alvarado indica que está sujeta a la influencia fluvial y marina. El mes con valores más bajos fue mayo y el mes más alto fue agosto, sobre todo en sus áreas internas. Se observó que los aumentos de la biomasa generalmente resultan del aumento de la población de uno o varios géneros, lo que permitió identificar las comunidades en las diversas regiones de la Laguna de Alvarado y en las distintas épocas.

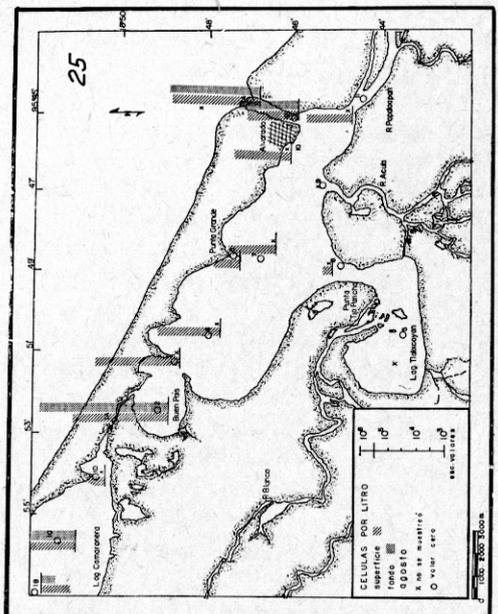
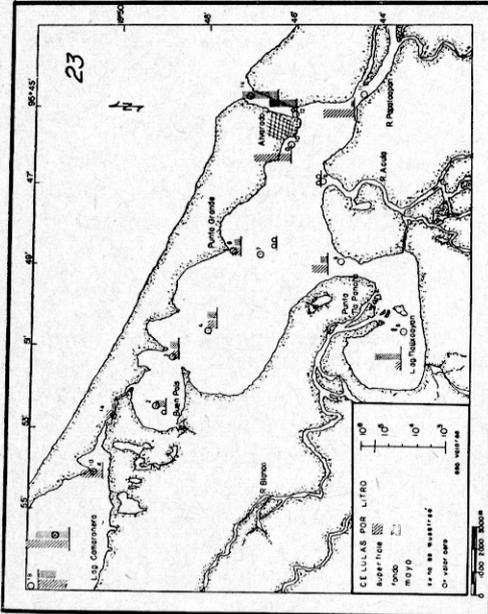
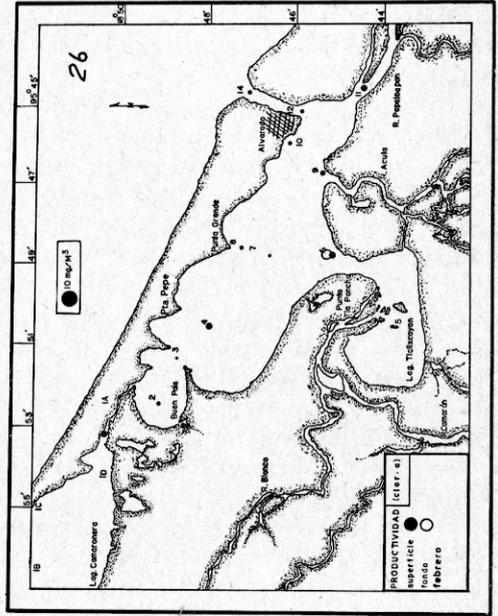
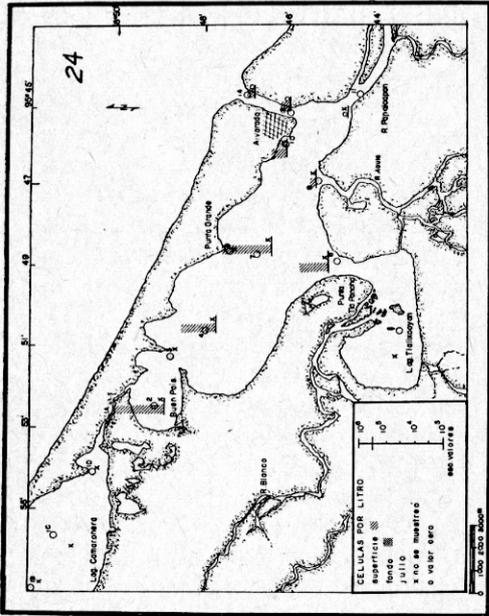
En el aspecto cualitativo, se pudo apreciar que en el mes de febrero, en la zona de los canales, predominaron los géneros *Asterionella*, *Nitzschia* y *Melosira*. En el interior de la laguna no hubo predominancia de ningún género, y la comunidad principalmente estuvo compuesta por clorofitas y dinoflageladas, detectándose otros organismos animales como los tintínidos. En marzo, los géneros *Chaetoceros* y *Asterionella* predominaron y además, en la zona de los canales, estuvieron presentes en la muestra tintínidos, larvas nauplios y copépodos. En el interior de la laguna la comunidad estuvo representada por el género *Nitzschia*, y además tintínidos. En el mes de mayo se registraron los géneros *Melosira* y *Thalassiosira*, con presencia de tintínidos en la zona de los canales y en el Canal de Alvarado.

En el interior de la Laguna de Alvarado la escasez de células impidió distinguir géneros dominantes, siendo los más frecuentes *Nitzschia*, *Coscinodiscus* y *Pleurosigma*; también aparecieron peridíneas y tintínidos. En julio, en la zona de los canales y Canal de Alvarado, la comunidad estuvo escasamente representada en los estratos superiores y de superficie por *Nitzschia*, *Coscinodiscus* y *Melosira*; también estuvieron presentes *Pleurosigma* y *Navicula*. En el interior de la laguna la comunidad estuvo compuesta por los géneros *Melosira* y *Nitzschia* en forma abundante, acompañados de tintínidos, larvas nauplios y rotíferos. En el mes de agosto, en el Canal de Alvarado y en la zona de los canales, hubo un predominio de las cianofitas, principalmente en la superficie. En la estación 14, en el estrato próximo al fondo, apareció como predominante el género *Skeletonema* y en la superficie hubo predominio de *Anabaenopsis*; también se encontraron algunos rotíferos. En el interior de la laguna la comunidad estuvo formada por cianofitas y clorofitas que en la parte media estuvo acompañada de tintínidos y rotíferos. En la Laguna Camaronera se observaron comunidades de cianofitas y fitoflageladas acompañadas de rotíferos; el género *Coscinodiscus* fue el único representante de las diatomeas.

CONTENIDO DE CLOROFILA A

La determinación de los pigmentos fotosintéticos viene a ser un complemento indispensable en los estudios de la Laguna de Alvarado. Los resultados del contenido de clorofila *a* obtenidos durante el periodo comprendido entre los meses de febrero y agosto, se encuentran anotados en las figuras 26 a 31.

El mes de febrero (Fig. 26) registró el más bajo contenido de pigmentos durante nuestro periodo de observaciones, valores significativos se produjeron en la desembocadura de los ríos Acula y



Figs. 23, 24, 25 y 26. Distribución de la densidad de fitoplancton (Céls./l) en mayo, julio y agosto y distribución del contenido de clorofila *a* en febrero, respectivamente.

Papaloapan, en la Boca del Tragadero y en el canal de la Laguna Camaronera. La parte central de la Laguna de Alvarado (estación 7) ofreció los valores mínimos de contenido de pigmentos (1.62 mg/m^3), tal vez porque ésta se comportó como una zona de reposo hidrológico; en el área de los canales se registró el valor de 0.00 mg/m^3 de clorofila en el fondo de las estaciones comprendidas en ella.

Durante el mes de marzo (Fig. 27), la cantidad de pigmentos registrados en toda la laguna fue mayor que la encontrada en el mes de febrero. En la zona de los canales se observó que el contenido clorofílico en el nivel superficial superó al del fondo, excepto en la estación 14, donde se registró un valor más alto en el nivel del fondo que en el de superficie. En la superficie de la Boca del Tragadero se consignó un alto contenido de pigmentos en relación con los valores registrados en el mismo sitio durante el mes de febrero. En la zona de reposo de Buen País se registró un notable incremento de pigmentos, pues si durante el mes de febrero se observó en la estación 2 un valor de 1.98 mg/m^3 , durante el mes de marzo el valor fue de 9.52 mg/m^3 en la misma estación. En la parte central de la laguna (estación 7), se registró un mínimo de pigmentos, al igual que el mes anterior, aunque el valor registrado en marzo fue de 3.55 mg/m^3 , valor superior al obtenido en febrero (1.62 mg/m^3).

Durante el mes de abril (Fig. 28), la cantidad de pigmentos registrado en toda la laguna, mostró una disminución general en relación con los valores registrados en marzo. En la zona de los canales se determinó un bajo contenido de pigmentos en el nivel superficial, aunque superior a los valores obtenidos en el fondo, donde se estimaron los mínimos para este mes (estaciones 12 y 14 con resultados de 0.720 y 0.646 mg/m^3 , respectivamente). En la estación 7, en la

Boca del Tragadero y en la Laguna de Tlalixcoyan, se encontró un incremento de los valores, mucho más notable en esta última localidad; los valores fueron respectivamente de 4.38 , 4.20 y 9.97 mg/m^3 ; por lo tanto, se cree que el aporte del Río Blanco incrementó su área de influencia no sólo en la Laguna de Tlalixcoyan, sino hasta la parte central de la Laguna de Alvarado en la estación 7. En la Laguna Camaronera se observaron los valores de máxima producción (25 , 34 mg/m^3), pero ello no influyó más allá del arroyo de la Camaronera. Las estaciones 4 y 8 presentaron los valores mínimos de producción, 1.66 y 1.64 mg/m^3 , respectivamente.

Al iniciarse la época de lluvias durante el mes de mayo y al incrementarse las aguas de origen fluvial, los valores de pigmentos en general se incrementaron en toda la laguna (Fig. 29). En las estaciones 10, 11, 12 y 14, los valores de producción de clorofila *a* en superficie, fueron respectivamente de 5.40 , 6.90 , 2.60 y 1.63 mg/m^3 , en tanto que en el fondo encontramos los siguientes valores 1.29 , 0.48 , 1.46 y 0.97 , respectivamente. Este hecho señala que la producción de pigmentos en la superficie en la zona de los canales, fue superior a la del fondo, lo cual sugiere la existencia de dos estratos de productividad diferentes, uno superficial y otro profundo; dicha estratificación no se presentó en el Río Acula como sucedió en el mes anterior. En Tlalixcoyan se observó una alta producción de pigmentos que influyó en la parte central de la Laguna de Alvarado en la estación 7, donde se registraron valores de 3.29 mg/m^3 en la superficie y 4.76 mg/m^3 en el fondo, valores semejantes a los obtenidos en la Boca del Tragadero en donde se registraron 4.76 mg/m^3 en la superficie y 4.55 mg/m^3 en el fondo. La Laguna Camaronera incrementó notablemente su contenido de clorofila *a*, alcanzando su valor máximo en la estación 1 A con 48.79 mg/m^3 y como

sucedió durante el mes anterior, su influencia no sobrepasó más allá del arroyo de la Camaronera; en esta zona se registró un incremento en el contenido de pigmentos (5.88 mg/m^3), contrariamente a como sucedió el mes anterior. En las estaciones 3, 4 y 8 se registraron valores mínimos de pigmentos: 1.94, 1.29 y 2.26 mg/m^3 respectivamente.

El mes de julio (Fig. 30) arrojó los siguientes valores de pigmentos en la laguna: en la zona de los canales, los valores registrados en la boca del Papaloapan (estación 11) y frente al Puerto Piloto Pesquero (estación 10), fueron de cero. En la Boca del Tragadero se registró un elevado contenido de pigmentos, que significó el valor máximo para esta área durante nuestro periodo de estudio; su influencia se proyectó hasta la parte central de la laguna (estación 7), frente a Punta Grande. La zona de reposo de Buen País incrementó su producción a 10.77 mg/m^3 en la estación 2, pero no superó el valor de 12.11 mg/m^3 registrado en la estación 3 de la misma área, obtenido durante el mes de marzo.

El mes de agosto es representativo de la época de lluvias y la laguna recibe un considerable aporte fluvial; en esta época la cantidad de pigmentos se incrementó en todas las áreas de la laguna (Fig. 31). La producción de clorofila en la zona de los canales fue homogénea y elevada, tanto en la superficie como en el fondo; por esta razón se piensa que los aportes de los ríos Acula, Papaloapan y otros desplazaron casi totalmente las masas de agua de estirpe nerítica. En la estación 14, localizada en la Boca de Alvarado se registraron valores de 6.55 mg/m^3 en la superficie y 6.46 mg/m^3 en el fondo, mínimo para este mes, pero elevados para los meses anteriores; tal hecho sugiere que la influencia fluvial se proyecta al mar más allá de esta desembocadura.

La Laguna de Tlalixcoyan incrementó

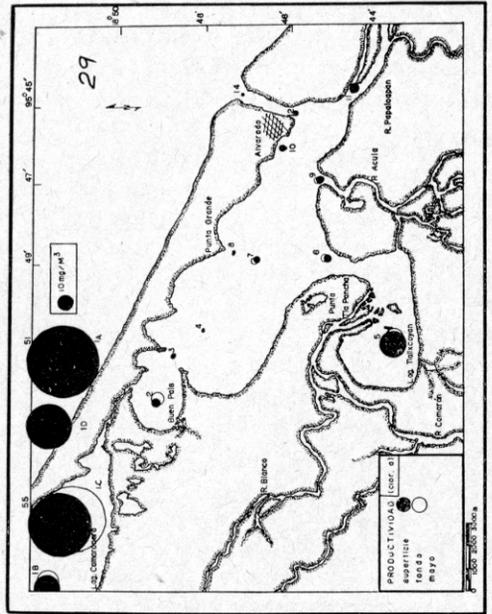
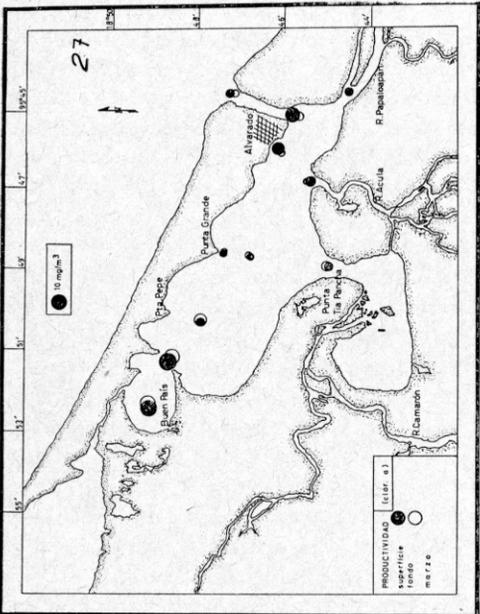
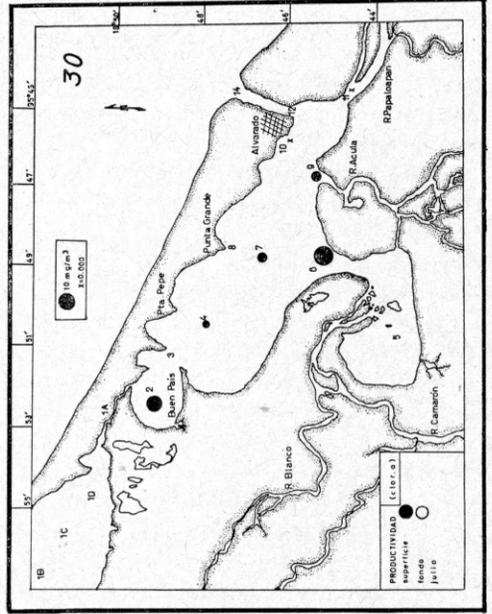
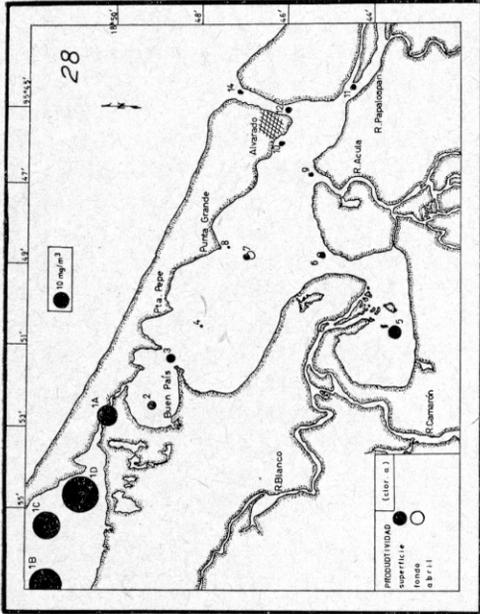
notablemente su contenido de pigmentos alcanzando 24.20 mg/m^3 en la estación 5 y llegó a influir con su aporte hasta la porción central de la laguna en la estación 7. La Laguna Camaronera presentó los máximos valores con 39.54 mg/m^3 en la estación 1 D, situada en la boca del arroyo de la Camaronera. En la estación 2, en la Laguna de Buen País, encontramos un valor de 70.65 mg/m^3 , que fue más elevado que los valores máximos registrados en las estaciones 3 y 4 de Barra Vieja y Punta Pepe, que fueron de 45.76 y 29.59 mg/m^3 respectivamente.

El contenido de pigmentos en la Laguna de Alvarado se encuentra sujeto a la variación de los factores hidrológicos de los siguientes tipos de masas de agua:

- 1º Las aguas de remanso o de reposo en la Laguna Camaronera y de la parte central de Buen País.
- 2º Las de influencia fluvial en la Laguna de Tlalixcoyan, Boca del Tragadero y bocas del Río Acula y del Río Papaloapan.
- 3º Las de origen marino en la zona de los canales.

Las aguas de reposo en la Laguna Camaronera tienen un comportamiento propio en lo que a productividad se refiere; aisladas del resto de la laguna, alcanzan su máximo valor de clorofila *a* en los meses de mayo y agosto y su mínimo en abril; siempre se caracterizó como un área de alto contenido clorofílico. El área de Buen País alcanzó su máximo en agosto y su mínimo en febrero.

Las áreas que reciben influencia fluvial proveniente de la Laguna de Tlalixcoyan, aumentaron su productividad al incrementarse las lluvias; la parte central de la laguna frente a Punta Grande que recibe la influencia de la Laguna de Tlalixcoyan, a partir del mes de abril incrementó su producción conforme ascendieron los valores de precipitación pluvial; la estación 5, situada en el cen-



Figs. 27, 28, 29 y 30. Distribución del contenido de clorofila *a* en marzo, abril, mayo y julio, respectivamente.

tro de la Laguna de Tlalixcoyan fue la más productiva de las estaciones influidas por los aportes del Río Blanco. En el área de la desembocadura del Río Acula se presentó el máximo de producción de pigmentos en los meses de julio y agosto. Durante los cruceros realizados en los meses de mayo, julio y agosto se comprobó que este río influyó, junto con los aportes del Río Papaloapan, en la producción del estrato superficial de la zona de los canales.

Durante los primeros meses del año, la zona de los canales presentó un índice muy bajo de producción, en contraste con la época de abundante precipitación, principalmente en el mes de agosto, cuando en la zona de los canales se registraron altos valores de clorofila, al igual que en el resto de la laguna. En los meses de marzo a julio, cuando el aporte continental no fue suficiente para desplazar de la laguna a las aguas marinas, la baja y alta producciones registradas en la zona de los canales en los niveles del fondo y superficie respectivamente, corresponden a la estratificación de las aguas de tipo continental en la superficie y de tipo marino en el fondo.

VOLÚMENES DE ZOOPLANCTON

Los volúmenes de zooplancton colectados con red, de ninguna manera pueden proporcionar información exacta para definir en un momento dado la biomasa planctónica; sin embargo, los resultados son comparables cuando se utiliza un mismo sistema en las capturas; de esta manera, los volúmenes de zooplancton dan un reflejo de la biomasa planctónica existente.

Se da por hecho que los volúmenes del plancton colectado con la red, cuyas características anotamos al principio del trabajo, corresponden eminentemente al zooplancton. Las poblaciones animales, fundamentan su existencia en la producción orgánica fitoplanctónica, y las rela-

ciones tróficas de cada componente del zooplancton establecen niveles de consumo, a veces de complejidad extraordinaria. Las poblaciones se suceden unas a otras, tanto aquéllas que realizan su ciclo biológico completo en aguas estuáricas, como aquéllas que ocupan la laguna en forma temporal. El estudio del plancton capturado con redes, sea regional o estacional, tanto en lo que se refiere a su volumen como a sus formas dominantes, proporcionan una visión general del estado de la comunidad planctónica en momentos muy concretos de su secuencia evolutiva. Las observaciones realizadas por nosotros sobre el zooplancton de la Laguna de Alvarado, sobre todo de las postlarvas de camarón capturadas como integrantes temporales de la comunidad planctónica, nos indujeron a establecer la relación que pudiera existir entre los volúmenes de plancton y la abundancia de estas postlarvas. Los valores de volumen de plancton se obtuvieron con la participación de las postlarvas mencionadas y están referidos como la cantidad de zooplancton contenida en un metro cúbico de agua. Siguiendo el orden cronológico de nuestras colectas, se señalan los valores de plancton correspondientes a distintas zonas ya referidas hidrológica o topográficamente; además, en muchos casos, se señalan los elementos más aparentes de la comunidad. Tanto los volúmenes de plancton como los elementos predominantes de la biocenosis, han permitido hacer consideraciones sobre la interacción entre aguas neríticas, estuáricas y epicontinentales en la Laguna de Alvarado y su variabilidad regional y estacional. En las figuras 32 a 36 se señala objetivamente la variabilidad regional y estacional de los volúmenes de zooplancton y la estimación cuantitativa de las postlarvas de *Penaeus*.

En el mes de marzo (Fig. 32) se encontraron valores de zooplancton cercanos a 1 cc por m³ de agua filtrada en las estaciones 2, 3 y 4, correspondientes a la

zona de reposo; en cambio, en las estaciones 7, 8 y 9, correspondientes a la zona de gradiente, encontramos valores de plancton entre 0.4 y 0.5 cc/m³. En la zona de los canales a nivel de las estaciones 12, 10, 14 y 11, los valores de volumen zooplanctónico fueron considerablemente bajos: 0.2, 0.08, 0.05 y 0.00 cc/m³, respectivamente. Es interesante hacer notar que en la estación 15 se encontró un valor de zooplancton de 0.36 cc que resulta elevado en comparación con los valores de las estaciones de la zona de los canales, el más alto de los cuales fue de 0.2 cc. La comunidad planctónica de esta estación se caracterizó por la abundancia de individuos de los géneros *Lucifer* y *Sagitta*. (La estación 15, que no se ha señalado en las figuras, se encuentra situada sobre la plataforma continental a nivel de la isobata de los 20 m, a 8 millas de la boca del Río Papaloapan en dirección 10° N). Tanto en la zona de reposo como en la zona de gradiente se encontró dominancia de copépodos en un 90%, mientras que en la zona de los canales y en la región de influencia marina, los copépodos significaron un porcentaje considerablemente bajo en comparación con otros grupos. En la estación 14, la comunidad zooplanctónica fue pobre; en la estación 12 predominaron las larvas de *Brachyura* de tipo estuárico. En las estaciones 10 y 11, la presencia de zooplanctones fue sumamente escasa, en tanto que la abundancia de detritus orgánicos y terrígenos fue considerable, rasgo que caracterizó a la zona de los canales.

Durante el mes de abril (Fig. 33), se encontraron los valores de volumen en zooplancton más elevados de todo el periodo de observaciones. De igual manera que en el mes anterior, en la zona de reposo (estación 2) y en la zona de gradiente (estaciones 6, 7 y 8), el volumen de zooplancton fue varias veces más elevado que aquellos volúmenes encontrados en la zona de gradiente. Durante

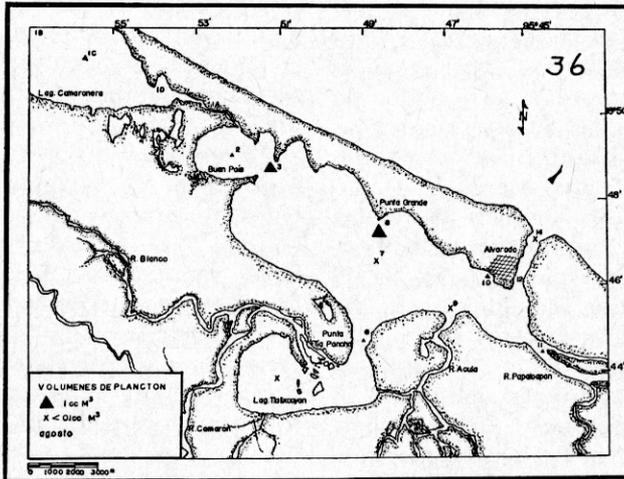
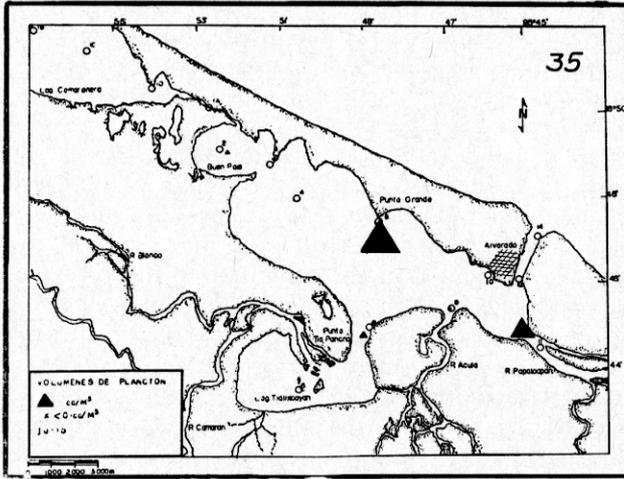
este mismo mes se tuvo la oportunidad de estudiar la Laguna de Tlalixcoyan y la Laguna Camaronera, localidades que resultaron de un interés considerable. En la Laguna de Tlalixcoyan se encontraron valores de volumen de zooplancton tan elevados como aquellos de la zona de reposo. Por otra parte, en la Laguna Camaronera, los valores de volumen de zooplancton fueron los más elevados de todo el sistema de Alvarado, habiéndose consignado cifras de 9, 7, 4 y 2 cc/m³; y la comunidad zooplanctónica se caracterizó por la dominancia de copépodos. La Laguna de Tlalixcoyan arrojó un valor de 3 cc/m³ y se caracterizó por su abundancia en detritus, lo cual sugiere su carácter fluvial y la influencia del Río Camarón que aporta cantidades considerables de material de origen continental. En la región de reposo, el volumen de zooplancton más elevado se encontró en la estación número 4, con un valor de 5 cc/m³; además, las estaciones 3 y 2 presentaron 3 y 2 cc/m³ respectivamente. Estos valores elevados de zooplancton, en realidad, son producto de la abundancia de organismos del grupo de los ctenóforos, concentrados principalmente en la región de reposo, en donde llegaron a alcanzar volúmenes considerables, incluso ocupando el 95% del volumen de las muestras procedentes de las estaciones 3 y 4. Sin embargo, en la estación 2, considerada hidrológicamente dentro de la zona de reposo, se notó una marcada semejanza con la Laguna Camaronera, en cuanto a la presencia de una abundante población de copépodos y una baja proporción de ctenóforos. En la zona de gradiente, más concretamente en las estaciones 6, 7 y 8, se encontraron valores de volumen de zooplancton muy uniformes, alrededor de 1 cc/m³ y la comunidad estuvo dominada por copépodos. En la estación 9, situada enfrente del Río Acula, se encontró un valor ligeramente superior al resto de la zona de gradiente y predo-

minaron también los copépodos. En la zona de los canales hubo valores muy uniformes; en las estaciones 10, 12 y 14 se observaron valores de 0.5, 0.6 y 0.3 cc/m³, respectivamente, y en todos ellos dominaron los copépodos. Cabe hacer notar que en la estación 12 se encontró una proporción relativamente elevada de individuos del género *Lucifer*, los cuales constituían el 20% de la muestra, en tanto que los copépodos ocupaban el 70%. Este hallazgo sugiere la influencia de aguas de origen marino en la superficie de esta zona. En la estación 11, de gran influencia fluvial, no se encontró más que un valor de 0.02 cc/m³ de zooplancton que incluía un 80% de copépodos.

En el mes de mayo (Fig. 34), se encontraron valores de zooplancton considerablemente menores que aquellos de los meses analizados anteriormente; no obstante, en la Laguna Camaronera se hallaron valores más elevados. Como hecho particular de este mes, los valores de la zona de reposo no fueron superiores sino inferiores que aquellos de la zona de gradiente incluidos entre las estaciones 6, 8 y 9, en contraste con los valores de la zona de los canales que fueron los más pobres. No obstante, en la estación 14 se encontró un valor ligeramente superior al del resto de la zona de los canales. En la estación 5 situada en la Laguna de Tlalixcoyan se encontró un volumen de zooplancton más o menos elevado. En la Laguna Camaronera, aunque los valores fueron los más elevados que se encontraron en este mes, no llegaron a ser más que: 2 cc, 1 cc y 0.4 cc/m³. Los copépodos predominaron en un 30% y las muestras señalaron la presencia de gran cantidad de terrígenos en suspensión. En la estación 5 en la Laguna de Tlalixcoyan se encontró un valor de 1 cc/m³ de zooplancton con predominancia de copépodos en la zona de reposo. Entre las estaciones 2, 3 y 4 los valores de volumen de zooplancton fue-

ron de 0.2 cc, 0.3 cc y 0.1 cc/m³, respectivamente. En la estación 2 se encontraron zooplanctones escasos y productos vegetales de origen terrestre en abundancia. En las estaciones 3 y 4 predominaron los copépodos. En la zona de gradiente, representada por las estaciones 7, 8 y 9, los valores de zooplancton fueron 0.2 cc, 0.6 cc y 1 cc/m³, respectivamente y dominaron los copépodos en un 90%. En la estación 6, dentro de la Laguna de Tlalixcoyan, encontramos un valor de 1 cc y gran cantidad de terrígenos en suspensión. En la zona de los canales correspondientes a las estaciones 10, 11 y 12, los valores fueron considerablemente bajos, del orden 0.07 cc, 0.04 cc y 0.07 cc/m³, respectivamente; los copépodos dominaron en esta comunidad. En la estación 14 se encontró un valor de 0.2 cc y una dominancia de copépodos en un 60%.

En términos generales, en el mes de julio (Fig. 35), se encontraron valores bajos de volumen de zooplancton. En la estación 7 se registró el valor más elevado de zooplancton, 2.9 cc; sin embargo, éste debe considerarse con cautela puesto que el 99% de su contenido lo ocuparon larvas de *Brachyura* de tipo zoea en el primer estadio, lo cual significa que esta muestra fue tomada incidentalmente en una zona en donde posiblemente se encontraban hembras ovígeras de algún cangrejo en una fase activa de reproducción. En la zona de reposo, en las estaciones 2 y 4, se detectaron valores bajos de volumen de zooplancton, del orden de los 0.2 cc y 0.3 cc/m³; en esta zona dominaron los copépodos en un 90%. En la estación 6 se encontró un valor de 0.7 cc en donde el 70% estaba ocupado por larvas de braquiuros de tipo zoea. El muestreo en la estación 9, dio un valor de 0.2 cc, con gran cantidad de materia vegetal de origen terrestre, pocos copépodos y abundantes zoeas. En la estación 11 se registró un valor relativamente alto de volumen de zooplanc-



Figs. 35 y 36. Distribución de volúmenes de plancton y abundancia de postlarvas en julio y agosto, respectivamente.

ton del orden de 1.6 cc/m^3 y gran cantidad de terrígenos en suspensión.

Durante el mes de agosto (Fig. 36), los valores fueron bajos en términos generales. En la Laguna Camaronera se encontraron valores de 0.4 cc y 0.05 cc/m^3 , con una comunidad formada en un 90% por copépodos, nauplios de copépodos y zoeas. En la Laguna de Tlalixcoyan se encontró un valor de 0.08 cc/m^3 y dominancia de fitoplancton en una comunidad ampliamente influida por el sistema

epicontinental. En la zona de reposo, en las estaciones 2, 3 y 4 específicamente, se encontraron valores de 0.2 , 0.9 y 0.1 cc/m^3 respectivamente; la comunidad de esta zona estuvo definida por la presencia de gran cantidad de rotíferos que incluso predominaban sobre los copépodos, de los cuales también se encontraron formas nauplios en abundancia; además, la red retuvo cantidades muy significativas de fitoplancton. En la estación 6, ampliamente influida por la

Laguna de Tlalixcoyan, encontramos un valor de 1.5 cc y una comunidad en donde el fitoplancton, los copépodos y las formas nauplios de copépodos fueron muy abundantes. En la estación 7, incluida en la zona de gradiente, encontramos una muestra pobre con un valor de 0.09 cc en donde los copépodos y los anfípodos eran predominantes. En la estación 8 se encontró el valor más elevado del zooplancton (1 cc/m^3) y una comunidad constituida en un 70% por rotíferos y un 20% por copépodos, que mostró semejanzas con la comunidad encontrada en la zona de gradiente. En la estación 9 se encontró un valor de 0.05 cc/m^3 constituida en un 25% por copépodos y en un 15% por zoeas.

En la estación 10 se encontró una influencia considerable de la zona de gradiente con un valor de 0.3 cc/m^3 y una comunidad definida por los rotíferos en un 90%. En la zona de los canales incluyendo las estaciones 11 y 12, se encontraron valores de 0.2 cc y 0.5 cc/m^3 respectivamente, caracterizados por la abundancia de material orgánico vegetal de origen terrestre. En la estación 14 se encontró un valor pobre de zooplancton que incluía copépodos en un 30%.

En síntesis, los volúmenes de zooplac-ton de mayor cuantía se registraron en la zona de reposo, en tanto que los más pobres se encontraron en las zonas de gradiente y en la de los canales. En el mes de abril se registraron los valores más elevados de zooplancton y, aunque en menor proporción, también se encontraron volúmenes elevados en el mes de marzo. En los meses comprendidos en la época de lluvia, con base en observaciones realizadas entre mayo y agosto, pudimos precisar que los volúmenes de zooplancton fueron considerablemente menores.

Los copépodos predominaron en el interior de la laguna durante la época de sequía, mientras que en la época de

lluvia predominaron los rotíferos. En la zona de gradiente y en la zona de los canales, además de encontrar volúmenes bajos asociados con masas de agua en movimiento hacia el mar, se encontró en la superficie una marcada influencia de las comunidades de agua de mayor clorinidad.

Cabe suponer que la pobreza en los volúmenes de zooplancton correspondientes a los meses de julio y agosto, posiblemente fue consecuencia del aumento de las lluvias, lo cual se tradujo en un incremento del aporte de los ríos y la invasión de la laguna por parte del sistema dulceacuícola con sus correspondientes aguas de baja clorinidad y bajos volúmenes de plancton.

Abundancia y talla de los estados post-larvas planctónicos de *Penaeus*. (K. N. Baxter del U. S. Dep. Int. F. W. L. S., Biological Laboratory, Galveston, Texas, identificó dos ejemplares en estadio de postlarvas de *Penaeus aztecus* Ives. El resto de los ejemplares fueron identificados por comparación, por Luis Soto-González y Jorge A. Cabrera; las post-larvas identificadas como *P. duorarum* Burkenroad, responden a las características señaladas por Williams (1959) y Dobkin (1961). Posteriormente a estos estudios, Pérez Farfante (1969), estableció una nueva sinonimia para las especies de peneidos que aquí se tratan: *Penaeus (Melicertus) aztecus aztecus* Ives; *P. (M.) duorarum duorarum* Burkenroad; *P. (Litopenaeus) setiferus* (L.).

Las observaciones sobre abundancia de postlarvas de camarón abarcaron el periodo comprendido entre los meses de enero y agosto de 1966, de acuerdo con las fechas de colecta. Sin embargo, las observaciones con carácter cuantitativo, se limitaron al periodo comprendido entre marzo y agosto inclusive.

Durante los meses de enero y febrero se efectuaron colectas de zooplancton con carácter prospectivo con el objeto de analizar las particularidades de las

capturas y decidir sobre el método y el tipo de red adecuados para obtener valores comparativos en los meses subsiguientes. Creemos, sin embargo, que es de algún interés señalar los hallazgos de postlarvas de camarón en los meses de enero y febrero, antes de referirse a los datos cuantitativos del periodo comprendido entre marzo y agosto.

En el mes de enero se realizaron dos colectas, una entre las estaciones 8 y 7, y otra entre esta última y la 6. En las dos se encontraron postlarvas de *Penaeus (Melicertus) aztecus aztecus* Ives con talla promedio de 2.8 mm y medidas extremas de 2.2 mm y 3.2 mm.

En el mes de febrero se llevaron a cabo colectas de zooplancton en todas las estaciones; a pesar de ello, los hallazgos de postlarvas no se generalizaron, predominando *P. (Melicertus) aztecus aztecus*. En el área de reposo hidrológico, correspondiente a la zona comprendida entre Punta Pepe y la Laguna de Buen País inclusive, no se encontraron postlarvas de camarón; en contraste, la red recogió grandes cantidades de ctenóforos en esta región. En el límite de la zona de gradiente con influencia de aguas continentales, sí se encontraron postlarvas. En la estación 6, en la Boca del Tragadero, se colectaron dos postlarvas de *P. (M.) aztecus aztecus* con tallas entre 3.0 mm y 3.2 mm. En la estación 9, en la boca del Río Acula, también se encontraron postlarvas de aquella especie con medidas de 3.1 y 3.2 mm. A partir del mes de marzo las colectas de zooplancton fueron de tipo cuantitativo y el número de postlarvas colectado ha sido referido, para fines prácticos, como aquel que pudiera encontrarse en 100 m³ de agua.

En el mes de marzo (Fig. 32), la abundancia en las muestras, de postlarvas de *P. (M.) aztecus aztecus* fue considerable en casi todas las áreas hidrológicas de la laguna.

En el área definida hidrológicamente

como zona de reposo, que incluyó las estaciones 2, 3, y 4, se encontraron valores de 63, 71 y 10 postlarvas, respectivamente. Cerca de los límites de la zona de gradiente hidrológico, incluyendo la estación 6 (Boca del Tragadero) y la estación 7, se encontraron valores de 66 y 16 postlarvas, respectivamente. En la zona de los canales se encontraron postlarvas solamente en la estación 12, con un valor de 10 individuos. La talla de esos individuos colectados, osciló entre 2.0 y 3.5 mm con un promedio de 2.8 mm.

En el mes de abril (Fig. 33), solamente se encontró un valor equivalente a 7 postlarvas de *P. (M.) aztecus aztecus* en la estación 3, dentro de la zona de reposo hidrológico. La talla promedio de esta captura fue 2.7 mm.

En el mes de mayo (Fig. 34), se encontraron valores relativamente bajos de postlarvas en toda la laguna, en comparación con los valores registrados en los meses anteriores en las zonas de reposo y de gradiente hidrológico. No obstante, en la estación 14 situada en el Canal de Alvarado, en los límites de la laguna con el mar, se registró el valor más elevado de todas las observaciones; también se encontraron postlarvas en las estaciones 12, 10, 7 y 5, correspondiendo las dos primeras a la zona de canales y las siguientes al límite de la zona de gradiente y a la Laguna de Tlalixcoyan, respectivamente. En la estación 14 se encontraron postlarvas de ambas especies; aquéllas correspondientes a *P. (M.) aztecus aztecus* alcanzaron una densidad de 163 individuos, valor que es más de dos veces superior al máximo encontrado en el interior de la laguna (en la estación 3 en el mes de marzo fue de 71 postlarvas); la talla promedio de ese lote fue 2.6 mm dentro de límites que van desde 2.4 mm hasta 3.0 mm; el 63% de los individuos de este lote registró una longitud entre 2.5 mm y 2.6 mm, lo cual indica una talla muy uniforme en los

individuos de esta colecta. Las postlarvas de *P. (M.) duorarum duorarum* Burkenroad, cuyo valor fue equivalente a 7 individuos con talla promedio de 3.6 mm, registraron medidas apreciablemente mayores que las de *P. (M.) aztecus aztecus*. En las estaciones 10 y 12 comprendidas en la zona de los canales, se encontraron valores de 7 y 5 postlarvas, respectivamente, de *P. (M.) aztecus aztecus*. La talla de las postlarvas colectadas en la zona de gradiente fue relativamente pequeña, del orden de 2.4 mm y 2.7 mm. En la Laguna de Tlalixcoyan

(estación 5), se encontró un valor equivalente a 11 postlarvas de *P. (M.) duorarum duorarum* de talla relativamente grande de 3.6 mm.

En los meses de julio y agosto no se encontraron postlarvas de camarón en las muestras de zooplankton, a pesar de que las colectas se realizaron en todas las áreas hidrológicas de la laguna (Figs. 35 y 36), la ausencia de postlarvas en las colectas de esta época, parece estar relacionada con los cambios radicales en las condiciones ambientales producidos por la época de lluvias.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En anteriores artículos, Villalobos *et al.* (1966), sobre hidrografía y productividad y Villalobos *et al.* (1969), acerca de relaciones entre postlarvas de *Penaeus* y caracteres ambientales, fueron presentados resultados parciales sobre nuestros estudios en la Laguna de Alvarado; paralelo a estos trabajos, Reséndez (1973), hizo una valiosa contribución al estudio del necton de la misma laguna aportando importantes datos de parámetros abióticos relativos a éstas y otras fechas. Por lo tanto, la discusión que se ofrece en seguida se refiere sólo a la síntesis de la información aquí tratada y las conclusiones que de ello se producen estarán sujetas a verificación o abundancia al disponerse de mayor información del área.

La temperatura, como la clorinidad, son parámetros que determinan caracteres propios de esta masa de agua y puede decirse con cierta seguridad, que durante el lapso de nuestros trabajos estuvieron comprendidas fechas frías y cálidas, así como secas y lluviosas, que permiten acercarnos a la formulación de un modelo del ciclo hidrológico de la laguna.

Temperatura: particularmente en las áreas someras, se manifiesta como un resultado de la insolación o bien del

enfriamiento por el aire durante la noche; en cambio, en las áreas profundas, la temperatura es más o menos estable y obedece a la interacción laguna-mar, denotándose estratificaciones en las zonas de canales. Los valores oscilaron de 18.5° C en el mes de febrero en la boca a 32.5° C en el mes de agosto en el interior de la laguna.

Durante la estación seca, la Laguna de Alvarado se manifiesta como polihalina (< 30 ‰) con tendencia a ultrahalina (> 30 ‰) en su comunicación al mar y de escasa influencia fluvial en un corto radio de la desembocadura de los ríos; por lo contrario, en la época de lluvias, debido primordialmente a los enormes aportes de los ríos y en concomitancia con el pequeño vaso de la laguna, ésta se convierte en un medio totalmente dulceacuícola con una limitada área oligohalina (< 5 ‰) de influencia marina en las partes profundas de su boca. Consecuentemente, son necesarios estudios de dinámica de aguas internas y de su correlación con los registros de marea dentro y fuera de la laguna para determinar los efectos de estos fenómenos con las condiciones de temperatura y salinidad del agua y por consiguiente con la biología de la localidad.

Si se le compara con otras lagunas próximas, como son la Laguna de Tamiahua (Villalobos *et al.*, en preparación) o de Términos (Gómez-Aguirre, 1974), se calificaría a la de Alvarado como una localidad sujeta a cambios muy bruscos en su ciclo anual y por lo tanto sujeta a un constante deterioro de sus bancos ostrícolas, así como muy oscilante en la producción de otras pesquerías, como lo son la de camarón (*P. aztecus*, *P. duorarum*, etcétera), de lisas (*Mugil cephalus* y *M. curema*), jurel (*Caranx hippos*) y otras.

Por cuanto a los registros de oxígeno disuelto, la Laguna de Alvarado debe calificarse como rica en este gas. Condiciones críticas de este parámetro fueron apreciadas en las áreas próximas a las desembocaduras de los ríos y en las zonas de canales durante la época de secas; el hecho contrario se apreció en la época de lluvias, especialmente en las zonas protegidas; ambos fenómenos manifiestan una estrecha relación directa con los valores de pigmentos y con los de células del fitoplancton.

Fue evidente que las poblaciones de fitoplancton se desarrollaron mejor en condiciones de estabilidad y se redujeron en condiciones de ambiente variable, en donde ocasionalmente sólo pudieron prosperar unas pocas especies.

Los contenidos de pigmentos en el agua alcanzaron cifras de 70.65 mg/m³ en el mes de agosto en las áreas más internas, en tanto que para las de influencia fluvial y marina sólo se registraron 24.20 mg/m³, en ese mismo mes. En el mes de mayo también hubo valores considerables de pigmentos en tanto que en las demás épocas los registros fueron muy inferiores.

Margalef (1969), señala la alta fertilidad de las lagunas litorales, comparable a la de los lagos eutróficos y presenta un cuadro comparativo de valores para diferentes localidades del mundo, entre los que incluye varias del Golfo de Mé-

xico y anota valores de 4-34 mgC/m³/día, en el mes de diciembre de 1967, para la Laguna de Alvarado; no obstante estos nuevos valores, es arriesgado establecer comparaciones con áreas similares, debido a que se basan en otros métodos de estimación, además de referirse a fechas diferentes.

Las masas de agua de la Laguna de Alvarado son factibles de clasificarse por su origen o por su mezcla con base en los registros cuali-cuantitativos del fitoplancton: una proporción alta de algunas diatomeas pennales, como *Nitzschia* spp, *Navicula* spp, significaron aguas salobres someras y cálidas; la presencia de *Asterionella* sp., *Thalassiothrix* sp. y *Skeletonema* sp., significaron poblaciones de estirpe nerítica costera con gran afinidad a la zona estuárica de Alvarado.

Las diatomeas centrales de estirpe nerítico-costera tuvieron escaso valor indicador de la interacción mar-laguna.

Los volúmenes de zooplancton de Alvarado muestran una relación directa y seguida en el tiempo a la mayor tasa del fitoplancton, denotando con ello una sucesión de tipo trófico y estructural, tanto en el espacio como en el tiempo, con momentos y con áreas en que predominaron elementos determinantes en las interacciones intrínsecas del plancton, como por ejemplo las medusas en las zonas de los canales en los meses de abril y mayo, o los ctenóforos en las áreas internas de la laguna, con *Pleurobrachia* sp. como dominante o los copépodos calanoides, principalmente de la familia Acartiidae, representada ahí por varias especies de hábitos peculiares, cuyo análisis especializado merece un estudio particular y que constituyeron frecuentemente entre el 60 y el 80% de la biomasa del zooplancton, sólo ocasionalmente superado por la incidencia de formas larvarias de otros crustáceos o por el abatimiento debido a turbulencia extrema.

Los valores de volúmenes del zooplankton consignados en este estudio distan de ser extraordinarios; sin embargo, en áreas como ésta, su importancia no radica en los valores propiamente, sino en la velocidad de recuperación o eficiencia (= tasa de producción/consumo). Estos valores también deben reconsiderarse debido a que el método de colecta contó con un dispositivo artificial para la eliminación de la comunidad de medusas y ctenóforos que en numerosas ocasiones obstruían las redes afectando las colectas integrales de plancton.

La incidencia de postlarvas de *Penaeus* spp. parece limitarse a las regiones de canales y rara vez en el interior de la laguna. Dichos registros son relativos al tipo de muestreo y a los momentos de éstos, pues es bien conocido que la dinámica del reclutamiento de dichas poblaciones está estrechamente ligada a los periodos de marea y de luna, factores no considerados en este estudio debido al carácter general del mismo y que se recomendaría estudiar como un problema particular en la biología de los crustáceos de la Laguna de Alvarado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes instituciones su cooperación entusiasta para hacer posibles nuestros trabajos de campo: a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), por la ayuda que dio al Instituto de Biología en cuanto a asesoría técnica y el donativo de instrumentos, con los cuales se realizaron los trabajos; al Banco de Fomento Cooperativo que brindó las instalaciones del Puerto Pesquero de Alvarado, como base para las actividades de colecta; al Instituto de Geografía de la

UNAM por la ayuda técnica en la confección de las cartas geográficas de la localidad.

Se hace patente el reconocimiento a J. A. Suárez-Caabro, experto de la UNESCO, por sus atinados consejos en los trabajos y por sus gestiones en la consecución de los medios.

Especial mención merecen los compañeros M. en C. Andrés Reséndez, Biól. Filiberto Vega, M. en C. César Flores y Biól. Ma. Antonieta Aguayo, que de un modo u otro intervinieron en diversos aspectos de este estudio.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, J. A., 1966. The rhythms and population dynamics of Decapod Crustacea. *Oceanogr. Mar. Biol. An. Rev.*, 4: 247-265.
- ANDERSON, W., J. E. KING y M. J. LINDNER, 1949. Early stages in the life history of the common marine shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 96 (1): 168-172.
- ANDERSON, W. W., 1958. Length-weight relation in the common or white shrimp *Penaeus setiferus*. *Spec. Sci. Rep. Fish.*, 256: 1-13.
- AYALA-CASTAÑARES, A., 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos. Campeche, México. *Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geol. Bol.*, 67: 1-130.
- BREVER, J. P., 1962. An ecological survey of the Lower Laguna Madre of Texas, 1953-1959. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 8: 153-181.
- BROAD, C., 1950. The North Carolina shrimp survey. *Univ. N. C. Inst. Fish. Res., Ann. Rep.*, 62 pp.
- CHIN, E. y D. M. ALLEN, 1959. A list of references on the biology of shrimp (Family Penaeidae). *Spec. Sci. Rep. U. S. Fish Wildl. Serv. Fish.*, 276: 1-143.
- COOK, H. L. y M. J. LINDNER, 1967. Synopsis of biological data on the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus) 1767, in Actas de la Conferencia Científica Mundial sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas. *FAO*

- Fisheries Reports.*, 57 (4): 1471-1497, a fig., 4 tab.
- COSTELLO, T. J. y D. M. ALLEN, 1967. Synopsis of biological data on the Pink Shrimp *Penaeus duorarum duorarum* Burkenroad, 1939. In Actas de la Conferencia Científica Mundial sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas. *FAO Fisheries Reports.*, 57 (4): 1499-1537, 5 figs., 3 tab.
- CREITZ, G. I. y F. A. RICHARDS, 1954. The estimation and characterization of the plankton populations by pigments analysis III. A note on the use of "Millipore" membrane filters in estimation of the plankton pigments. *J. mar. Res.*, 14 (3): 211-216.
- DOBKIN, S., 1961. Early developmental stages of pink shrimp, *Penaeus duorarum* from Florida waters. *Fishery Bull. Fish. Wildl. Serv. U. S.* 61 (190): 321-348.
- ELLISON, W. A., 1948. Third semi-annual report. *Univ. N. C. Inst. Fish. Res.*, 24 pp.
- EWALD, J., 1964. The shrimp fishery in western Venezuela. *Prov. Gulf. Carib. Fish. Inst.* Seventeenth Annual Session, pp. 23-30.
- GARCÍA-CUBAS, A., 1963. Sistemática y distribución de los micromoluscos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol.*, 67 (4): 1-55.
- GEORGE, M. J., 1962. On the breeding of penaeids and the recruitment of their postlarvae into the brackwater of Cochin. *Indian J. Fish.*, 9 (1): 110-116.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S., 1965. Algunas consideraciones acerca del fitoplancton primaveral en la Boca de Paso Real, Campeche. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 36 (1-2): 65-69.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. (1974). Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, México (1964/1965). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 1 (1): 61-82, 4 figs., 4 Tab.
- GUNTER, G., 1950. Seasonal population changes and distributions as related to salinity of certain invertebrates of the Texas coast, including the commercial shrimp. *Publs. Inst. mar. Sci.* 1 (2): 7-51.
- HEDGPETH, J. W., 1953-54. An introduction to the zoogeography of the north western Gulf of Mexico with reference to the invertebrate fauna. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 3: 113-223.
- HELLIER, T. R., 1962. Fish production and biomass studies in relation to photosynthesis in the Laguna Madre of Texas. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 8: 1-21.
- HILDEBRAND, H. H., 1954. A study of the fauna of the brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) grounds in the western Gulf of Mexico. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 3 (2): 233-366.
- HOHN, M. H., 1959. The use of diatom populations as measure of water quality in selected areas of Galveston and Chocolate Bay, Texas. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 6: 206-212.
- HOLTHUIS, L. B. y H. ROSA, JR., 1965. List of species of shrimps and prawns of economic value. *FAO Fish. tech. Pap.*, 52: 1-21.
- INGLE, R. M., 1956. Intermittent shrimp sampling in Apalachicola Bay with biological notes and regulatory applications. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. Ninth Ann. Sess.* 6-17 pp.
- JÁUREGUI, E. (inérito). Estudios meteorológicos en el Puerto de Alvarado, Ver. *Inst. Geografía Univ. Nal. Autón. México*, 1966 (?).
- JOHNSON, M. C. y J. R. FIELDING, 1956. Propagation of the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linn.), in captivity. *Tulane Stud. Zool.*, 4 (6): 173-190.
- JACOBSEN, J. P. y M. KNUDSEN, 1921. Dosage d'oxigene dans l'eau der mer par la méthode Winkler. *Bull. Inst. Oceanog. Monaco*, N° 390.
- LINDNER, M. J. y W. W. ANDERSON, 1956. Growth, migration, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. *Fish. Bull. Fish. Wildl. Serv. U. S.*, 56 (106): 553-645.
- LINDNER, M. J. y H. L. COOK, 1967. Synopsis of biological data on the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus) 1767. In Actas de la Conferencia Científica Mundial sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas. *FAO Fisheries Reports*, 57 (4): 1439-1469, 1 fig., 4 tab.
- LOESCH, H., 1965. Distribution and growth of penaeid shrimp in Mobile Bay, Alabama. *Publs. Inst. mar. Sci. Texas*, 10: 41-58.
- LOYO-REBOLLEDO, M. E. 1965. Notas acerca de la flora de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 36 (1-2): 61-64.
- MARGALEF, R., 1969. Comunidades planctónicas en Lagunas Litorales. In Lagunas Costeras un Simposio. *Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, Nov. 28-30. 1967, México, D. F.* ...: 545-562, 3 figs., 1 tab.
- OKUDA, T., 1965. Consideraciones generales sobre las condiciones ambientales en la Laguna y Río Unare. *Bol. Inst. Ocean. Univ. de Oriente. Cumaná Venezuela*, 4 (1): 136-154.
- OSTENFELD, C. H. y P. JESPERSEN, 1924. Standard net for plankton collections. *Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Publications de circonstance N° 84, Copenhagen*.
- OXNER, M., 1920. Chloruration par la méthode de Knudsen. *Bull. Comm. Internat. l'explor. Scient. de la Mer Méditerranée*. N° 3.

- PÉREZ-FARFANTE, I. 1969. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fishery Bull. U. S. Fish Wildl. Serv.* 67 (3): 461-591.
- PRITCHARD, D., 1952. Salinity distribution and circulation in the Chesapeake Bay estuarine system. *J. mar. Res.*, 11 (2): 106-123.
- RAGOZKIE, R. A., 1959. Plankton productivity in estuarine waters of Georgia. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 6: 146-158.
- REEGAARD, P. E., 1953-54. Observations on spawning and larval history of the shrimp *Penaeus setiferus* (L.), *Publs. Inst. mar. Sci.*, 3: 75-105.
- RESÉNDEZ MEDINA, A. (1973). Estudio de los Peces de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 183-281, 62 figs.
- RICHARDS, F. A. y T. G. THOMSON, 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II. An spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. *J. mar. Res.*, 11: 156-172.
- ROCHFORD, D. J., 1951. Studies in Australian estuarine hydrology. I. Introductory and comparative features. *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 2 (1): 1-116.
- RODRIGUEZ, G., 1964. Informe al Instituto Nacional de Canalizaciones sobre la biota de la Bahía El Tablazo. *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas*, 1-80 pp. (mimeograf.)
- , 1965. Physical parameters of Maracaibo Estuary and their ecological implications. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. Seventeenth Annual Sess.*, 42-50 pp.
- , 1966. Informe al Instituto Nacional de Canalizaciones sobre Estudios Hidrobiológicos en el Estuario de Maracaibo. *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas*, 1-150 pp. (mimeograf.)
- SILVA-BÁRCENAS, A., 1963. Sistemática y distribución de los géneros de diatomeas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol. Bol.*, 67 (2): 1-31.
- SUÁREZ-CAABRO, J. A. y S. GÓMEZ-AGUIRRE, 1965. Observaciones sobre el plancton de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Bull. mar. Sci.*, 15 (4): 1072-1120.
- TABB, D. C., 1966. Treasure those estuaries. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. Eighteenth Annual Sess.*, 47-50 pp.
- TEMPLE, R. y C. FISHER, 1965. Vertical distribution of the planktonic stages of penaeid shrimp. *Publs. Inst. mar. Sci.*, 10: 59-67.
- UTERMÖHL, H., 1936. Quantitative methoden zur untersuchung des nannoplankton. *Hadbuch der biologischen Arbeits methoden de Abderhalden, Abt IX*, 2 (11): 1879-1937.
- VILLALOBOS, A., J., A. SUÁREZ-CAABRO, S. GÓMEZ, G. DE LA LANZA, M. ACEVES, F. MANRIQUE y J. CABRERA, 1966. Considerations on the hydrography and productivity of Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. Nineteenth Annual Sess.*, pp. 75-85.
- VILLALOBOS, A., J., CABRERA, F. MANRIQUE, S. GÓMEZ, V. ARENAS y G. DE LA LANZA, 1969. Relación entre postlarvas planctónicas de *Penaeus* sp y caracteres ambientales en la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. In *Lagunas Costeras, un Simposio, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO, nov. 28-30, 1967, México, D. F., 601-620, 21 figs.
- VILLALOBOS, A. S., GÓMEZ, V. ARENAS, A. RESÉNDEZ y G. DE LA LANZA. Estudios Hidrobiológicos en la Laguna de Tamiahua (1966/1967) (en prensa).
- WEYMOUTH, F. M., M. J. LINDNER y W. W. ANDERSON, 1933. Preliminary report on the life history of the common shrimp *Penaeus setiferus* (Linn.) *Bull. Bur. Fish.*, 48 (14): 1-26.
- WILLIAMS, A. B., 1953. Identification of juvenile shrimp (Penaeidae) in North Carolina. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 69: 156-160.
- , 1955a. A survey of the North Carolina shrimp nursery grounds. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 71 (1): 200-207.
- , 1955b. A contribution to the life histories of commercial shrimps (Penaeidae) in North Carolina. *Bull. mar. Sci. Golf Carib.*, 5 (2): 116-146.
- , 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (*Penaeus*) in North Carolina. *Bull. mar. Sci.*, 9 (1-4): 281-290.
- , 1960. The influence of temperature on osmotic regulation in two species of estuarine shrimps (*Penaeus*). *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole.*, 119 (1): 560-571.
- YÁNEZ, A., 1963. Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol.*, 67 (1): 1-47.
- ZARUR-MENEZ, A., 1962. Algunas consideraciones geobiológicas de la Laguna de Términos, Campeche, *Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat.*, 23: 51-70.
- ZEIN-ELDIN, Z., 1963. Effect of salinity on growth of postlarval penaeid shrimp. *Biol. Bull.*, 125: 188-196.