

E

UE

1 y
93

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

14
93

FACULTAD DE CIENCIAS

EFEECTO DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA SOBRE EL BALANCE HIDRO-
SALINO DE LOS PENEIDOS DE LA LAGUNA DE MANDINGA, VERACRUZ.

TESIS QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE BIOLOGO PRESENTA

ADOLFO SANCHEZ ZAMORA

MEXICO 1979

6427



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EFEECTO DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA SOBRE EL BALANCE HIDRO-SALINO DE LOS PENEIDOS DE LA LAGUNA DE MANDINGA, VERACRUZ.

INTRODUCCION

Las especies estuarinas y costeras están expuestas a amplias fluctuaciones de los factores ambientales, entre ellos a diluciones del agua de mar y así, ellas muestran una variable capacidad para mantener su hemolinfa hiperosmótica al medio diluido, habiéndose reportado que el gradiente mantenido entre la hemolinfa y el medio se incrementa cuando la concentración de este último declina (Lockwood, 1962; 76; Robertson, 1960); por lo tanto con, el objeto de mantener el balance hidrosalino en los diversos medios, estos organismos pueden hacer uso de diversos mecanismos de regulación osmótica tanto en medios hiperosmóticos (Prosser, 1973; Hoar, 1973; Vincent-Marique y Gilles, 1970), como en medios hiposmóticos (Lockwood, op.cit; Robertson, op.cit).

Los estudios de osmorregulación en peneidos tienen gran importancia práctica, puesto que el conocimiento de las condiciones óptimas bajo las cuales pueden mantenerse estos organismos, puede ayudar en las prácticas de cultivo, ya que resulta razonable suponer que bajo condiciones de isosmoticidad el trabajo osmótico sería mínimo y el crecimiento se aceleraría, disminuyendo así la mortalidad natural (Panikkar, 1968). Así el análisis de los procesos fisiológicos permitiría ahondar en el conocimiento de la vida de estas especies por lo que se hace necesario incrementar este tipo de investigaciones para descubrir los mecanismos que les permiten mantener la homeostasis ante la multiplicidad de microambientes encontrados en el estuario.

Muchas de las especies de peneidos poseen ciclos migratorios durante toda su vida: de estas especies Penaeus aztecus (Ives), Penaeus setiferus (Linnaeus) y Penaeus duorarum (B), se encuentran a lo largo de la costa Mexicana del Golfo de México, lo cual ha sido reportado en una amplia revisión por Pérez-Farfante (1969) de donde se conoce que estos organismos pasan una parte de su vida en mar abierto, donde las condiciones de salinidad y temperatura son más estables y otra, en aguas salobres donde esas condiciones cambian ampliamente.

De las dos especies de peneidos antes mencionados P.aztecus y P.setiferus, se encuentran en estadio juvenil en el área del Sistema Lagunar de Mandinga, Ver. el cual puede considerarse como una región de intercambio dinámico donde el agua de un medio dulceacuícola se mezcla con el agua de mar, lo que ocasiona

amplias fluctuaciones de salinidad y temperatura y acorde con esto, variaciones del oxígeno disuelto. Estos factores actúan limitando la distribución y supervivencia de los camarones debido a los problemas osmóticos que les ocasionan dadas las características del ciclo de vida que presentan. Asimismo dichos cambios les confieren características particulares respecto a la mantención de la homeostasis entre su medio interno y el medio externo cuando migran del mar a zonas salobres y viceversa.

La habilidad para regular la hemolinfa de parte de los camarones, esta relacionada con una gran variedad de habitats y modelos de comportamiento, los cuales fueron probablemente desarrollados por aquéllos animales expuestos a grandes fluctuaciones de salinidad (Lockwood, 1976).

En lo que concierne a las especies citadas, se han realizado algunos estudios sobre su comportamiento osmorregulatorio (Williams, 1960; McFarland y Lee, 1963) en los que se ha determinado que existen diferencias en cuanto a las respuestas osmorregulatorias ante diversas condiciones de salinidad y temperatura. Así el primer autor al trabajar con P. aztecus juveniles de 42-100 mm y sub-adultos de 120-150 mm de longitud en un rango de salinidades de 10 a 30 ‰, encuentra que las pendientes de las curvas de osmorregulación cambiaban al modificarse la temperatura y el tiempo de adaptación, así como también al cambiar el tamaño de los organismos.

McFarland y Lee (op.cit) al trabajar con P. aztecus y P. setiferus en la fase adulta, a una temperatura de 27-28°C y en un rango de salinidad de 0 a 180 ‰, encuentra que ambas especies son isosmóticas en el rango de 27.7 a 28.3 ‰ S y son hiper e hiposmóticos abajo y arriba de estos valores, además, los camarones de esta especie presentan diferencias osmorregulatorias en salinidades inferiores a 23.3 ‰ y superiores a 40 ‰; estas variaciones estarían relacionadas con mecanismos de regulación osmótica y iónica mas eficientes para P. setiferus en medios diluidos, mientras que P. aztecus los presentaría en medios concentrados.

Cuando McFarland y Lee comparan sus resultados de P. aztecus con los de la misma especie de Williams (op.cit) en el rango de salinidad, temperatura y longitud en los cuales coinciden, encuentran resultados semejantes en cuanto al comportamiento osmótico de esta especie.

De los estudios previos de osmorregulación en peneidos que se ha hecho mención, se infiere que las respuestas osmóticas de estos organismos se ven afectados por diversos factores extrín-

secos e intrínsecos. Entre aquellos factores que resultan de especial interés y no han sido muy estudiados, se encuentran el periodo de adaptación que cada especie necesita para ajustarse a cambios de salinidad y temperatura, así como también la capacidad de ajuste ante tales cambios. También deben tomarse en consideración las diferencias osmorregulatorias en diferentes fases del ciclo de vida y la posibilidad de que diversas zonas geográficas, debido a regímenes particulares de salinidad y temperatura, originen razas fisiológicas entre los organismos de una misma especie adaptados a tales hábitats.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio se ha realizado con los siguientes objetivos:

- Conocer los efectos combinados de salinidad y temperatura sobre la concentración osmótica de los camarones Penaeus aztecus y Penaeus setiferus en estadio juvenil de Mandinga, Ver., y discutir las curvas de osmorregulación y los puntos isosmóticos de esas especies.

MATERIAL Y METODO

Los organismos empleados en este estudio se colectaron en el Estero de Mandinga perteneciente al Sistema Lagunar del mismo nombre, situado en el Estado de Veracruz, México. Durante los años de 1977 a 1978. Este sistema ha sido descrito ampliamente por Vázquez-Yanes (1971).

Las colectas se realizaron durante la noche, debido a los hábitos nocturnos de los organismos, en las empalizadas (arte de pesca fijo) que se encuentran a todo lo largo y ancho del estero, empleando una red de cuchara con una abertura de malla de aproximadamente 1 cm de diámetro, que es el mismo sistema que emplean los pescadores del lugar para pescar normalmente a estos organismos.

En este estudio se utilizaron camarones en estadio juvenil de las especies P. aztecus y P. setiferus con un rango de tamaño de 4 a 9 cm de longitud total para la primera especie y de 4.43 a 11.3 cm para la segunda. Los especímenes colectados fueron trasladados al laboratorio en bolsas de polietileno conteniendo agua del medio y con atmosfera saturada de oxígeno. En el laboratorio se mantuvieron en un acuario con agua recirculante, de aproximadamente 800 litros de capacidad con una salinidad de aproximadamente 30 ‰ y una temperatura de 20°C. El piso del acuario se cubrió con una capa de arena de playa de aproximadamente 5 cm de espesor para simular el sustrato natural. Los organismos fueron alimentados diariamente

con trozos de Mugil sp. (Dawson, 1957).

Los acuarios de adaptación de 40 l de capacidad estuvieron provistos de filtros exteriores de carbón activado y de calentadores de 40, 60 y 75 Watts para mantener la temperatura adecuada. Los niveles de oxígeno disuelto se mantuvieron a saturación empleando bombas y piedras de aireación. Los organismos empleados se identificaron de acuerdo a los criterios de Pérez-Farfante (1970).

Para preparar los medios experimentales se utilizaron sales sintéticas de agua de mar (Instant Ocean) y las diluciones se hicieron con agua de la llave previamente desclorinizada por aireación durante 24 hrs.

Todos los organismos que se emplearon se encontraban en la fase de intermuda y los que mudaron durante la fase experimental fueron desechados. Durante el período de experimentación los organismos no fueron alimentados y se mantuvieron con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad, además en todos los ensayos no se diferenció entre machos y hembras (Espina, et.al, 1976).

Se procedió a realizar dos tipos de experimentos: los concernientes a la adaptación de los organismos a cambios súbitos de salinidad y temperatura y los enfocados a la medición de la presión osmótica de hemolinfa (P.O) cuando fueron expuestos a las diferentes combinaciones de salinidad y temperatura.

ADAPTACION

Para determinar el período de adaptación de las dos especies se realizaron experimentos agudos sometiéndolos a cambios bruscos de salinidad y temperatura para, posteriormente, llevar a cabo los experimentos crónicos que conducirían al conocimiento del comportamiento fisiológico del organismo con el medio interno en equilibrio estable.

Los experimentos agudos se llevaron a cabo de la siguiente manera: los ejemplares de P.setiferus se trasladaron de 30 a 20°C y de 30 a 25°C manteniendo la salinidad en 13.2 ‰. Para esto se emplearon un total de 75 organismos.

Los especímenes de P.aztecus fueron sometidos a cambios de temperatura de 30 a 25°C a la misma salinidad del experimento anterior, así como también fueron expuestos a cambios de salinidad de 9 a 27 ‰ manteniendo la temperatura en 30°C. Aquí el número de organismos utilizados fue de 53. Tanto en cambios

de temperatura como de salinidad, los organismos de ambas especies no fueron alimentados.

Por motivos prácticos y de manera arbitraria se tomaron de tres a cinco individuos de cada especie y se les cuantificó la presión osmótica mediante la metodología que se empleó en el segundo experimento y que se describirá más adelante.

MEDICION DE LA PRESION OSMOTICA

Durante la segunda fase del experimento, los organismos fueron sometidos a combinaciones de salinidad y temperatura de la siguiente manera: se emplearon cinco combinaciones de salinidad (10, 25, 50, 75 y 100 % agua de mar (% A.M.)), con tres temperaturas 20, 25 y 30°C. En cada combinación se emplearon un total de 10 a 15 organismos, variando solamente el tiempo de adaptación.

Al finalizar el tiempo de adaptación se procedió a extraer la hemolinfa de los organismos (2 muestras por cada organismo) de la siguiente manera: se hizo una punción en la membrana toraco-abdominal, empleando un tubo capilar heparinizado de las siguientes dimensiones, 75 por 1.2 mm (Proper Manufacturing Inc). Previo a la obtencion de la muestra se secó la zona para evitar contaminación con el agua del medio.

Después que se tomaron las muestras, estas se congelaron inmediatamente en hielo seco: despues se les midio la P.O., mediante el Metodo del punto de fusion de Gross (1954) modificado por Welsh y Smith (1968), e introduciendo algunas modificaciones en este trabajo y se empleo el dispositivo señalado en la Fig 1. El Metodo consitió en colocar en un baño frio las muestras congeladas de hemolinfa así como las muestras de los estandares de referencia, ambos por duplicado. Dichas muestras se introdujeron en el dispositivo señalado, el cual contiene un baño de alcohol al 25% que se enfrio con hielo seco hasta aproximadamente -4°C. El baño se agito con un pequeño motor y un vastago para mantener uniforme la temperatura. Esta se registro con un termometro de 0.1°C de sensibilidad.

Para realizar las lecturas de las muestras, se calentó lentamente el baño (aproximadamente 1°C/15 min) y las muestras se observaron entre dos polaroides cruzados, lo que hizo que se vieran refringentes los cristales, debido a la luz que los iluminaba. Para una mejor observacion de los cristales, se colocó en la parte superior del dispositivo una lente de bajo aumento.

Ya obtenidos los puntos de fusion de cada conjunto de muestras en cada combinacion de salinidad y temperatura experimenta-

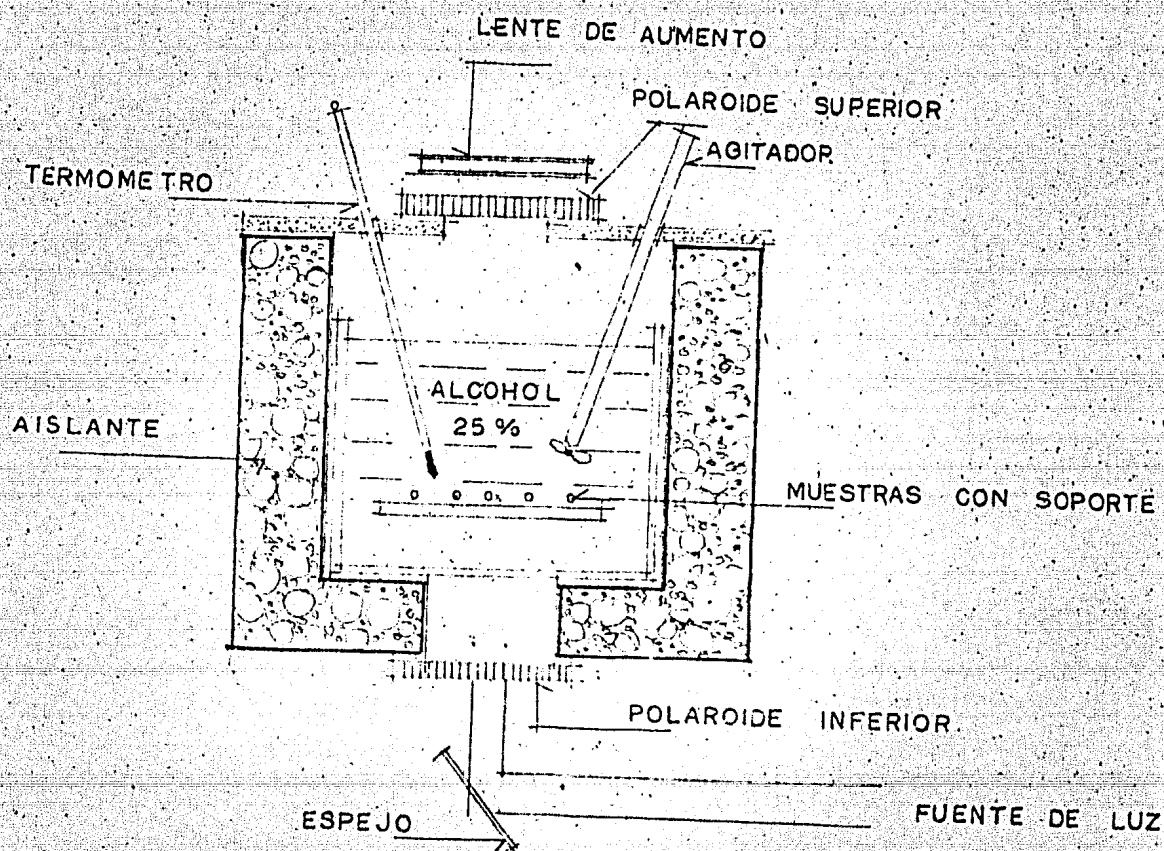


FIG. 1 - ESQUEMA DEL DISPOSITIVO EMPLEADO PARA MEDIR PRESION OSMOTICA DE MUESTRAS DE HEMOLINFA Y ESTANDARES POR EL METODO DE GROSS

das, se determinó la P.O. de las mismas, utilizando la ecuación de la recta patrón construida al graficar los puntos de fusión de muestras conocidas de NaCl (fig.2).

TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS DATOS

Las lecturas obtenidas en los diferentes experimentos fueron procesadas estadísticamente empleando los estadígrafos de uso común: Media, desviación estándar, error estándar y la prueba de "T". (Snedecor, 1956).

RESULTADOS

ADAPTACION.

Se midió la P.O. de Penaeus setiferus y Penaeus aztecus ante cambios súbitos de salinidad y temperatura. Los resultados de tales experimentos se presentan en las tablas I a la IV y figuras 3 y 4.

Cuando P. setiferus se trasladó de 30 a 20 °C y de 30 a 25 °C (tablas I y II y fig.3) a salinidad constante, la P.O. en ambos experimentos asciende en forma paralela hasta que en el primero alcanza su más alta concentración interna, de aproximadamente 23-°/oo, en un máximo de 55 horas. Desde este punto en adelante, desciende hasta que a partir de las 69 horas, se mantiene estable en aproximadamente 21.6 °/oo. En el segundo experimento se alcanzó la máxima concentración (23.4 °/oo) en 45 horas, de ahí hasta las 57 horas disminuye a 20.6 °/oo donde finalizó el experimento debido a que el número de organismos fué insuficiente. Sin embargo, se puede observar que la velocidad de acomodación del medio interno es semejante para los dos experimentos durante las primeras 45 horas de exposición a un medio con cambio de temperatura.

Por no poseer los datos para después de las 57 horas en el cambio de 30 a 25 grados, no se puede saber si ya está estabilizado el medio interno; aunque, si tomamos en cuenta que ante un cambio más amplio (30 a 20 °C) se alcanza la estabilización en 69 horas, es posible suponer que ante un cambio pequeño como el de 30 a 25 °C, el tiempo de adaptación será igual o más pequeño; por lo que se ha aceptado aquí que bastan 72 horas para que los organismos alcancen la homeostásis de su hemolinfa, bajo las condiciones antes mencionadas.

Cuando P. aztecus se cambió de 30 a 25 °C a la misma salinidad del experimento anterior (13.2 °/oo), se observa en la tabla III y fig. 4 que alcanza su máxima concentración interna de 23.4 °/oo, a las 12 horas después de la transferencia y enseguida, ésta disminuye en forma constante hasta las 50 horas. Desde

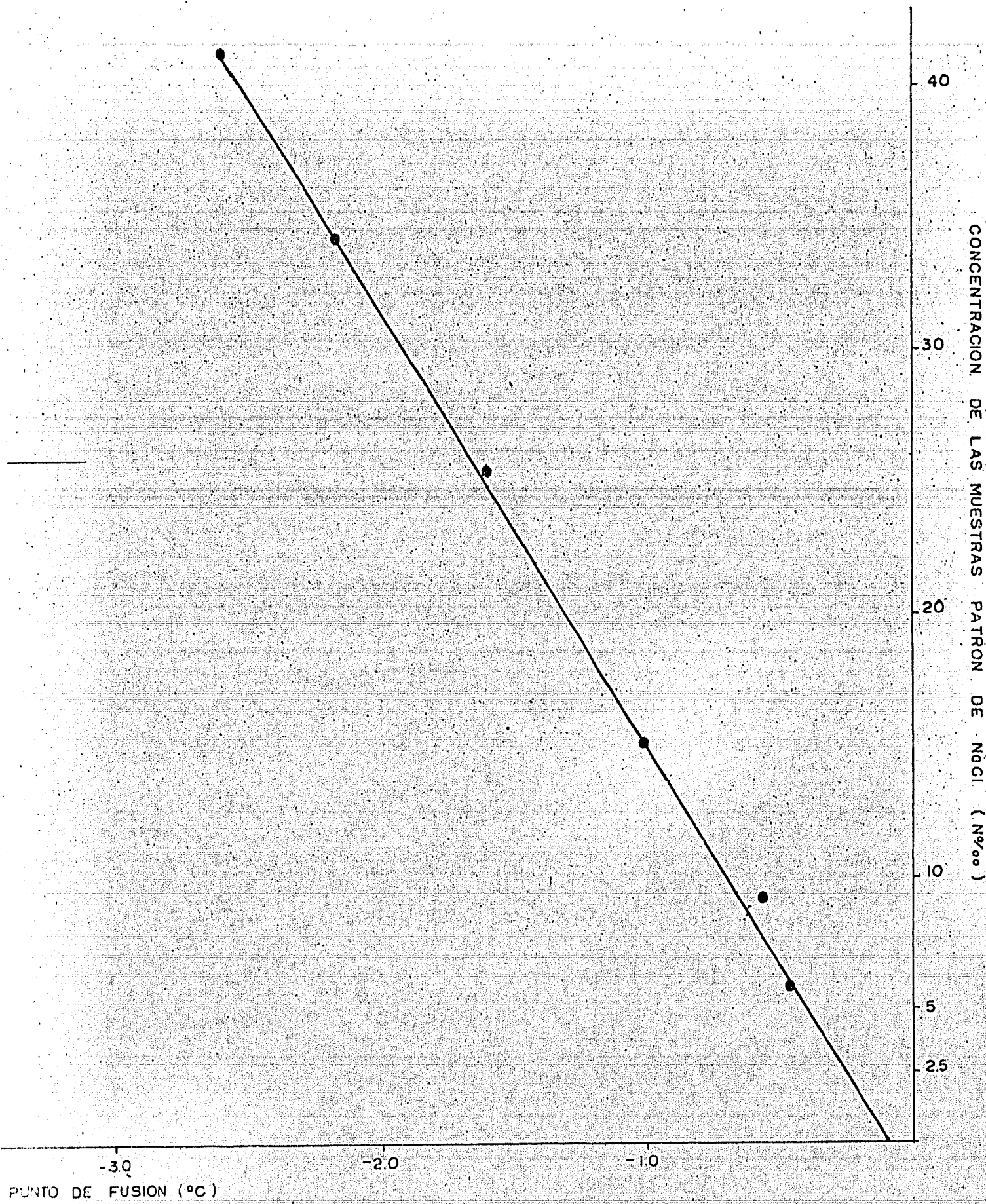


FIG. 2. — RECTA DE REGRESION DE LAS MUESTRAS PATRON DE NaCl $y = -1.55 - 16.62(x)$ $r = 0.99$

TABLA. I. - EXPERIMENTO DE ADAPTACION DEL MEDIO INTERNO DE P. setiferus ANTE UN CAMBIO DE TEMPERATURA DE 30-20°C A SALINIDAD CONSTANTE (13.2 ‰) n=45 T: 20±1°C

TIEMPO (hrs.)	n	Δi (‰ NaCl)
0	5	19.73±0.00
6	5	19.73±0.20
12	5	23.38±0.00
28	5	21.72±0
40	5	21.72
55	5	23.38
69	5	21.72
81	5	21.52±0.08
94	5	21.59±0.08

TABLA. II. - EXPERIMENTO DE ADAPTACION DEL MEDIO INTERNO DE P. setiferus ANTE UN CAMBIO DE TEMPERATURA DE 30-25°C A SALINIDAD CONSTANTE (13.2 ‰) n=30 T: 25±1°C

TIEMPO (hrs.)	n	Δi (‰ NaCl)
0	5	20.06
6	5	20.39±0.33
12	5	21.72
29	5	21.72
45	5	23.38
57	5	20.08

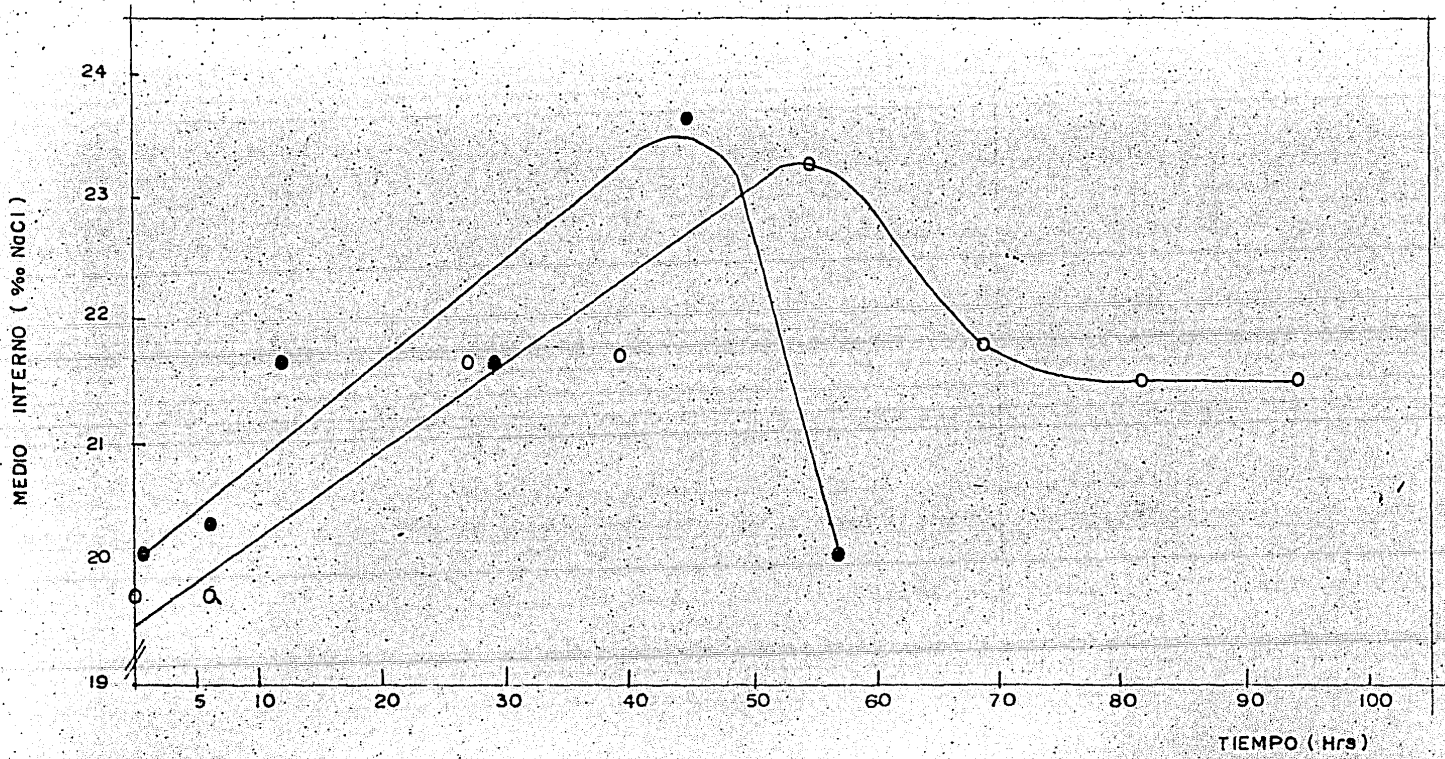


FIG. 3.- CURVA DE ADAPTACION DEL MEDIO INTERNO DE *Penaeus setiferus* ANTE VARIACIONES DE TEMPERATURA A SALINIDAD CONSTANTE (13.8)

● — 30-25°C , ○ — 30-20°C

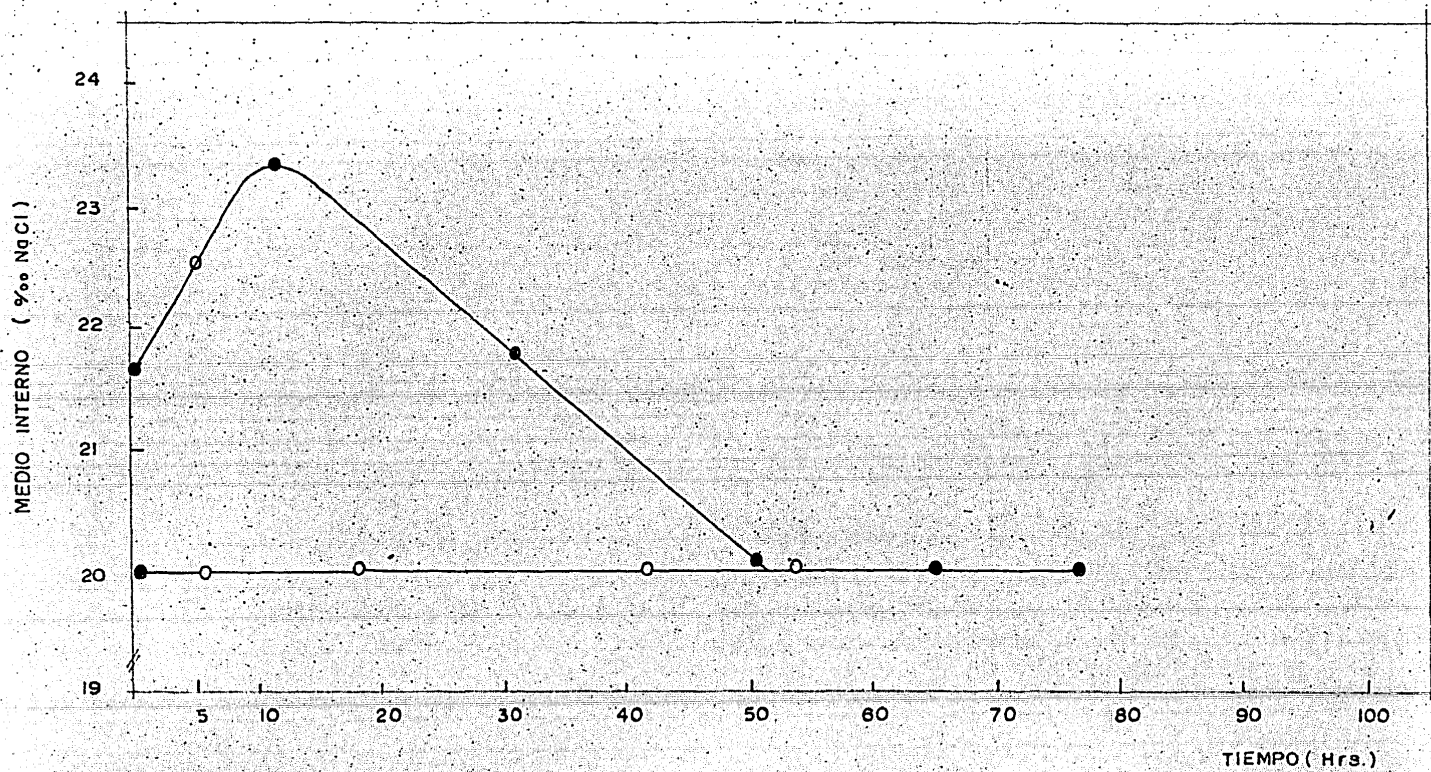


FIG. 4.- CURVA DE ADAPTACION DEL MEDIO EXTERNO DE Peneus aztecus

ANTE VARIACIONES DE TEMPERATURA Y SALINIDAD

DATOS DE LAS TABLAS III Y IV

● — 30-25°C a 13.16‰ ; ○ — 9-27‰ wa 30°C

este momento se mantiene estable en 20.1 ‰ hasta las 76 horas donde finalizó el experimento.

De lo anterior se desprende, que a diferencia de P.setiferus bastan solamente 12 hrs para que P.aztecus llegue a la máxima concentración interna y 50 hrs para alcanzar el estado estable bajo las condiciones señaladas.

Durante el periodo de adaptación de P.aztecus a cambio brusco de salinidad se observa en la Tabla IV y Fig 4 que el medio interno no se modifica a lo largo de las 72 hrs que duró todo el experimento.

OSMORREGULACION

En las Tablas V y VI se presentan los terminos medios y el error estandar (E.S.) de la concentración osmótica de ambas especies de peneidos, así como el número de individuos por experimento (N) y las salinidades examinadas a cada una de las temperaturas.

En las Figuras 5 y 6 se muestra el comportamiento osmótico del medio interno de las dos especies de peneidos estudiados expresado en ‰ de NaCl contra la salinidad del medio en ‰ agua de mar (A.M.) y ‰ de salinidad (‰ S) a las temperaturas de 20, 25 y 30°C en un rango de 10 a 112% A.M. (3.6 a 40 ‰ S). En la Figura 5 se observa que P.aztecus regula su medio interno tanto en bajas como en altas salinidades independiente de la temperatura.

A 30°C el punto isosmótico P.I. para P.aztecus es 82.2% A.M. equivalente a un medio interno de 29.6 ‰ de NaCl. A 25°C el P.I se encontró en 84.4% A.M. equivalente a un medio interno de 30.4 ‰ de NaCl. Cuando se comparan las temperaturas de 25 y 30°C la concentración de la hemolinfa en 10, 25 y 50% A.M. se diferencian en promedio de (3.9 ‰) en donde se nota que el gradiente osmótico a 30°C es mayor que a 25°C. A partir de 83.33 % A.M. las curvas de la concentración del medio interno se invierten.

De lo anteriormente visto (Fig 5) se desprende que existe un aumento constante de la concentración interna a ambas temperaturas así mismo el analisis de regresion de los valores medios de la concentración interna confirmo que las pendientes de las curvas son diferentes de cero, así tenemos que la ecuación de las curvas a 25 y 30°C son de la forma:

$$Y = b + ax$$

donde Y es igual a ‰ de NaCl del medio interno. b es la orde-

TABLA. V. - CONCENTRACION DE LA HEMOLINFA (en ‰ de NaCl) DE Panæus azteous, EN DIFERENTES COMBINACIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA. MEDIA \pm E. S.

TEMPERATURA (+ 1°C)	(n.)	% A.M. MEDIO EXTERNO	(‰ NaCl) MEDIO INTERNO
20	9	10	15.44 \pm 0.20
	9	25	15.81 \pm 0.37
	10	50	14.12 \pm 0.22
	8	75	22.29 \pm 0.32
	10	100	23.63 \pm 0.22
25	8	11.3	21.51 \pm 0.21
	10	27.3	22.72 \pm 0.11
	10	55	28.70 \pm 0.00
	10	81	29.20 - 0.00
	10	112	33.35 \pm 0.00
30	10	11.3	25.87 \pm 0.00
	10	29	26.70 - 0.00
	10	60	30.00 \pm 0.03
	10	81	28.37 \pm 0.00
	10	104	30.03 - 0.00

TABLA VI.- CONCENTRACION DE HEMOLINFA (% DE NaCl) DE *P. setiferus* A DIFERENTES COMBINACIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA MEDIA

N. numero de ejemplares utilizado

DATOS GRAFICADOS EN LA FIG. 6

TEMPERATURA	N	MEDIO EXTERNO (% A.M.)	MEDIO INTERNO (% NaCl)
20±1°C	4	10	17.39
	6	25	16.73
	7	50	15.07
	7	75	21.71
	3	100	23.38
30±1°C	3	10	15.07
	3	25	16.73
	6	50	18.39
	8	75	22.72
	6	100	25.04

TABLA VI.- CONCENTRACION DE HEMOLINFA (% DE Na Cl) DE *P. setiferus* A DIFERENTES COMBINACIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA MEDIA

N. numero de ejemplares utilizado

DATOS GRAFICADOS EN LA FIG. 6

TEMPERATURA	N	MEDIO EXTERNO (% A.M.)	MEDIO INTERNO (% Na Cl)
20±1°C	4	10	17.39
	6	25	16.73
	7	50	15.07
	7	75	21.71
	3	100	23.38
30±1°C	3	10	15.07
	3	25	16.73
	6	50	18.39
	8	75	22.72
	6	100	25.04

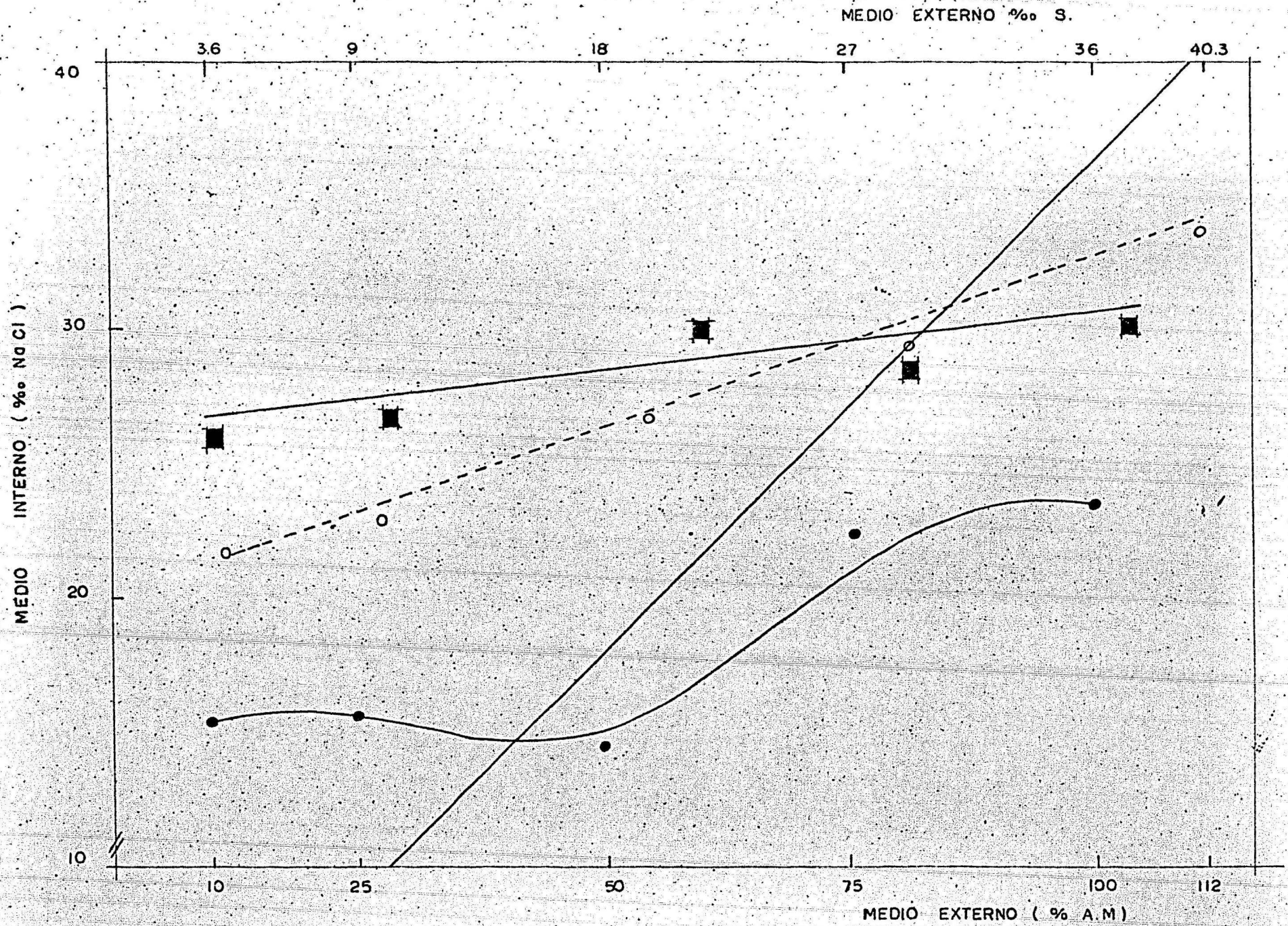


FIG. 5.- REGULACION OSMOTICA DEL MEDIO INTERNO DE *Pandalus aztecus* DESPUES DE 48 Hrs. DE ADAPTACION A DIFERENTES COMBINACIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA

DATOS DE LA TABLA V

● 20 °C, ○ 25 °C y ■ 30 °C

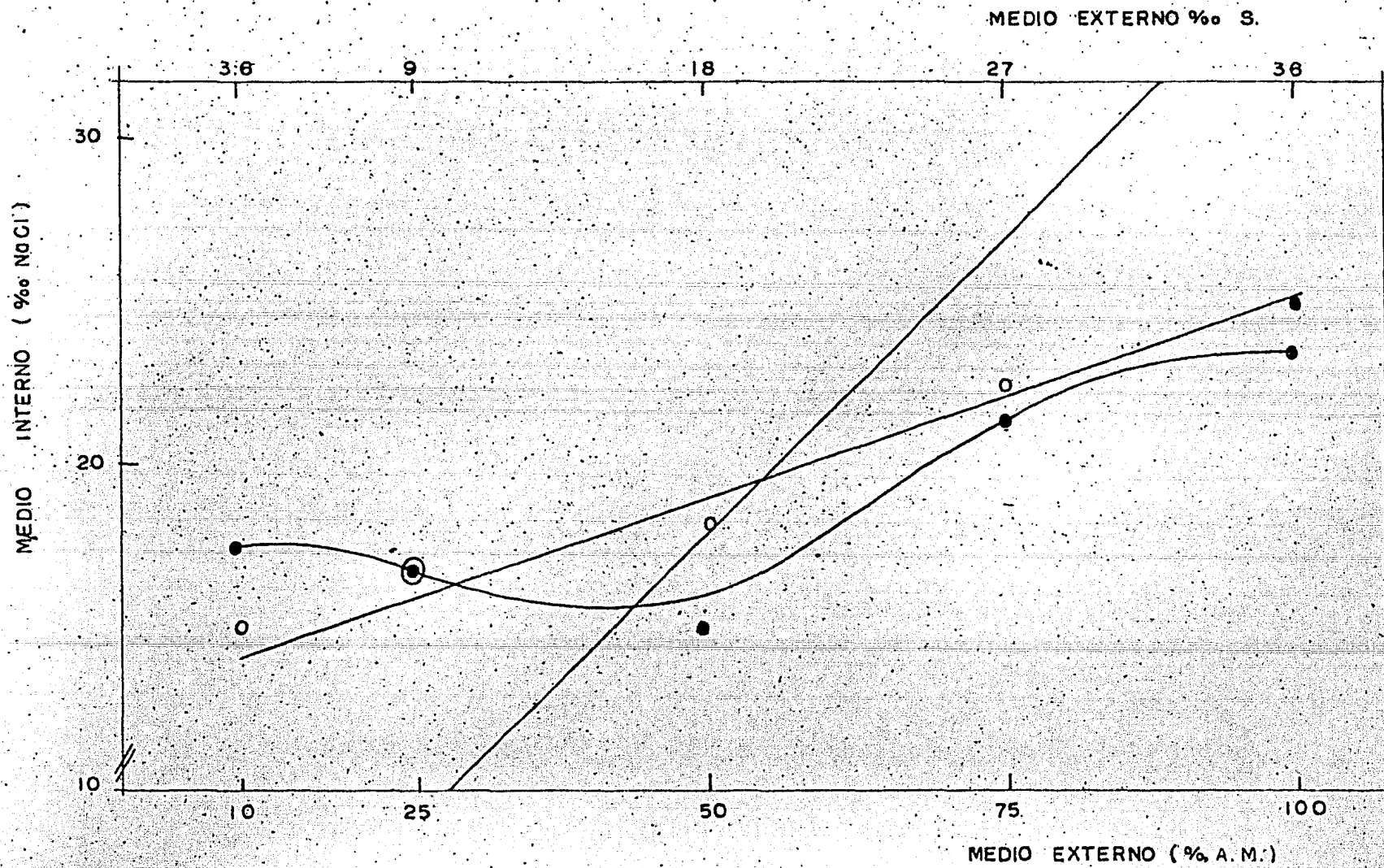


FIG. 6. — REGULACION OSMOTICA DEL INTERNO DE *Penaeus setiferus* DESPUES DE 72 Hrs. DE ADAPTACION A DIFERENTES COMBINACIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA

DATOS DE LA TABLA V

● — 20 °C y ○ — 30 °C

nada al origen, a es la pendiente (m) y x es igual a la salinidad del medio externo en ‰ y fue de:

$$Y = 19.89 + 0.33 (x)$$

A 30°C, la curva es:

$$Y = 25.7 + 0.12 (x)$$

Los coeficientes de correlación para las curvas fueron: a 25°C, $r = 0.98$; y para 30°C, $r = 0.90$, y las pendientes para ambas temperaturas fueron: 0.33 y 0.12 respectivamente.

A la temperatura de 20°C, el gradiente osmótico entre la hemolinfa y el medio externo es menor que aquéllos que se mantuvieron a 25 y 30°C, en todo el rango de salinidad estudiado. Entre 10 y 50 % A.M., a 20°C se observa una cierta constancia en la disminución del medio interno, este efecto se invierte notablemente entre 50 y 100 % A.M.. El punto isosmótico a esta temperatura se encontró en 39 % A.M., equivalente a un medio interno de 14 ‰.

En las tres temperaturas estudiadas, P. aztecus muestra patrones semejantes de regulación osmótica (fig. 5); en 25 y 30°C se mantiene hiperosmótico en salinidades menores a 75 % A.M. e hiposmótico en salinidades superiores. A 20°C se mantiene hiperosmótico en salinidades menores de 39 % A.M. e hiposmótico en salinidades superiores y se encuentra la regulación máxima entre 10 y 25 % A.M., mientras que en 25 y 30°C mantiene una diferencia constante entre el medio interno y el medio externo en todo el rango de salinidad estudiada.

La figura 6 muestra el comportamiento osmótico de P. setiferus ante variaciones de salinidad y temperatura. A 30°C se observa un aumento constante de la concentración de la hemolinfa en todas las salinidades y se encuentra el punto isosmótico en 54.4 % A.M. correspondiente a 19.6 ‰. Estos organismos mantienen su hemolinfa hiperosmótica al medio en salinidades inferiores a 55 % A.M. y se conserva hiposmótica en salinidades superiores a este valor. La ecuación que describe este fenómeno es:

$$Y = 13.7 + 0.31 (x)$$

$$r = 0.99$$

El comportamiento osmorregulatorio de esta especie a 20°C es similar al encontrado para P. aztecus a la misma temperatura (fig. 5), donde se muestra que P. setiferus es hiperosmótico a salinidades menores de 41 % A.M. e hiposmótico a salinida-

des superiores. El punto isosmótico a esa temperatura fue de 41 % A.M. que corresponde a 14.8 ‰.

En la figura 7 puede observarse la regulación osmótica de P. aztecus y P. setiferus a las diversas combinaciones de temperatura y salinidad. En la temperatura más baja (20°C), el comportamiento osmótico de ambas especies es similar, aunque en los puntos isosmóticos difieren en 1.4 ‰. Penaeus setiferus mantiene un gradiente osmótico ligeramente mayor (1.4 ‰) en las salinidades de 10 a 75 % A.M. y a partir de 89 % A.M., las concentraciones de ambas especies se igualan. Sin embargo, a 30°C P. setiferus mantiene una concentración osmótica menor que P. aztecus. Esta diferencia de gradientes en el rango de 10 a 40 % A.M. es de 10.8 ‰, mientras que entre 75 y 100 % A.M. la diferencia decrece a 6 ‰. Los puntos isosmóticos de ambas especies a 30°C son diferentes, siendo de 29.6 ‰ para P. aztecus y de 19.6 ‰ para P. setiferus.

DISCUSION

En vista de que el término adaptación varía en significado dependiendo del autor, en este trabajo se entenderá como cualquier cambio o respuesta de parte de un animal que favorece su supervivencia ante algún cambio en el ambiente que lo rodea, de acuerdo a los criterios de Prosser, Green y Chow (1955) y Gordon, et al. (1977).

Al respecto puede considerarse que P. aztecus se adapta con mayor rapidez a fluctuaciones bruscas de salinidad y temperatura, así, el tiempo que tarda esta especie en estabilizar su medio interno ante una alteración de esos factores, es de 48 horas; mientras que P. setiferus necesita un período de 72 horas ante un cambio de temperatura a salinidad constante.

La comparación de los resultados anteriores con los obtenidos por otros autores al trabajar con cangrejos y palaemonidos, permiten asegurar que existen diferencias propias de cada especie en cuanto al tiempo necesario para que se adapten a fluctuaciones de los factores señalados (Prosser, 1973; Spaargaren, 1972). En el caso de peneidos, se han reportado algunos resultados, por ejemplo, Penaeus duorarum (Burse y Lane, 1971) necesita de 24 a 48 horas para alcanzar la homeostasis de su medio interno. En cuanto a P. aztecus, Williams (op cit.) menciona que los juveniles de esta especie de las costas de Carolina del Norte, U.S.A., necesitan alrededor de 96 horas para alcanzar el equilibrio de su medio interno ante un cambio de salinidad en la temperatura de 28.3-28.8°C,

mientras que para P. setiferus existen datos incompletos en la literatura sobre el particular (Mc Farland y Lee, op cit.) los cuales exhiben diferencias con los del presente trabajo (ver tabla VII).

Con el objeto de establecer mayores comparaciones con los resultados de Williams y Mc Farland y Lee, se emplearon los datos de presión osmótica de P. aztecus juvenil control, del primer autor, en el rango de salinidad de 10 a 30 ‰ con 48 horas de adaptación y a la temperatura de 28.3-28.8°C. También se utilizaron los datos de presión osmótica de P. aztecus adulto, de Mc Farland y Lee, con 24 horas de adaptación, a la temperatura de 27 a 28.9°C y un rango de salinidad de 10.8 a 36 ‰. Con estos datos se obtuvieron las rectas de regresión del medio interno vs. medio externo por el método de mínimos cuadrados. Las rectas ajustadas de esta manera, son:

$$\text{adultos} \quad Y = 16.13 + 0.46 (x)$$

$$\text{juveniles} \quad Y = 15.11 + 0.43 (x)$$

Estas ecuaciones divergen de la obtenida en este estudio puesto que la pendiente para P. aztecus juvenil de Mandinga, Ver., es 0.12 y la ordenada al origen es 25.7 ‰. Las diferencias observadas con los camarones de Williams pueden deberse a una adaptación incompleta, ya que estos especímenes, según resultados de ese autor, estabilizan su medio interno hasta 96 horas después de estar en el nuevo medio; aquí la pendiente de la curva es de 0.32. Este valor también es diferente del encontrado en este trabajo, lo cual indicaría divergencias en los procesos osmorregulatorios de los juveniles de P. aztecus de las costas de Veracruz y aquéllos del Atlántico norte. Respecto a las discrepancias con los resultados de Mc Farland y Lee y los de este trabajo, puede mencionarse, además de los factores ya citados, el estado de desarrollo en vista de que estos investigadores usaron camarones en el estado adulto; otra de las posibles causas de variación en los resultados pueden ser las diferencias que se tuvieron en cuanto a la metodología para la obtención de la P.O.

Las comparaciones para P. setiferus juvenil de este trabajo y los adultos de la misma especie examinados por Mc Farland y Lee, no son factibles de realizarse ya que estos autores mezclan datos de presión osmótica de camarones muestreados en el lugar de colecta con los datos de aquéllos organismos adaptados a condiciones de laboratorio durante 24 horas y a un cambio en la salinidad; tales si-

BLA. III. - EXPERIMENTO DE ADAPTACION DEL MEDIO INTERNO DE P. aztecus ANTE UN CAMBIO DE TEMPERATURA DE 30-25°C A SALINIDAD CONSTANTE (13.16 ‰) n=35 T=25±1°C

DATOS GRAFICADOS EN LA FIG. 4

TIEMPO (hrs)	N	Δi (‰ NaCl)
0	7	21.72
6	7	22.55 ± 0.37
12	7	23.38
31	7	21.72
51	7	20.06
65	7	20.06
77	7	20.06

BLA. IV. - EXPERIMENTO DE ADAPTACION DEL MEDIO INTERNO DE P. aztecus ANTE UN CAMBIO DE SALINIDAD DE 9 ‰ - 27 ‰ S A TEMPERATURA CONSTANTE (30°C) n=18 T: 30 ± 1°C

DATOS GRAFICADOS EN LA FIG. 4

TIEMPO (hrs)	N	Δi (‰ NaCl)
0	3	20.06
6	3	20.06
18	3	20.06
30	3	18.39
42	3	20.06
54	3	20.06

tuaciones experimentales modifican las respuestas de los organismos, por lo que no es posible confrontar los datos que se tienen.

La comparación interespecífica de los resultados de osmorregulación de P. aztecus y P. setiferus en las diversas condiciones de salinidad y temperatura que se examinaron y que están comprendidas dentro del rango en que ambos factores se presentan en el medio natural, muestran que la regulación osmótica de los organismos presentó diferencias en cuanto al gradiente osmótico que ellos mantuvieron.

En la temperatura de 30°C P. aztecus mantiene un medio interno más concentrado que el de P. setiferus y la pendiente de las curvas de presión osmótica es más cercana a cero en la primera especie ($m = 0.12$) que en la segunda ($m = 0.31$) por lo que existe una mayor independencia de las fluctuaciones ambientales para P. aztecus que para P. setiferus.

Según Prosser (1973), un organismo es mejor regulador cuando mantiene una mayor independencia del medio externo, lo que concuerda con lo observado para P. aztecus. Asimismo, Panikkar (1968) ha mencionado que el mantenimiento de un gradiente menor entre la hemolinfa y el medio externo, similar al presentado por P. setiferus a la temperatura de 30°C, tiene un gran valor adaptativo para aquellos organismos que penetran a medios diluidos, ya que disminuyen los requerimientos energéticos para el mantenimiento de un medio constante a bajas salinidades. Lo anterior podría significar que P. setiferus está mejor adaptado a bajas salinidades que P. aztecus; tal capacidad de adaptación a estos hábitats, se alcanzaría por diferencias en uno ó varios de los mecanismos de regulación hiperosmótica, vale decir, procesos de captación activa de iones más eficiente, producción de orina diluida y reducción de la permeabilidad de la superficie corporal y branquial. El caso contrario de adaptación, se dá para P. aztecus en condiciones de alta salinidad y alta temperatura, ya que el medio interno de esta especie es más estable que el de la otra; de aquí se infiere que los mecanismos de regulación hiposmótica se encuentran más desarrollados en P. aztecus. Estas diferencias adaptativas podrían darse por eficiencias mayores en los procesos de excreción extra renal activa y pasiva de iones, producción de orina isosmótica a la hemolinfa y el transporte de no electrolitos del músculo a la sangre.

Ahora bien, en condiciones de baja temperatura (20°C) las dos especies presentan respuestas similares; tal com-

TABLA VII.- EFECTO DE LA TEMPERATURA Y PERIODO DE ADAPTACION
 SOBRE EL PUNTO ISÓSMOTICO (P.I.) DE CAMARONES

ESPECIE	TEMPERATURA (°C)	P. I. (‰ S)	ADAPTACION (Hrs)	AUTOR
<u>Peneus aztecus</u>	20.0	14.4	48	ESTE TRABAJO
<u>P. aztecus</u>	25.0	30.4	48	ESTE TRABAJO
<u>P. aztecus</u>	27. 28.9	30.6	24	Mo. FARLAND, et. al., 1963
<u>P. aztecus</u>	30.0	27.0	24	ESPINA, et. al., 1976
<u>P. aztecus</u>	30.0	29.6	48	ESTE TRABAJO
<u>P. setiferus</u>	20.0	15.4	72	ESTE TRABAJO
<u>P. setiferus</u>	27. 28.9	29.9	24	Mo. FARLAND, et. al. 1963
<u>P. setiferus</u>	30.0	27.0	24	ESPINA, et. al., 1976
<u>P. setiferus</u>	30.0	19.6	72	ESTE TRABAJO
<u>P. duorarum</u>	24.0	30.6	48	BURSEY, 1971
<u>P. duorarum</u>	26.8	25.0	48	WILLIAMS, 1960

portamiento podría atribuirse a que temperaturas tan bajas son poco frecuentes en el medio natural de estos organismos y sería razonable suponer que ambas especies compartirán mecanismos homeostáticos parecidos en bajas temperaturas, estos mecanismos diferirían en condiciones óptimas dadas por las características propias del hábitat de cada especie.

A 25°C no es factible comparar las curvas de regulación del medio interno de ambas especies, dado que sólo pudieron obtenerse para P. aztecus. Una posible explicación a lo anterior sería factible si consideramos los conceptos mencionados por Kinne (1970), este autor supone que las temperaturas intermedias afectan deletereamente la integridad de los organismos, ya que su efecto impide que los mecanismos energéticos trabajen óptimamente, por lo que existiría un desbalance en las funciones metabólicas que alteraría a los organismos de tal forma que podría incluso provocarles la muerte. Esto concuerda con los datos de presión osmótica obtenidos para P. aztecus, donde se observa un incremento constante del medio interno al variar la salinidad del medio externo, además de que no se obtuvo un rango óptimo de regulación. Los resultados de supervivencia para estas especies encontrados por Diaz y Latournerié (1979) en condiciones similares apoyan esta hipótesis, ya que P. aztecus presenta una disminución en la supervivencia y la de P. setiferus es casi nula.

En relación con los puntos isosmóticos de estos peneidos y su dependencia de la temperatura, se observó que estos variaron en relación inversa a la temperatura de adaptación. Este comportamiento es contrario al presentado por especies de aguas frías como es el caso de Crangon crangon (Weber y Spaargaren, op cit.), que cuando desciende la temperatura, la concentración del medio interno aumenta y el punto isosmótico se eleva.

A 20°C los P.I. de ambas especies son similares, lo que se explica porque los mecanismos de regulación pueden ser alterados por la baja temperatura, mientras que a 30°C el P.I. de P. aztecus es de aproximadamente de 10 ‰ mayor que el de P. setiferus, lo que corroboraría las proposiciones señaladas por otros autores, de que el mantenimiento de gradientes menores entre el medio interno y el medio externo de parte de los organismos, los capacita para habitar zonas de baja salinidad.

En varias investigaciones (Panikkar, op cit. y Lynch, et al., 1973) se ha enfatizado que la importancia del cono

cimiento de los P.T. de aquellas especies de crustáceos potencialmente explotables mediante la cria artificial, dado que sería razonable suponer que en condiciones de isosmotividad los organismos no harían uso de procesos activos para mantener la constancia de su medio interno con el consecuente ahorro energético, por lo que, bajo tales condiciones la supervivencia sería máxima y el crecimiento se aceleraría. De aquí se infiere la relevancia del estudio de los procesos fisiológicos, ya que estos conocimientos permitirían de terminar los factores que influyen en la supervivencia de las primeras fases larvales y poslarvales, en donde son más susceptibles a los factores del medio externo, por lo tanto, en condiciones de cultivo podrían seleccionarse ambientes para obtener mejores rendimientos, mientras que en condiciones de semicultivo sería posible ampliar y mejorar el hábitat de lagunas y esteros para camarones juveniles. Al conocerse la influencia de las condiciones del medio sobre el comportamiento osmótico, se podrían determinar los factores que inciden sobre las migraciones, la mortalidad y la reproducción de estos organismos; lo que conllevaría a aumentar las capturas y aún poder predecirlas.

Esta investigación ha seguido los lineamientos antes mencionados por lo que pretende constituir un aporte en este sentido; su importancia radica en que han podido delimitarse las combinaciones óptimas de los factores salinidad y temperatura sobre la osmorregulación para las dos especies de peneidos que se estudiaron; así, estos resultados apoyarían condiciones de semicultivo y cultivo para las especies en cuestión.

Como todo trabajo científico, este presenta sus limitaciones: en la parte experimental, el trabajo realizado sólo se efectuó dentro del rango de tolerancia de cada especie, por lo que en un futuro se recomienda delimitar también los rangos de resistencia que estos organismos presentan, así como realizar experimentos de supervivencia a largo plazo en las condiciones óptimas que se encontraron; en el aspecto ecológico, debiera investigarse el rango de salinidad en el cual estos organismos podrían encontrarse en condiciones naturales, así como la influencia que tiene la alteración de las relaciones iónicas, las cuales en zonas de estuarios y lagunas costeras pueden ser de importancia debido a la dinámica de estos ecosistemas.

Las perspectivas del presente estudio, así como las investigaciones que se sugieren, permitirían predecir lo que ocurriría a la fauna de un hábitat acuático particu-

lar.

Al respecto, puede considerarse que la zona donde se realizó esta investigación ha presentado en los últimos años disminuciones en los flujos de agua de mar que penetran al sistema lagunar, debido a que la boca del río Jamapa se encuentra azolvada casi en su totalidad. Tal proceso ha ocasionado que la producción de ostión, camarón y especies de escama que son capturadas se vean afectadas (miembros de la Cooperativa Pesquera de Mandinga, Ver., comunicación personal). Ante este problema, las autoridades del Municipio y la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, han comenzado a dragar el sistema lagunar con el objeto de aumentar el flujo de agua de mar; tal medida está basada en la suposición de que al aumentar la salinidad se incrementará la captura de las especies.

Resulta lógico pensar que cuando se abra la boca del sistema, las condiciones de salinidad se verán drásticamente modificadas, por lo que las especies que se encuentran adaptadas a las condiciones hasta hoy prevalecientes, se enfrentarán a un cambio brusco que sin duda alguna ocasionará una extensa mortalidad entre las poblaciones de organismos que ahí habitan.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten inferir que P. setiferus se verá afectado en mayor grado que P. aztecus, ya que ésta especie puede tolerar mejor las condiciones de alta salinidad como las que prevalecerán en el sistema después de producido el cambio.

CONCLUSIONES

i).- Penaeus aztecus es mejor regulador que Penaeus setiferus en condiciones de alta salinidad (50 a 100 % A.M.) y alta temperatura (30°C), mientras que P. setiferus regula mejor en medios diluidos (10 a 25 % A.M.) y temperatura baja (20°C).

ii).- Las especies de camarón estudiadas difieren en el tiempo de adaptación del medio interno ante cambios bruscos de salinidad y temperatura; siendo estos de 48 y 72 horas para P. aztecus y P. setiferus respectivamente.

iii).- Los especímenes mostraron regulación hiperosmótica en bajas salinidades e hiposmótica en concentraciones altas.

iv).- Los puntos isosmóticos en ambas especies cambiaron en forma directa al aumento de temperatura.

RESUMEN

En este estudio se trabajo con Penaeus aztecus y P.setiferus en estadio juvenil de Mandinga, Ver. Se determino previamente el tiempo de adaptación del medio interno de ambas especies ante cambios bruscos de salinidad y temperatura, encontrandose que P.aztecus necesito 48 hrs para alcanzar la homeostasis de la hemolinfa, en tanto que P.setiferus lo hace en 72 hrs.

Se estudio posteriormente el comportamiento osmorregulatorio en el rango de salinidad de 10 a 112% A.M., a 20, 25 y 30°C encontrandose que en bajas salinidades ambas especies regulan hiperosmoticamente su medio interno y hiposmoticamente a altas salinidades. P.aztecus mantuvo un gradiente osmótico mayor que P.setiferus en todas las combinaciones de salinidad y temperatura. El punto isosmótico (P.I.), varió al cambiar la temperatura.

Se enfatiza la importancia de los estudios fisioecológicos en relación a las practicas de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- Burse, R. C. & C. H. Lane. 1970. Osmoregulation in the pink shrimp Penaeus duorarum. Burkenroad. Comp. Biochem. Physiol. 39 A: 483-493.
- Dawson, C. E. 1957. Studies on the marking of commercial shrimp with biological stains. Special Scientific Report Fish. 231: 539-548.
- Diaz, H. F. y J. Latournerie C. 1979. Factores fisiocológicos que afectan la supervivencia y el metabolismo energético de los peneidos de la laguna de Mandinga Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. en prensa.
- Espina, A. S., A. Muñoz, R. Villalobos, F. Diaz, J. Latournerie y A. Sanchez. 1976. Metabolismo respiratorio y osmoconcentración de dos especies de peneidos de la laguna de Mandinga Ver. Memorias Del Simposio Sobre Biología y Dinámica de Poblaciones de Guaymas Son. Mex. II; 27-50.
- Gordon, M. S., G. A. Bartholomew, A.D. Grinnel, C. B. Jørgensen, F. N. Whita. 1977. Animal physiology principles and adaptation. Mc Millan Pub. Co. Inc. New York. 699 pp.
- Gross, W. J. 1954. Osmotic responses in the sipunculid Dendrostomum zosteriolum. J. Exp. Biol. 31:402-423.
- Hoar, H. S. 1978. Fisiología general y comparada. Ed. Omega, S.A., Barcelona.
- Kinne, O. 1970. Temperature. In Kinne, O. Ed. Marine Ecology, Vol. I Cap. I, Parte I: 407-616.
- Lynch, M. P., K. L. Webb & W.A. Van Engel. 1973. Variation in serum constituents of blue crab Callinectes sapidus: Chloride and osmotic concentration. Comp. Biochem Physiol. 44 A: 719-734.
- Lockwood, A. P. M. 1962. The Osmoregulation of Crustacea Biol. Rev. 37: 257-303
- Lockwood, A. P. M. 1976. Physiological adaptation to life in estuaries. 315-392. In: Adaptation to environment. Ed. R. C. Newell. Butterworths, London.
- McFarland, W. M. & B. D. Lee. 1963. Osmotic and ionic concentration of penaeidan shrimps of the Texas coast. Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb. 13 (3): 391-347.

- Panikkar, N. K. 1968. Osmotic behaviour of shrimps and prawns in relation to their biology and culture. F. A. O. Fish. Rep. 57 (3): 527-538.
- Perez-Farfante, I. 1969. Western Atlantic shrimps of the genus Penaeus. Fish. Bull. U. S Wild. Life. 67 (3): I-X-461-591.
- Perez-Farfante, I. 1970. Claves ilustradas para la identificación de los camarones marinos comerciales de America Latina. Mex. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Serie divulgacion, 3: 50 pp
- Prosser, C. L., W. Green. T. J. Chow. 1955. Ionic and osmotic concentration in blood and urine of Pachygrapsus crassipes acclimated to different salinities. Biol. Bull. 109: 99-107.
- Prosser, C. L. 1973. Comparative Animal Physiology. W.B. Saunders. Philadelphia. 966 pp.
- Robertson, J. D. 1960. Osmotic and ionic regulation. 317-319, In, The physiology of crustacea. Ed. T. H. Waterman. Academic Press. New York.
- Snedecor, G. W. 1956. Statistical Methods. 5th. ed., Iowa State College Press, Ames Iowa, ix + 534pp.
- Spaargaren, D. H. 1972. Osmoregulation in the prawn Palaemon serratus and Lysmata seticaudata from the bay of Naples. Neth. J. Sea Res. 6 (1-2): 205--212.
- Vazques-Yanes, C. 1971. La vegetación de la Laguna de Mandinga Veracruz. An. Inst. Univ. Nal. Auton. Mex. 1:49-94.
- Vincent-Marique, C. & R. Gilles. 1970. Modification on the amino acid pool in blood and muscle of Eriocheir sinensis during osmotic stress. Compar. Biochem. Physiol. 35:479-485
- Welsh, J. H. & R. I. Smith. 1965. Invertebrate Physiology. Burgess, Minnesota. 156pp.
- Weber, R.E. & D.H. Spaargaren. 1970. On the influence of temperature on the osmoregulation of Crangon crangon and its significance under estuarine condition. Neth. J. Sea Res. 5: 108-120.

Williams, A.B. 1960. The Influence of Temperature on Osmotic Regulation in Two Species of Estuarine Shrimps (*Penaeus*).
Biol. Bull. 19 (3): 560-571.