



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias Marinas

RESPUESTA OSMOTICA Y METABOLICA DE
***Atractoscion nobilis* (Ayres) ANTE VARIACION**
HALINA EN FUNCION DEL TIEMPO



TESIS
que para obtener el título de
OCEANOLOGO
presenta

Ana del Carmen Cruz Hernández

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA A 23 DE JUNIO DE 1994

RESUMEN

Se midió la concentración total, la del Na^+ , del K^+ , y del Cl^- en el plasma; el hematocrito y gasto metabólico en juveniles de Atractoscion nobilis en un rango de peso de 15 a 25 g. El período de aclimatación fue de 28 días a salinidades de 8, 15, 23, 33 (control) y 38 ppm. Se muestrearon a los 2, 4, 6, 14, 21 y 28 días, después de efectuar la transferencia. La exposición a 8 ppm causó un gran decremento en la concentración total, en la del Na^+ y del Cl^- del plasma. La transferencia a 15 y 23 ppm produjo un decremento menor que en 8 ppm; mientras que la exposición a 38 ppm de salinidad causó un notable incremento en los primeros días de exposición, sobreviviendo sólo hasta el día 21. El valor del hematocrito no mostró variación respecto al tiempo de exposición en 8, 15 y 23 ppm; y en los primeros 6 días en 38 ppm, lo que representó un indicador de la capacidad reguladora. El gasto metabólico aparentemente no se afectó por el proceso de aclimatación halina. La concentración de K^+ , no estuvo directamente relacionada a la regulación iónica y osmótica a nivel extracelular. Atractoscion nobilis mostró capacidad de control osmótico e iónico en condiciones de 8 a 38 ppm. En 38 ppm, a pesar de no perder la capacidad de regulación osmótica e iónica, Atractoscion nobilis no fue capaz de soportar tal condición por más de 21 días.


"RESPUESTA OSMOTICA Y METABOLICA DE Atractoscion
nobilis (Ayres) ANTE VARIACION HALINA EN FUNCION DEL
TIEMPO" .

T E S I S
QUE PRESENTA
ANA DEL CARMEN CRUZ HERNANDEZ.

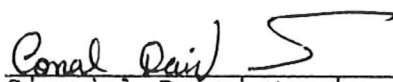
Aprobada por:



Presidente del jurado
M.C. Antonio Silva Loera.



Sinodal Propietario
M.C. Eugenio Carpizo Ituarte.



Sinodal Propietario
Ocean. Conal David True.

DEDICATORIA.

A mis padres Sergio Cruz Enríquez y Ana del Carmen Hernández de Cruz: Porque con su gran amor y apoyo incondicional han contribuido en mi formación personal y a lograr uno de mis más grandes deseos, ser oceanóloga. Gracias. Los quiero mucho.

A los "titles" Yelní, Sergio y Yahvé: Porque además de ser mis queridos hermanos son mis amigos con los que he tenido la dicha de compartir gran parte de mi vida y contar con ellos en cualquier momento. Gracias. Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Al Ocean. Conal David True por su amistad y apoyo en todo momento durante el desarrollo de la tesis.

Al M.C. Antonio Silva Loera, director de la presente, por sus valiosos consejos y recomendaciones que apoyaron el trabajo.

Al M.C. Eugenio Carpizo Ituarte por sus valiosas observaciones y recomendaciones que contribuyeron a la realización de la presente.

A Jocelyn y Eduardo por la gran ayuda en la realización del estudio.

A Zandra porque compartimos gratos momentos en el tiempo de experimentación.

A Celia, Laura, Rosario, Martha, Scarlett y Claudia, porque me han brindado su amistad en éstos años en los que hemos compartido momentos inolvidables.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en la realización de la presente.

INDICE.

	PAG.
I INTRODUCCION.....	1
II METODOLOGIA.....	7
III RESULTADOS.....	12
IV DISCUSION.....	37
V CONCLUSIONES.....	50
VI LITERATURA CITADA.....	52

LISTA DE TABLAS

	PAG.
TABLA I.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la tasa metabólica de <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05).....	18
TABLA II.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre el hematocrito en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05).....	21
TABLA III.-Valores medios y desviaciones estándar de los valores de concentración (total, de Na ⁺ , de Cl ⁻ y de K ⁺) del plasma de <u>Atractoscion nobilis</u> , transferida a salinidades diferentes durante 28 días.....	22
TABLA IV.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración interna total de <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05)..	29
TABLA V.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de Na ⁺ en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05).....	29
TABLA VI.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de Cl ⁻ en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05).....	30
TABLA VII.-Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de K ⁺ en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días (p<0.05).....	30
TABLA VIII.-Valores de la concentración (total, de Na ⁺ , de Cl ⁻ y de K ⁺) del agua de los acuarios con distintas salinidades.....	31

LISTA DE FIGURAS.

	PAG.
FIGURA 1.-Variación diaria de la temperatura en el agua de los acuarios durante el experimento.....	13
FIGURA 2.-Variación diaria de la concentración de amonia en el agua de los acuarios durante el experimento..	15
FIGURA 3.-Consumo de O ₂ específico del peso (QO ₂) de <u>Atractoscion nobilis</u> transferida durante 28 días a salinidades diferentes en temperatura de 19±0.3°C. Cada punto representa el valor medio y las barras su desviación estándar.....	17
FIGURA 4.-Variación del hematocrito en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida durante 28 días a salinidades diferentes. Cada punto representa el valor medio y las barras su desviación estándar.....	20
FIGURA 5.- Variación del índice de concentración total interna/externa en <u>Atractoscion nobilis</u> transferida a salinidades diferentes durante 28 días.....	35

I. INTRODUCCION

Todos los organismos que habitan la tierra, sean marinos de agua dulce o terrestres se encuentran influenciados por factores externos como agua, concentración de iones inorgánicos, salinidad, disponibilidad de espacio, alimento, oxígeno y bióxido de carbono, luz, presión, gravedad, temperatura y otros. Además de la presencia en el ambiente de otros animales y vegetales (Prosser y Brown, 1968).

La limitación ecológica de una especie está regida por selección natural, según sus límites de tolerancia. Un factor ambiental como la salinidad, puede circunscribir la distribución de un grupo (Prosser y Brown, 1968).

Los peces teleósteos marinos presentan una amplia capacidad de regulación osmótica e iónica, manteniendo sus fluidos corporales en concentraciones de $1/3$ ó $1/4$ del agua de mar normal (Levinton, 1982). Sin embargo la mayoría de ellos muestran variación de dichas capacidades. Algunas especies son capaces de regular sus fluidos corporales en un intervalo de salinidad relativamente restringido (estenohalinos), mientras que otras pueden hacer transiciones substanciales de salinidad (eurihalinos) y virtualmente modificar sus mecanismos regulatorios para contrarrestar los

movimientos de agua e iones (Evans, 1980).

La concentración interna de los peces marinos es menor que la del agua de mar (hipoosmóticos). La superficie de su cuerpo y especialmente la de sus branquias es permeable al agua, ocasionando que se deshidraten constantemente. Para compensar de algún modo la pérdida osmótica inevitable, beben agua de mar activamente. El agua que ingieren contiene sales, que aumentan su concentración dentro del cuerpo, lo cual representa un problema puesto que requieren eliminarlas. Para conseguir una ganancia neta de agua a partir de la ingestión de agua de mar, deben excretar las sales a una concentración mayor que la que se encuentra en el agua que ha sido captada. Esto lo efectúan mediante las branquias, que poseen doble función: regulación iónica, efectuada por las células del cloro e intercambio de gases mediante células respiratorias (Zadunaisky, 1984). La secreción de sales a través de las branquias sucede mediante un transporte activo, desde una concentración más baja en la sangre hasta una más alta en el medio que los rodea (Schmidt-Nielsen, 1976).

Los animales son afectados por los factores ambientales. Estos presentan variaciones mayores en aguas costeras que en oceánicas, además de modificarse estacional y geográficamente por las corrientes provenientes de tierra y los sistemas de agua dulce que provocan fluctuaciones en sedimentos,

salinidad y nutrientes (Vernberg, 1972). Los animales como parte de su dotación genética, poseen la capacidad de compensar tales variaciones y dar la respuesta fisiológica dinámica si el cambio ambiental se encuentra dentro de su intervalo normal (zona de tolerancia) o dentro del más extremo (zona de resistencia) (Hoar, 1975). En el proceso de dar respuesta fisiológica a los cambios del medio, suceden diferencias funcionales. Para valorarlas se utilizan experimentos donde varían las condiciones ambientales y se genera estrés al organismo. La supervivencia a largo plazo depende más de las circunstancias extremas que de las medias. Los animales presentan respuestas especiales frente a variaciones ambientales aplicadas bruscamente. En primer término, el estímulo lleva a una reacción de choque, que se puede manifestar mediante una alteración en las funciones orgánicas internas o de actividad externa. Estas pueden medirse, en función del tiempo. Después sigue el período de estabilización que persiste minutos u horas, durante el que suele medirse la actividad funcional. Si el estrés perdura días o semanas, muchos animales entran en una fase de aclimatación, que son los cambios funcionales de un organismo sometido a una variación sostenida de un factor ambiental simple, realizado generalmente en un laboratorio. Si la compensación es perfecta, la función sigue un ritmo

proporcionado a las condiciones ambientales. Si el organismo estabilizado reingresa al medio normal, aparecen sus funciones previas directamente. Si el organismo estuvo en estado de compensación, la función, al regresar a las circunstancias originales, sobrepasa los límites que tenía en tales condiciones, lo que indica que el animal se halla en un estado fisiológico alterado (Prosser y Brown, 1968).

La aplicación de experimentos relacionados con la fisiología de los peces es extensa en varios campos como: primero, determinando la combinación óptima de los factores que permitan el máximo rendimiento con menor inversión de aquellas especies de alto valor acuicultural; segundo, apoyando la descripción de zonas en donde se encuentren distribuídas las especies y su correlación con factores del medio; tercero contribuye para dar respuesta a fenómenos de migración, abundancia y mortalidad de poblaciones naturales.

La especie utilizada en el presente trabajo fue la curvina blanca Atractoscion nobilis (Ayres). Es el miembro más grande de la familia de los "roncadores" encontrado en las aguas de California en el Pacífico. Presenta un color azul-acero a gris-negro. Los juveniles tienen 4 o 5 barras oscuras verticales a los lados. Se distribuye desde Juneau, Alaska hasta Bahía Magdalena, Baja California; pero son menos comunes al norte de Punta Concepción. Las curvinas pequeñas

se encuentran normalmente cerca de las costas en bahías protegidas, mientras que los adultos se encuentran comúnmente cerca de mantos de algas, puntas rocosas y fuera de las costas de islas. Cuando las temperaturas del agua se encuentran por arriba de lo normal (18°C), se pueden encontrar grupos al norte de San Francisco. La curvina blanca es de hábitat pelágico. La temporada de desove comprende de abril a agosto con máximos en mayo y junio (Thomas, 1968). Es altamente apreciada en la pesca comercial y deportiva en las aguas del sur de California y Baja California; México (Vojkovich y Reed, 1983). Las capturas decrecieron en el período de 1950 a 1972, los datos sugieren que la curvina blanca se pesca muy cerca del límite máximo sostenible, tanto en California como Baja California (McCall et al., 1976).

Sobre la curvina blanca, se han realizado trabajos acerca de la larva (Margulies, 1989 y Orhun, 1989); distribución, edad y crecimiento de la larva tardía y los juveniles (Donohoe, 1990) así como la descripción de los estadios tempranos de especímenes de laboratorio y notas sobre su distribución (Moser et al., 1983). En la revisión de la información no se encontraron trabajos relacionados a la respuesta osmótica y metabólica de Atractoscion nobilis ante cambios de salinidad.

Dado lo anterior, los objetivos del presente trabajo

fueron los siguientes:

- Conocer la capacidad de regulación osmótica de Atractoscion nobilis frente a distintas condiciones salinas en función del tiempo.
- Estimar el gasto metabólico en dichas condiciones.

II. METODOLOGIA

El experimento se llevó a cabo con juveniles de Atractoscion nobilis (Curvina blanca) de un intervalo de peso de 15 a 25 g. Dichos organismos se obtuvieron del Hubbs-Sea World Research Institute de San Diego, California; E.U.. Bajo autorización zoosanitaria acuícola No. 280, de la Dirección General de Acuicultura, SEPESCA. Estos se mantuvieron en un tanque de capacidad de 1000 l, en el laboratorio de acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas de la U.A.B.C., con un flujo de agua de mar filtrada ($5\mu\text{m}$), a una temperatura ambiental de $19\pm 1^\circ\text{C}$. El tanque donde estaban los organismos se limpió diariamente, con un cambio de agua del 20%. Los peces se alimentaron diariamente con una dieta comercial, proporcionándoles el 5% de la biomasa total.

Para el experimento, se colocaron 5 acuarios con capacidad de 60 l c/u, acondicionados con un filtro biológico, colocándoles un calentador eléctrico (300 W) para mantener una temperatura constante de 19°C . Los acuarios tuvieron diferentes salinidades: 38, 33 (control), 23, 15 y 8 ppm. El agua de los acuarios se preparó con sal de la marca Fritz Super Salt y agua destilada, con el propósito de evitar la presencia de algún otro tipo de iones presentes en el agua

de la llave. Durante el experimento el agua de los acuarios se repuso adicionando agua destilada o agua de mar sintética; dependiendo de la necesidad de cada uno de ellos.

Los filtros biológicos de cada uno de los acuarios se activaron previamente agregándoles a cada uno 2ml de una solución de NH_4Cl 0.1M. Se midió diariamente la concentración de amonía en el agua de cada acuario por medio de un electrodo de amonía modelo 95-12 en un analizador de iones (marca ORION modelo EA 940). La temperatura con un termómetro $\pm 0.1^\circ\text{C}$ de precisión, la salinidad con un refractómetro ± 2 ppm de precisión y el pH con un medidor manual de pH ± 0.1 precisión.

Después de 20 días de haber obtenido los organismos se colocaron 18 peces en cada acuario. Las mediciones se realizaron los días 2, 4, 6, 14, 21 y 28 después de colocados los organismos en los acuarios.

Para llevar a cabo la estimación del metabolismo se midió el consumo de oxígeno específico del peso (QO_2). Se transfirieron 3 organismos de cada una de las salinidades en experimentación a un recipiente hermético individual con dos válvulas, una de entrada y otra de salida de agua; en la tapa del recipiente se hizo un orificio para introducir el electrodo por medio del cual se realizó la determinación. El consumo de oxígeno se midió polarográficamente con un

electrodo de oxígeno (modelo 97-08-99), y se leyó en el analizador de iones como la diferencia del consumo de oxígeno en un tiempo dado (Nordlie y Leffler, 1975; Maceina et al., 1980 y Chan y Woo, 1978). Con la finalidad de evitar el estrés respiratorio del organismo, las determinaciones concluyeron cuando los organismos consumían el 30 % del oxígeno inicial.

Todas las determinaciones de consumo de oxígeno se realizaron dentro de una cuba a temperatura de $19 \pm 0.3^\circ\text{C}$.

Después de realizar la extracción de sangre, los organismos fueron sacrificados, posteriormente se midió el volumen desplazado en una probeta de 100 ml, se les eliminó el exceso de agua con un papel secante y se procedió a obtener el peso húmedo en una balanza analítica de ± 0.01 g de precisión, posteriormente se obtuvo el peso seco colocándolos en una estufa a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas.

La QO_2 está expresada en $\text{ml O}_2/\text{g/h}$ y la fórmula utilizada para determinarla fue la siguiente:

$$QO_2 = [((\text{Cons O}_2/\text{tc}) * 60) / \text{Vol} * 0.6998] / \text{Ps}$$

Donde:

QO_2 = Consumo de oxígeno específico del peso expresado
en $\text{mlO}_2/\text{g/h}$.

Cons O_2 = Oxígeno consumido por el organismo en $\text{mg O}_2/\text{l}$

tc = Tiempo del consumo de oxígeno expresado en minutos.

Vol= Volumen de la cámara respiratoria en l

60=Para estandarizar el consumo a una hora.

0.6998= Para convertir de mg a ml.

Ps= Peso seco del organismo en g.

El muestreo se realizó al final de la medición de consumo de oxígeno de cada grupo de organismos, consistió en sacarlos de las cámaras respiratorias, extraerles sangre de la vena del pedúnculo caudal con una jeringa de insulina de 1cc; la sangre se transfirió a tubos capilares para microhematocrito heparinizados (Heparina de Amonio), después se centrifugaron a 10,000 rpm durante 3 minutos.

El hematocrito indica la proporción de suero en relación a la proporción del precipitado celular en la sangre. Se determinó midiendo en los tubos capilares la longitud en cm del precipitado de células sanguíneas y la longitud del suero sanguíneo. Ambos valores se convirtieron en porcentaje y finalmente el hematocrito está dado del porcentaje de suero entre el porcentaje del precipitado de células sanguíneas.

Se cortaron los tubos capilares para obtener el suero sanguíneo y colocarlo en tubos Eppendorf con tapa, capacidad de 1.7 ml.

La concentración total interna refiere la cantidad de solutos totales expresados en mOsm/l que se encuentran en la sangre. Para su estimación se transfirieron submuestras de

suero de 70 μ l a nuevos tubos Eppendorf. La medición se realizó con un microosmómetro (μ Osmette).

Por cada determinación como las descritas, se obtuvo una muestra del agua de mar de los acuarios y se determinó la concentración total externa.

Para la medición de la concentración interna de Na^+ , K^+ y Cl^- se utilizaron las mismas submuestras empleadas en la medición de la concentración total interna. La medición se llevó a cabo con un analizador de iones de Na, K y Cl, (marca CIBA CORNING modelo 644).

Asimismo se obtuvo una muestra de agua de mar de cada acuario y se determinó la concentración de Na^+ , K^+ y Cl^- externa por muestreo.

El proceso descrito para el muestreo de los organismos se realizó por triplicado y para cada uno de los tratamientos.

Los datos obtenidos en el experimento se sometieron a una prueba de normalidad de Kolmogorv- Smirnov. Posteriormente se les aplicó un análisis de varianza general de dos vías (Sokal y Rohlf, 1969 y Zar, 1984).

III. RESULTADOS.

MEDICION DE VARIABLES FISICOQUIMICAS DE LOS ACUARIOS.

TEMPERATURA.

En la figura 1 se presentan las temperaturas obtenidas durante el período de experimentación. En el acuario correspondiente a 8 ppm (a), se encontraron como valores máximo y mínimo 19 °C (día 9) y 18.3 °C (días 14, 21 y 23). En 15 ppm (b), la temperatura presentó ciertas variaciones , su valor máximo fue 19 °C (días 3 y 14) y su mínimo 18.5 °C (días 15, 16 y 25). La fluctuación de temperatura en el acuario de 33 ppm (d) fue similar a la de 15 ppm, su valor máximo se encontró en el día 5 con 19.2 °C, mientras que el mínimo (18.6°C) en los días 9, 15, 16, 22, 25 y 27. El intervalo de temperaturas más bajas lo encontramos en el acuario correspondiente a 38 ppm de salinidad (e), con la excepción de que al inicio de la experimentación se presentó un aumento de temperatura que llegó al máximo en el día 2 con 19.4°C, posteriormente los valores fueron menores, oscilando alrededor de 18.4 °C;

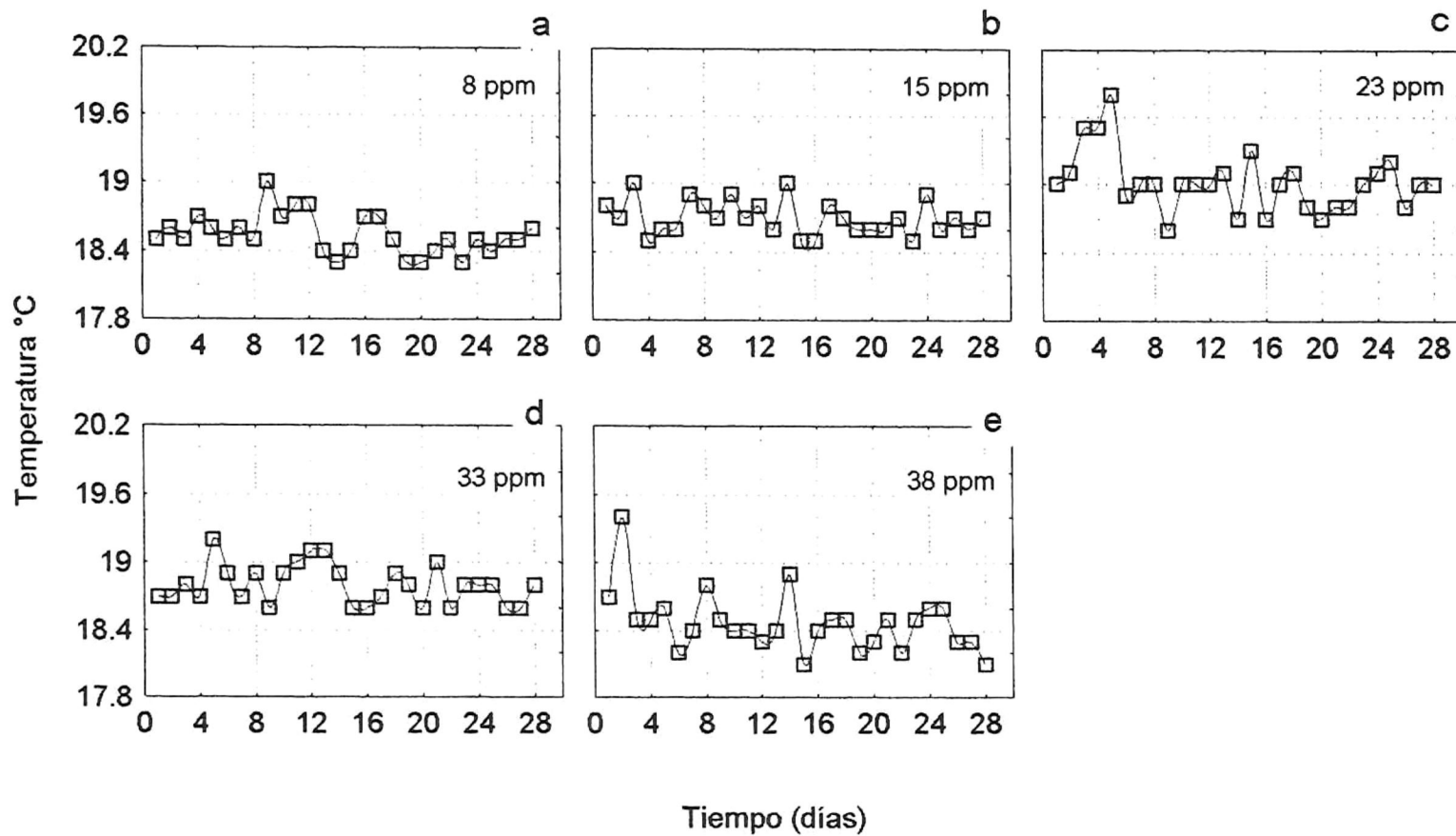


Fig.1- Variación diaria de temperatura en el agua de los acuarios .

siendo el mínimo 18.1 °C en el día 15. Como contraparte, en el acuario de 23 ppm (c), se obtuvieron las temperaturas más altas del grupo, las oscilaciones fueron de mayor amplitud, siendo el máximo de temperatura en el día 5 con 19.8 °C y el mínimo de 18.6 °C, en el día 9.

CONCENTRACION DE AMONIA.

Las variaciones de la concentración de amonia en los acuarios durante la experimentación se representan en la figura 2.

De manera general, se encontraron comportamientos similares en el agua de todos los acuarios, aunque algunos de ellos presentaron cierta variación. Existió un aumento en los primeros días. Los máximos alcanzados fueron de 0.599 ppM en 8 ppm de salinidad (a), de 0.525 ppM en 23 ppm (c), de 0.771 ppM en 33 ppm (d) y de 2.54 ppM en el acuario de 38 ppm (e). Este último tuvo la más alta concentración de todos los acuarios.

En el de 15 ppm (b), el aumento fue menor en comparación a los demás (0.24 ppM). A continuación se registró una disminución de la concentración manteniéndose hasta el día 18, en el cual volvió a aumentar; en esta ocasión los máximos fueron de 0.803, 0.837, 0.993, 0.864 y

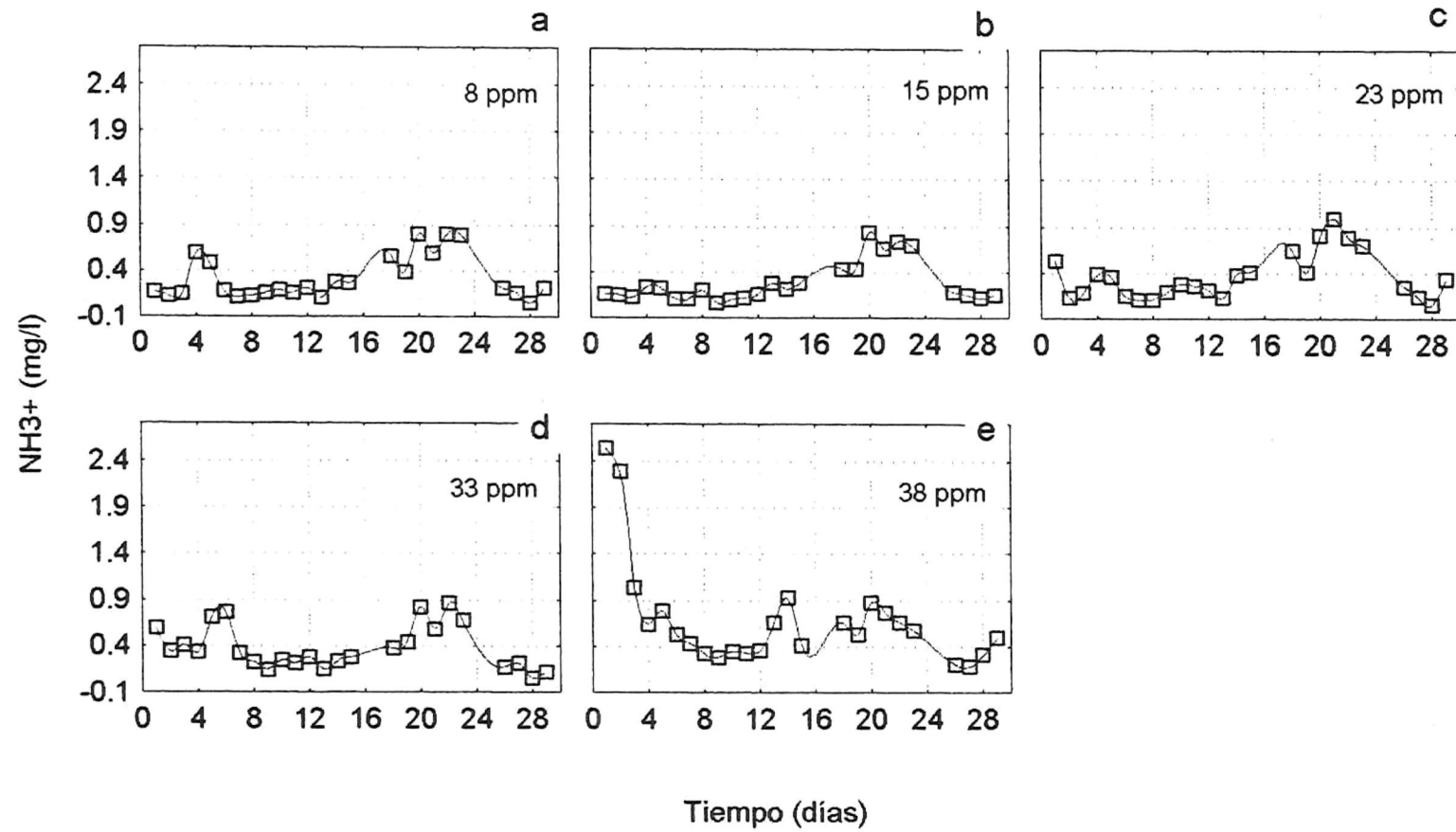


Fig.2- Variación diaria de la concentración de amonía en el agua de los acuarios

0.875 ppm en los acuarios de 8, 15, 23, 33 y 38 ppm de salinidad respectivamente. Las concentraciones tendieron a disminuir a partir del día 25, y sus valores fueron similares a los que se registraron después de que se presentó el primer aumento. En la salinidad de 38 ppm (e), a partir del día 12 se apreció una mayor variación de la concentración con aumentos y decrementos que continuaron hasta el final.

METABOLISMO.

El comportamiento de la QO_2 se muestra en la figura 3, en general, las variaciones de las curvas de todas las salinidades estuvieron dentro de un solo grupo excepto los organismos colocados en 38 ppm. La línea que describe la QO_2 de aquellos organismos de 33 ppm sometidos a la salinidad del medio natural (d), tuvo cierta oscilación, siendo su valor mínimo 0.922 ml O_2 /g/h (día 6) y su máximo de 1.211 ml O_2 /g/h (día 21).

En aquellos organismos mantenidos en tratamiento de 8 ppm (a), presentaron al principio una variación de la QO_2 , con un mínimo y máximo de 0.867 (día 21) y 1.292 ml O_2 /g/h (día 28) respectivamente .

La curva referente a la QO_2 de los organismos sometidos a 15 ppm (b) mostró leves variaciones y aumentó

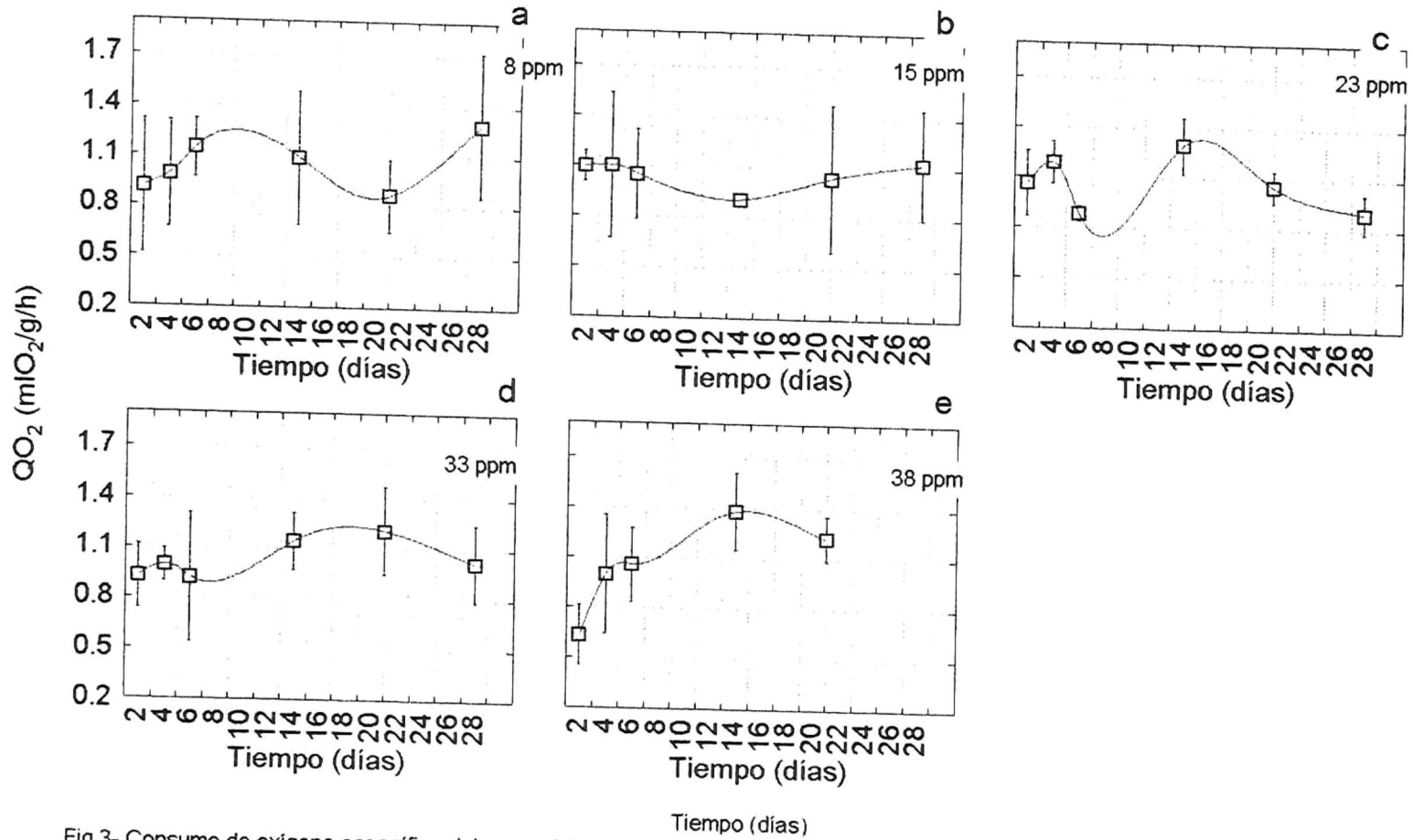


Fig.3- Consumo de oxígeno específico del peso (QO_2) de curvina blanca transferida durante 28 días a salinidades diferentes en temperatura de $19 \pm 0.3^\circ C$. Cada punto representa el valor medio y las barras su desviación estándar.

ligeramente en su lectura final. Por el contrario, en el conjunto de organismos en 38 ppm (e), se presentó una tendencia constante al aumento, con un valor máximo de 1.381 mlO₂/g/h (día 14), en dicho tratamiento los organismos permanecieron vivos únicamente hasta el día 21 de experimentación encontrando un notable aumento casi al doble del valor del inicio.

La variación en la QO₂ de los peces sometidos a salinidad de 23 ppm (c) mostró dos máximos siendo el primero 1.186 mlO₂/g/h (día 4) y el segundo de 1.294 mlO₂/g/h (día 14). El valor mínimo de la QO₂ se registró el día 6 con 0.882 mlO₂/g/h.

El análisis de varianza de dos vías aplicado indicó que en la QO₂, ningún factor fue significativo ($p < 0.05$). (Tabla I).

TABLA I.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la tasa metabólica de Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$).

Ef	df	MS	Error	F	p
S	4	.017832	50	.273974	.893400
T	4	.115533	50	1.775386	.148528
ST	16	.076523	50	1.175725	.318977

HEMATOCRITO.

Las variaciones del hematocrito debidas al efecto de la variación salina se presentan en la figura 4.

Los valores del hematocrito de los organismos colocados en 8 (a), 15 (b) y 23 ppm (c) fueron similares. El hematocrito de los peces de 8 ppm (a) tuvo un valor máximo y un mínimo de 2.70 (día 6) y 1.537 (día 14) respectivamente. En el grupo de 15 ppm (b) se presentó variación leve con un valor máximo de 3.103 (día 6). En aquellos colocados en 23 ppm (c) la variación fue muy ligera manteniéndose en valores cercanos a 2. Para los peces en 33 ppm (d) se presentó una oscilación del hematocrito; en el día 14 se encontró un máximo de 3.94, posteriormente hubo una disminución menos brusca que el ascenso finalizando con valor de 2.765 (día 28). Los valores máximos del hematocrito en los peces de 15 (b) y 33 ppm (d) tuvieron las desviaciones estándar más grandes en comparación con los demás grupos.

En los organismos en salinidad de 38 ppm hubo un aumento del hematocrito a partir del día 6.

Los peces en 33 (d) y 38 ppm (e), presentaron similitud en las curvas del hematocrito.

En un análisis de varianza general de dos vías se encontró que ningún factor fue significativo ($p < 0.05$) en el

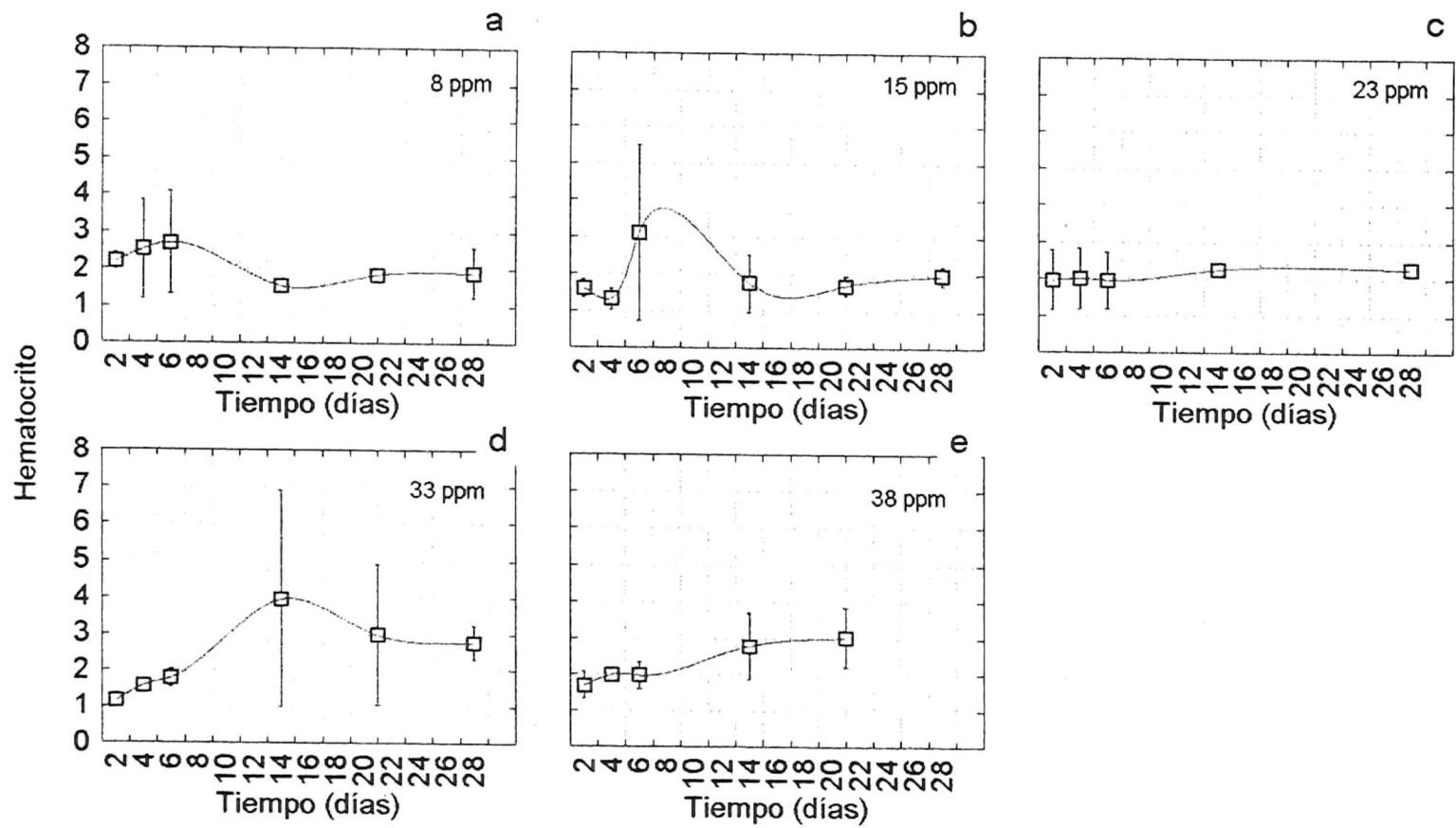


Fig.4- Variación del hematocrito en curvina blanca transferida durante 28 días a salinidades diferentes. Cada punto representa el valor medio y las barras su desviación estándar.

hematocrito (tabla II).

TABLA II.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre el hematocrito en Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$)

Ef	df	MS	Error	F	p
S	3	.525433	1.224350	.429153	.733219
T	4	1.721552	1.224350	1.406095	.249476
ST	12	1.796046	1.224350	1.466938	.177502

CONCENTRACION TOTAL INTERNA.

Los valores de la concentración total interna se muestran en la tabla III. Los peces colocados en 8 ppm, se mantuvieron en concentraciones del orden de 310.00 mOsm/l. En contraparte el grupo en 38 ppm tuvo valores correspondientes a 389.00 mOsm/l. En este último lo descrito sucedió solamente para el segundo y cuarto día de muestreo. Los organismos de los tratamientos restantes se encontraron en valores intermedios a los mencionados (328.00-377.00 mOsm/l).

La concentración total interna de los peces colocados en 15, 23 y 33 ppm, presentaron una variación similar. Con una concentración máxima de 370.33, 376.50 y 368.66 mOsm/l respectivamente, en el día 21 para 15 ppm, en el día 28 para 23 ppm y día 2 en 33 ppm. La concentración mínima fue 336.33, 328.00 y 341.66 mOsm/l respectivamente, siendo en los

TABLA III.- Valores medios y desviaciones estándar de la concentración (total, de Na+, de Cl- y de K+) del plasma de <i>A. nobilis</i> transferida a salinidades diferentes durante 28 días.									
8 ppm									
TIEMPO (días)	Tot(mOsm/l)		Na+(mmol/l)		Cl-(mmol/l)		K+(mmol/l)		
	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	
2	311	±7.34	145.66	±3.3	138	±2.16	4.33	±0.34	
4	316	±6.16	148.33	±2.62	139	±4.32	3.91	±0.79	
6	308.66	±10.20	149.66	±3.85	138.33	±1.7	3.5	±0.23	
14	324.33	±10.27	145.66	±5.79	136.66	±4.49	8	±1.02	
21	305	±4.54	143	±2.94	134	±0.0	7.14	±1.03	
28	314.33	±10.27	148	±4.08	138.33	±4.78	6.97	±1.04	
15 ppm									
TIEMPO (días)	Tot(mOsm/l)		Na+(mmol/l)		Cl-(mmol/l)		K+(mmol/l)		
	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	
2	355.66	±13.52	161.33	±4.19	148.66	±2.49	5.28	±1	
4	349.66	±7.40	161.66	±2.35	145	±0.81	3.17	±1.56	
6	336.33	±13.47	157.66	±4.71	142.66	±2.35	4.03	±0.11	
14	345	±5.35	153.66	±6.23	144.66	±2.49	6.18	±0.38	
21	370.33	±15.96	165.66	±7.13	151.33	±3.3	6.73	±0.43	
28	349	±2.16	163	±2.16	152.66	±2.35	4.59	±0.34	
23 ppm									
TIEMPO (días)	Tot(mOsm/l)		Na+(mmol/l)		Cl-(mmol/l)		K+(mmol/l)		
	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	
2	353.66	±6.94	159.66	±3.09	144.33	±0.94	5.15	±1.13	
4	349	±17.14	164	±8.28	149.33	±9.74	5.74	±1.58	
6	328	±8.04	154.66	±2.49	139	±2.82	5.05	±1.93	
14	343	±12.67	157	±1.41	146	±2.16	6.18	±0.65	
21	364.66	±1.88	163.33	±0.94	148.66	±1.88	5.84	±0.55	
28	376.5	±5.5	176.5	±1.5	159.5	±2.5	5.81	±0.32	
33 ppm									
TIEMPO (días)	Tot(mOsm/l)		Na+(mmol/l)		Cl-(mmol/l)		K+(mmol/l)		
	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	
2	368.66	±16.81	167	±5.35	155.33	±5.43	4.61	±2.66	
4	351.66	±5.79	160.66	±2.49	137.66	±1.88	5.55	±2.10	
6	341.66	±4.78	159.66	±0.94	139.66	±2.62	3.89	±0.59	
14	350	±11.22	161	±4.24	151	±2.44	6.26	±0.04	
21	361.66	±12.28	164	±4.89	147.33	±4.19	5.84	±0.36	
28	366.5	±13.5	177	±7	160	±7	5.33	±0.57	
38 ppm									
TIEMPO (días)	Tot(mOsm/l)		Na+(mmol/l)		Cl-(mmol/l)		K+(mmol/l)		
	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	Media	D Std	
2	389	±20.54	181	±9.27	161.33	±3.68	5.02	±0.89	
4	380	±16.87	170	±2.82	158.66	±7.58	6.13	±1.78	
6	347.33	±9.17	159.33	±5.73	143.66	±1.7	4.28	±0.58	
14	355.66	±10.53	166	±2.16	154	±0.81	5.64	±0.21	
21	360	±18.83	165.33	±6.94	152.66	±4.78	4.97	±0.15	

tres grupos en el día 6. Posteriormente se encontró un aumento que continuó hasta el final del experimento (día 28) en 23 y 33 ppm, mientras que en 15 ppm se registró un aumento. Sin embargo, al final volvió a disminuir la concentración a un valor menor que los dos anteriores (349.00 mOsm/l).

En el grupo de peces en 38 ppm, la concentración total interna se mantuvo alta en la primera semana de experimentación, con un máximo de 389.00 mOsm/l (día 2); el día 6 representó el valor mínimo de 347.33 mOsm/l, posteriormente la concentración total interna tendió a aumentar, sin embargo no rebasó concentraciones de 360.00 mOsm/l (día 21). A pesar de que los organismos sobrevivieron hasta el día 21 y a las grandes variaciones encontradas, después del día 6 se obtuvieron concentraciones similares a las de los organismos en 33 ppm.

En el grupo de peces en 8 ppm de salinidad, se encontraron variaciones leves durante el tiempo de estudio, conservando valores alrededor de 310.00 mOsm/l.

CONCENTRACION IONICA DEL ORGANISMO.

Ion Na^+ .

El comportamiento de la concentración de Na^+ , que se muestra en la tabla III, fue similar a lo obtenido en la concentración total.

Los peces que se encontraban en 8 ppm tuvieron valores bajos, en tanto que aquellos en salinidad de 38 ppm fueron los más altos. En éste último, lo descrito sucedió en el segundo y cuarto día de muestreo, mientras que el resto de los datos fueron semejantes a los registrados en los grupos de organismos colocados en 15, 23 y 33 ppm, correspondientes a valores entre 8 y 38 ppm.

La concentración de Na^+ en los organismos mantenidos en 33 ppm, presentó una tendencia al aumento: con un mínimo en el día 6 con 159.66 mmoles/l, finalizando en 177.00 mmoles/l (máximo). El conjunto de organismos en salinidad de 23 ppm presentó un comportamiento similar al anterior, con ciertas variaciones hasta el día 6, donde se encontró el valor mínimo de concentración de 154.66 mmoles/l, de allí hasta el final la concentración de Na^+ aumentó, finalizando en 176.50 mmoles/l, que fue muy cercano a lo obtenido en el de 33 ppm.

La variación de la concentración de Na^+ de los peces sometidos a 15 ppm de salinidad, presentó la concentración mínima de 153.66 mmoles/l (día 14). El máximo registrado fue 165.66 mmoles/l (día 21) . En los organismos colocados en 38 ppm, se encontró que en los primeros días de experimentación las concentraciones fueron mayores. Presentando el máximo de 181.00 mmoles/l en el día 2. Posteriormente tendieron a disminuir hasta la concentración mínima de 159.33 mmoles/l (día 6); y finalmente se presentó un ligero aumento, que alcanzó hasta 165.33 mmoles/l (día 21).

El grupo de peces mantenidos en 8 ppm, presentó una concentración de 145.66 mmoles/l (día 2), manteniéndose con cierta variación en valores cercanos al mencionado.

Ion Cl^- .

En la tabla III se muestra el patrón de concentración de Cl^- . Este presentó menor similitud al de la concentración total interna y la concentración de Na^+ .

Las concentraciones de Cl^- se presentaron desde 139.66 mmoles/l para 8 ppm, hasta 149.66 mmoles/l en 38 ppm, excepto en 33 ppm, que la concentración fue ligeramente menor a la de 23 ppm.

Los organismos colocados en 15, 23 y 33 ppm, desde el

día 2 hasta el 6, presentaron un comportamiento diferente. A partir del día 14, se comportaron de manera similar. El grupo de peces de 8 ppm, aunque tuvieron concentraciones bajas, no se encontraron muy alejados de los demás grupos de organismos.

En los peces que se encontraban en 33 ppm, se presentaron ciertas variaciones desde el día 2. La concentración mínima de Cl^- fue de 137.66 mmoles/l (día 4), posteriormente presentaron un incremento, finalizando con la concentración máxima registrada de 160.00 mmoles/l.

Los organismos pertenecientes a 15 y 23 ppm, igualmente presentaron variaciones en los primeros días, ligeramente mayores en 23 ppm. Ambos grupos mostraron su concentración mínima de Cl^- en el día 6 de 142.66 mmoles/l y 139.00 mmoles/l respectivamente. Posteriormente tendieron al aumento alcanzando los máximos al final, en 152.66 mmoles/l (organismos en 15 ppm) y 159.50 mmoles/l, (organismos de 23 ppm) siendo el valor de 23 ppm muy cercano al de 33 ppm.

La concentración final de Cl^- en los peces colocados en 15, 23 y 33 ppm fue levemente mayor que la inicial.

La variación de la concentración de Cl^- de los organismos sometidos a 38 ppm presentó un máximo de 161.33 mmoles/l (día 2) y un mínimo de 143.66 mmoles/l (día 6). Para

los días siguientes la concentración aumentó a 154.00 mmoles/l y finalizó disminuyendo levemente.

El grupo de peces colocados en 8 ppm, los valores de Cl^- oscilaron entre los 139.00 y 138.00 mmoles/l. Se encontró un mínimo de 134.00 mmoles/l (día 21). En el día 6 la concentración de Cl^- fue considerablemente parecida a los valores mínimos de los organismos en 23 y 33 ppm.

Ion K^+ .

El comportamiento de la concentración de K^+ , se presenta en la tabla III. Los datos presentaron una tendencia a agruparse en dos partes. La primera parte comprendió hasta el día 6, excepto en los organismos sujetos a salinidad de 15 ppm que se encontró marcada en el día 4. La segunda comprendió hasta la conclusión de la experimentación.

La concentración de K^+ de los peces colocados en 33 ppm presentó, en la primera mitad la concentración mínima de 3.89 mmoles/l (día 6) y en la segunda parte, incrementó al máximo de 6.26 mmoles/l al día 14. Posteriormente se notó una leve disminución que continuó hasta el final, con 2concentración de 5.33 mmoles/l. Un comportamiento muy similar se encontró en el conjunto de organismos sometidos a salinidad de 38 ppm, con una concentración mínima de 4.28 mmoles/l (día 6), sin

embargo la máxima se presentó en el día 4 con valor de 6.13 mmoles/l.

La concentración de K^+ en los peces en salinidad de 23 ppm, presentó variaciones menores, la concentración mínima fue de 5.05 mmoles/l (día 6) y la máxima de 6.18 mmoles/l (día 14), al final hubo una disminución.

El grupo colocado en 8 ppm presentó una disminución de la concentración de K^+ desde el día 2 hasta el 6 con el mínimo de 3.50 mmoles/l, a continuación hubo una concentración máxima de 8.00 mmoles/l, posteriormente se presentó una disminución leve, terminando en concentración de 6.97 mmoles/l.

El conjunto de organismos mantenidos en 15 ppm presentó mayor variación en la concentración de K^+ en comparación con los demás grupos. La concentración disminuyó hasta 3.17 mmoles/l en el día 4, (mínimo). Posteriormente aumentó hasta el día 21, donde se registró el máximo de 6.73 mmoles/l, finalizando en 4.59 mmoles/l.

En general, la desviación estándar de los datos fue grande en la primera parte del experimento y después del valor mínimo, que en todos se presentó en el día 6, excepto en los organismos en 15 ppm (día 4); la desviación disminuyó en todos los grupos, excepto en el de 8 ppm, que presentó un comportamiento inverso a lo descrito.

El análisis de varianza general de dos vías indicó que en la concentración total y de Na^+ , la salinidad y el tiempo fueron significativos ($p < 0.05$) (Tabla IV y V).

TABLA IV.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST), sobre la concentración interna total de Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$).

Ef	df	MS	df	MS	F	p
Ef		EF	Error	Error		
S	4*	6102.213*	50*	208.1467*	29.31689*	.0000*
T	4*	1234.913*	50*	208.1467*	5.93290*	.000549*
ST	16	296.455	50	208.1467	1.42426	.168966

* Significativos ($p < 0.05$)

TABLA V.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de Na^+ de Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$).

Ef	df	MS	df	MS	F	p
Ef		EF	Error	Error		
S	4*	963.5667*	50*	33.29333*	28.94173*	.000000*
T	4*	124.8667*	50*	33.29333*	3.75050*	.009586*
ST	16	56.6000	50	33.29333	1.70004	.077778

* Significativos ($p < 0.05$)

La salinidad, el tiempo y el efecto combinado de ambos resultaron significativos ($p < 0.05$) en la concentración de Cl^- (Tabla VI). Mientras que en la concentración de K^+ el tiempo fue el único factor significativo ($p < 0.05$) (tabla VII).

TABLA VI.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de Cl^- en Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$).

Ef	df	Ef	MS	Ef	df	Error	MS	Error	F	p
S	4*	536.1800*	50*	20.94667*	25.59739*	.000000*				
T	4*	156.4467*	50*	20.94667*	7.46881*	.000085*				
ST	16*	62.1300*	50*	20.94667*	2.96610*	.001692*				

* Significativos ($p < 0.05$)

TABLA VII.- Análisis de varianza general de dos vías del efecto (Ef) de la salinidad (S), el tiempo (T) y su combinación (ST) sobre la concentración de K^+ en Atractoscion nobilis transferida a salinidades diferentes durante 28 días ($p < 0.05$).

Ef	df	Ef	MS	Ef	df	Error	MS	Error	F	p
S	4	.57017	49	1.903186	.29 9588	.876812				
T	4*	13.40126*	49*	1.903186*	7.041485*	.000146*				
ST	16	2.54400	49	1.903186	1.336706	.214062				

* Significativos ($p < 0.05$)

CONCENTRACION TOTAL E IONICA DEL AGUA DE LOS ACUARIOS.

En la tabla VIII se muestran las concentraciones totales del agua de mar de cada uno de los acuarios utilizados en el experimento.

Para la salinidad de 8 ppm, la concentración total registró variaciones leves, su valor máximo fue de 289 mOsm/l (día 6) y el mínimo de 269 mOsm/l (día 14). De manera similar, las salinidades de los acuarios de 15, 23 y

TABLA VIII.- Concentración (total, de Na+, de Cl- y de K+) del agua de los acuarios con distintas salinidades.				
8 ppm				
TIEMPO (días)	C Total (mOsm/l)	Na+ (mmol/l)	Cl- (mmol/l)	K+ (mmol/l)
2	282	117	148	2.94
4	285	117	151	3.03
6	289	117	151	3.03
14	269	90	141	4.3
21	276	140	142	4.34
28	281	99	145	4.86
15 ppm				
TIEMPO (días)	C Total (mOsm/l)	Na+ (mmol/l)	Cl- (mmol/l)	K+ (mmol/l)
2	482	208	246	5.04
4	482	204	250	5.1
6	482	224	272	5.55
14	494	202	258	5.7
21	504	220	278	6.06
28	505	208	260	6.2
23 ppm				
TIEMPO (días)	C Total (mOsm/l)	Na+ (mmol/l)	Cl- (mmol/l)	K+ (mmol/l)
2	691	327	390	8.61
4	703	312	384	8.37
6	712	324	396	8.73
14	713	330	405	8.22
21	727	318	393	8.76
28	724	306	378	8.85
33 ppm				
TIEMPO (días)	C Total (mOsm/l)	Na+ (mmol/l)	Cl- (mmol/l)	K+ (mmol/l)
2	1008	459	534	10.35
4	1012	468	549	10.38
6	1000	516	540	11.43
14	1009	453	534	11.1
21	1033	456	528	11.19
28	1022	453	534	11.61
38 ppm				
TIEMPO (días)	C Total (mOsm/l)	Na+ (mmol/l)	Cl- (mmol/l)	K+ (mmol/l)
2	1166	•	•	•
4	1187	•	•	•
6	1167	•	•	•
14	1184	•	•	•
21	1198	•	•	•
* Errores en el analizador				

33 ppm; presentaron pequeñas variaciones siendo sus valores máximos y mínimos 505 (día 28) y 482 mOsm/l (días 2, 4 y 6); 727 y 691 mOsm/l (día 21 y 2); 1033 y 1000 mOsm/l (día 21 y 6) respectivamente. Mientras que en la salinidad de 38 ppm, se encontró una variación mayor que en las anteriores siendo su máximo y mínimo 1198 y 1166 mOsm/l (día 21 y 2).

Ion Na^+ .

La concentración de Na^+ presentó variaciones leves en todos los acuarios (tabla VIII).

La concentración de Na^+ en el agua de mar correspondiente a 8 ppm de salinidad mostró variaciones muy leves hasta el día 14 en la cual disminuyó hasta un valor mínimo de 90 mmoles/l, posteriormente se registró una concentración máxima de 140 mmoles/l (día 21). En la salinidad de 15 ppm las variaciones en la concentración de Na^+ fueron muy pequeñas; encontrando un valor máximo de 224 mmoles/l en el día 6 y un mínimo de 202 mmoles/l en el día 14. En 23 ppm de salinidad, la concentración de Na^+ varió ligeramente, su valor máximo fue de 330 mmoles/l al día 14 y el mínimo 306 mmoles/l (día 28). Los datos de la salinidad de 33 ppm, presentaron de manera similar a los dos anteriores, una variación pequeña, registrando al día 6 su valor máximo

de 516 mmoles/l y en los días 14 y 21 un mínimo de 453 mmoles/l.

Ion Cl^- .

La concentración de Cl^- del agua de mar, (tabla VIII), en los acuarios de salinidades de 8, 15, 23 y 33 ppm, presentaron variaciones muy pequeñas; con valores máximos y mínimos de 151 (días 4 y 6) y 141 mmoles/l (día 14), 278 y 246 mmoles/l (días 21 y 2), 405 y 378 mmoles/l (días 14 y 28) y 549 y 528 mmoles/l (día 4 y 21) respectivamente.

Ion K^+ .

Los valores de la concentración de K^+ se muestran en la tabla VIII. La salinidad de 8 ppm, presentó un aumento paulatino constante hasta el final de la experimentación, el valor mínimo perteneció al día 2 (2.94 mmoles/l) y el máximo al día 28 (4.86 mmoles/l). En 15 ppm, las variaciones fueron menores que las de la salinidad anterior, igualmente se presentó un aumento paulatino hasta el final, con su máximo en el día 28 (6.12 mmoles/l) y el mínimo en el día 2 (5.04 mmoles/l). En el acuario de 23 ppm, se notó una variación muy pequeña, sin embargo, a diferencia de lo descrito

anteriormente su máximo fue el día 28 (8.85 mmoles/l) y el mínimo el día 14 (8.22 mmoles/l).

La variación de la concentración de K^+ en la salinidad de 33 ppm fue muy leve, no tuvo una clara tendencia al aumento o disminución; su valor máximo fue 11.61 mmoles/l (día 28) el mínimo 10.35 mmoles/l (día 2).

INDICE DE LA CONCENTRACION TOTAL INTERNA/CONCENTRACION TOTAL EXTERNA.

El significado del índice se puede entender como la capacidad de regulación del organismo frente a variaciones del medio ambiente. El valor de 1 expresa una condición isoosmótica; mayor que 1 refleja condición hiperosmótica y menor de 1 condición hipoosmótica. En la figura 5 se presentan los valores de éstos índices en función del tiempo. Los índices de cada una de las salinidades se encuentran colocadas en orden ascendente desde la de 38 ppm (0.3) hasta 8 ppm (1.1). En salinidades de 33 y 38 ppm el índice es muy semejante, en 23 y 15 ppm los valores son mayores sin llegar a 1. No se determinó variación considerable de los valores a través del tiempo en las 4 salinidades mencionadas. En 8 ppm el índice alcanzó valores mayores a 1 (1.2). Su comportamiento a través del tiempo fue diferente. Se presentó

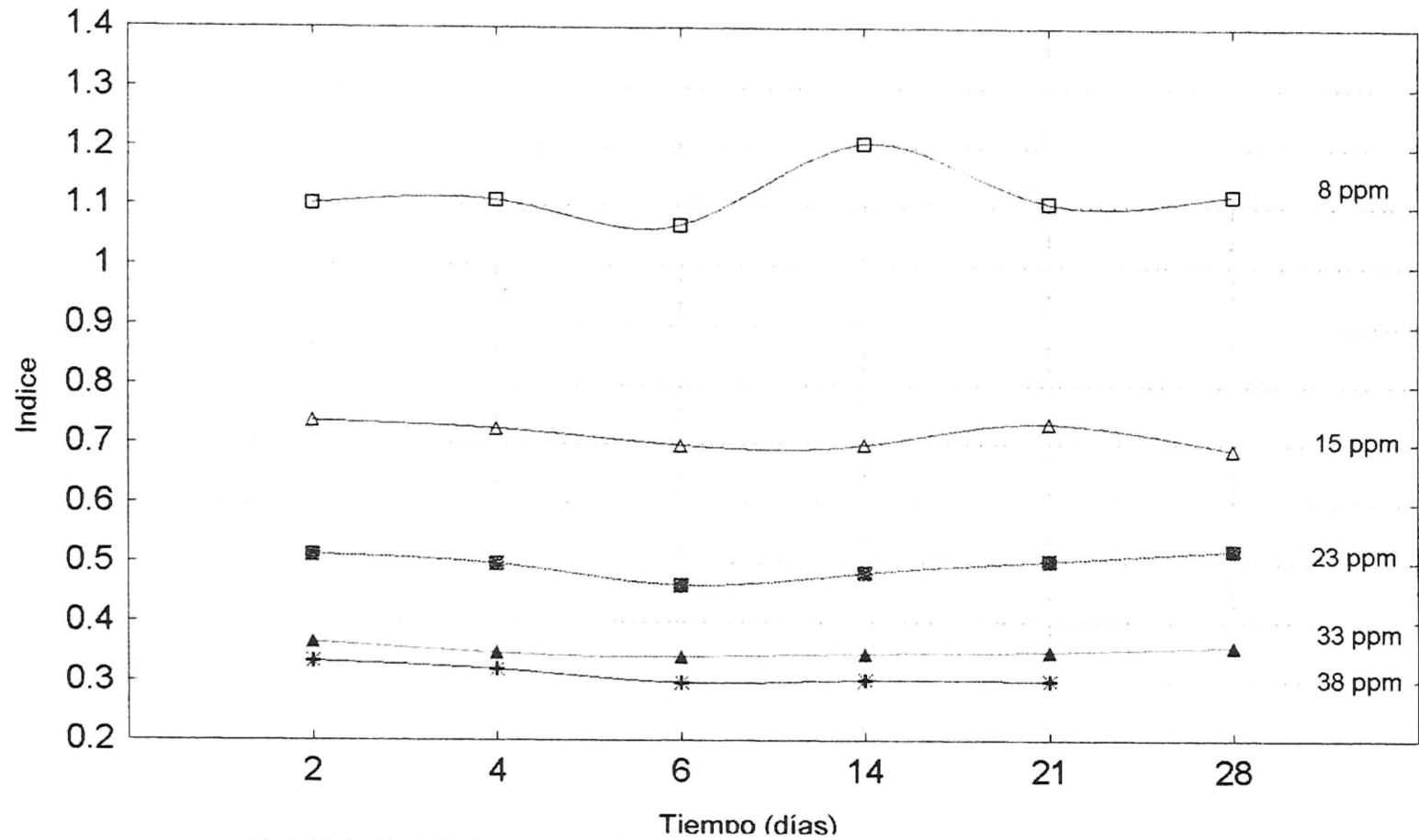


Fig.5- Variación del índice de concentración total interna/externa en curvina blanca transferida a salinidades diferentes durante 28 días.

una disminución en el día 6 (1.08), posteriormente sucede un aumento brusco en el día 14 (1.2) y de allí en adelante se presenta una disminución con valores similares a los de los días 2 y 4.

IV. DISCUSION.

EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA QO₂.

El comportamiento de la QO₂ de Atratoscion nobilis en el presente experimento manifestó similitud entre los organismos que se encontraban en 8, 15, 23 ppm (fig.3 a,b y c). La mayor parte de valores se encontraron alrededor de 1 mlO₂/g/h. En los peces colocados en 33 ppm se presentó un comportamiento ligeramente diferente a los anteriores (fig.3 d) la QO₂ se acercó a 1.1 mlO₂/g/h. En éste grupo el comportamiento a través del tiempo de la QO₂ presentó cierto incremento a partir del día 21, atribuible al efecto del manipuleo y de las condiciones de laboratorio mismas que estuvieron presentes en los demás grupos. La curva de la QO₂ de los organismos sometidos a 38 ppm de salinidad difiere notablemente de las anteriores (fig.3 e). Reflejó una condición de estrés presentando incremento constante hasta el día 14. Los peces sobrevivieron hasta el día 21 en el que se presentó una disminución de la QO₂. El comportamiento encontrado en 38 ppm de salinidad se puede atribuir al efecto de la salinidad. La variación que se registró en la concentración total interna y la del Na⁺ y Cl⁻, (tabla III),

de dicho grupo indicaron que hasta el día 6 las concentraciones fueron altas; sin embargo a partir del día 14 sus valores decrecieron hasta llegar a niveles muy similares a los hallados en los organismos mantenidos en 33 ppm. Esto nos indica que los peces tienen la capacidad de mantener la regulación total e iónica interna pero requieren de una actividad metabólica alta, que se encuentra reflejada en la QO_2 . Los organismos al encontrarse en las condiciones de salinidad de 38 ppm, invierten una gran cantidad de energía y logran después de 14 días, equilibrar las concentraciones internas; sin embargo éste esfuerzo los conduce a la muerte. Es posible que además de la salinidad existan otros factores relacionados a las condiciones experimentales en el laboratorio que influyan sobre los peces y que no hallan sido determinados.

La similitud encontrada en los organismos sometidos a las salinidades de 8, 15 y 23 ppm se atribuye a que éstas se encuentran más cerca del nivel isoosmótico que 33 ppm, lo que podría favorecer la regulación total e iónica de los peces, manteniendo un nivel similar en la QO_2 . El incremento leve que se presentó en los peces colocados en 33 ppm de salinidad se puede atribuir a factores diferentes a la salinidad, relacionados con el manipuleo ó condiciones de laboratorio que no hayan sido consideradas.

En los peces colocados en 8, 15, 23 y 33 ppm no se encontró una variación que indique que la salinidad influya de manera importante en la QO_2 . Algo similar se ha encontrado en otros trabajos, en los cuales no se observó algún cambio en el consumo de oxígeno de peces eurihalinos adaptados a diferentes salinidades (Chittenden, 1971; Muir y Niimi, 1972; Poluhowich y Parks, 1972; Skadhauge y Lotan, 1974; Nordlie y Leffler, 1975; Curtois, 1976; Nordlie, 1978). Es posible que existan factores que oculten una clara representación del gasto metabólico en función de la salinidad o bien que en realidad la QO_2 no se vea afectada por dichos cambios. Sin embargo para afirmar el resultado se requiere de llevar a cabo una medición del gasto metabólico más específica a nivel bioquímico.

Las desviaciones estándar de los peces en 8 y 15 ppm fueron las mas notables, respecto a los demás grupos. Se puede atribuir a que se enfrentan a un mayor desequilibrio osmótico. Esto no se presentó en 23 y 33 ppm, debido a que los peces tuvieron un mayor control de las condiciones. En 38 ppm se presentaron desviaciones estándar grandes, sin embargo se deben interpretar de manera diferente, ya que se presentó una notable mortalidad, que fue total al final.

El análisis de varianza practicado no indicó factores significativos ($p < 0.05$) en la QO_2 (tabla I). Esto apoya los

resultados obtenidos; en las que no se aprecian cambios bruscos en la QO_2 , excepto para los organismos colocados en 38 ppm (fig.3 e).

HEMATOCRITO.

La similitud encontrada entre los grupos de 8, 15 y 23 ppm con valores del hematocrito cercanos a 2 así como entre 33 y 38 ppm con valores cercanos a 3 con tendencia al incremento (fig.4) indica que los peces que se mantuvieron en salinidades menores tuvieron menor volumen de plasma en la sangre. Por el contrario los de salinidad de 38 ppm tuvieron mayor cantidad de éste. Al parecer se presentó una respuesta inversa a lo esperado, ya que los organismos regulan su volumen corporal de acuerdo al gradiente de concentración del medio interno-externo. En éste caso los peces presentan como una estrategia para tolerar amplios intervalos de salinidad, una respuesta "excesiva". En 8, 15 y 23 ppm los peces eliminan en mayor cantidad los flúidos para evitar la hidratación en exceso y en 38 ppm los retienen evitando la deshidratación. Los peces presentan una capacidad de regulación del volumen de agua y la concentración de los flúidos corporales, que en parte se lleva a cabo en el riñón (Holmes y Donaldson, 1969). Los valores de hematocrito

sugieren que el volumen de fluido corporal no se afecta notablemente a través del tiempo. Lo anterior corresponde a lo encontrado en el análisis de varianza; en el que no fueron significativos ($p < 0.05$) el tiempo, la salinidad o el efecto combinado de ambos (tabla II). La variación leve del hematocrito se puede asociar a que presentan un sistema renal bien desarrollado que mantiene el equilibrio en el volumen de fluido corporal. Martin (1990), encontró en tres especies de ambásidos que su estructura renal presentaba nefronas del tipo marino eurihalino (Hickman y Trump, 1969) y glomérulos bien desarrollados que les permitían la capacidad de osmorregular por períodos largos en agua dulce y tolerar cambios en la salinidad sobre un amplio rango. Lo anterior corresponde a los resultados encontrados en el presente trabajo.

Se presentaron valores de hematocrito con una desviación estándar grande en 15 ppm (fig.4 b) y en 33 ppm de salinidad (fig.4 d). Estos valores coincidieron con características de una de las réplicas de cada uno de dichos muestreos. En la extracción de sangre se notó que se encontraba muy diluída además de tener un color más claro que el normal. Estas características debieron influir en el tratamiento de los datos. La explicación de dichas características no es clara, ya que podría ser un indicador del estado de salud del

organismo o bien del estrés. Tales alteraciones no se consideraron, debido a que únicamente el factor salino se manejó en el experimento.

INDICE DE CONCENTRACION TOTAL INTERNA/EXTERNA.

El índice de concentración total interna/externa (fig 5), proporciona la idea del equilibrio o relación organismo-medio, que establecen en la regulación a cada una de las salinidades. Los índices se encontraron en forma ascendente de la salinidad menor a la mayor, lo que indicó que los peces establecieron una concentración total interna, proporcional a la externa, evitando un gradiente grande. Durante el experimento los índices casi no cambiaron; excepto en un medio hipoosmótico (8 ppm), donde se presentó una mayor variación hasta el final del experimento. Esto se atribuye a que se redujo la capacidad de regulación para lograr la homeostasis.

Los índices de 33 y 38 ppm de salinidad son similares, lo que implica una regulación eficiente, sin embargo 38 ppm de salinidad es estresante por lo que los peces mueren. La razón de lo anterior se puede atribuir a que dicha salinidad se acerca al límite letal superior de la especie.

CAPACIDAD DE REGULACION OSMOTICA E IONICA.

La variación de la concentración total interna de Atractoscion nobilis resultó ser fuertemente dependiente de la concentración iónica de Na^+ y en menor proporción a la de Cl^- (tabla III). La relación se debe a que la regulación total se efectuó a través de la variación de los iones Na^+ y Cl^- principalmente en el fluido extracelular, en donde se encuentran en cantidades mayores respecto a un nivel intracelular (Lehninger, 1988). En un trabajo sobre la respuesta fisiológica de Gadus morhua realizado por Dutil y Munro, (1992), se encontró que la concentraciones totales, del Na^+ y Cl^- son variables que se encuentran fuertemente asociadas en los procesos de regulación en salinidad baja. El análisis de varianza indicó que la salinidad y el tiempo fueron significativos ($p < 0.05$) en la concentración total y del Na^+ (tablas IV y V); así como fueron significativos ($p < 0.05$) la salinidad, el tiempo y el efecto combinado de ambos en la concentración de Cl^- (tabla VI). Sin embargo analizando la tabla de concentraciones obtenida se aprecia que la concentración interna total, de Na^+ y Cl^- no presentaron una tendencia definida en función del tiempo. En cada uno de los grupos de organismos se presentó una respuesta en la concentración interna total de acuerdo a la

salinidad en la que se encontraban; sin embargo los valores no presentaron una diferencia considerable entre sí, excepto en 8 ppm y en 38 ppm solo en los días 2 y 4. Esto nos indica que la respuesta animal está de acuerdo a la magnitud, intensidad y duración de la variación del factor (Prosser y Brown, 1968).

En A. nobilis se presentó una dilución final de 366.5 mOsm/l a 314.33 mOsm/l al ser transferido de 33 ppm a 8 ppm de salinidad (tabla III). Debido a que la concentración existente en el medio externo es considerablemente menor a la interna, el organismo debe disminuir su concentración para que el gradiente disminuya. El mecanismo de regulación total e iónica aparentemente pierde eficiencia puesto que los organismos no pueden mantener su concentración total e iónica inicial; manteniendo valores bajos. En relación con el índice de concentración total interna/externa (fig.5), se aprecia claramente que los organismos en 8 ppm de salinidad presentaron mayor fluctuación a través del tiempo. Al parecer tratando de ajustar las condiciones internas con las del medio. Algo similar a lo que aquí se encontró, se presenta en especies eurihalinas (anguilas que viven en aguas dulces y marinas) en las que es común que experimenten una dilución de sus fluidos corporales a medida que la salinidad externa se decremента. Esto ha sido aparente en Fundulus diaphanus en el

cual el Na^+ decrementó de 185 mmol/l a 154 mmol/l al pasar de 30 ppm a 10 ppm y de 154 mmol/l a 128 mmol/l al pasar de 10 ppm a agua dulce (Ahokas y Duerr, 1975). En un estudio realizado con tres especies de Ambassis encontraron que la osmolaridad de la sangre caía rápidamente durante las primeras 5 horas después de la transferencia de agua de mar a agua dulce. Esto sugiere que poseen un mecanismo de control efectivo de su concentración interna, debido a que realizan un rápido ajuste en un corto período de tiempo para disminuir el gradiente interno/ externo (Martin, 1990). Esto es característico de especies eurihalinas como Pleuronectes flesus (House, 1963), Alosa sapidissima (Leggett y O'Boyle, 1976) y Mugil cephalus (Nordlie, et al., 1982). Para el presente trabajo no es posible establecer una comparación similar, ya que se desconoce el tiempo exacto en el que se pudieron presentar los cambios de concentración interna. Los organismos colocados desde la salinidad más baja hasta la del medio natural (33 ppm), presentaron ciertas variaciones y mantuvieron una regulación en las concentraciones total y del Na^+ y Cl^- de acuerdo a la salinidad en la que se encontraban. Esto no se presentó en los peces colocados en 38 ppm, en el que hubo un incremento en su concentración total e iónica, sin embargo, la respuesta manifestada fue excesiva. Posteriormente la concentración total e iónica disminuyó y se

estableció en valores cercanos a los de los peces de 33 ppm. El esfuerzo por llevar a cabo la regulación de la salinidad de 38 ppm los condujo a una condición de desajuste, resistieron sólo en forma temporal y finalmente murieron; esto se reflejó en la QO_2 donde se presentó un incremento que casi duplicó el valor del día 2 (fig3 e). Lo anterior indicó que A. nobilis es un pez que posee la capacidad de regulación a la salinidad de 38 ppm, sin embargo no puede llegar a aclimatarse en dicha salinidad en un período largo, además que el límite letal superior se encuentra más cercano que el inferior respecto a 33 ppm de salinidad. Algo contrario se ha encontrado en especies que habitan en lagunas hipersalinas como Chanos chanos, que mantienen su concentración iónica y osmótica dentro de límites muy estrechos después de ser transferidos a salinidades de 0 a 32 ppm. (Ferraris et al., 1988).

La concentración de K^+ en Atractoscion nobilis, al igual que la total, de Na^+ y de Cl^- no presentó una tendencia definida en función del tiempo. Los valores encontrados en cada uno de los grupos de organismos difieren ligeramente con los demás.

La variación de K^+ tuvo un patrón diferente al encontrado en la concentración total, de Na^+ y Cl^- ; debido a que éste ion juega un papel importante a nivel intracelular.

Se encuentra en concentraciones bajas a nivel extracelular, mientras que en el interior de las células su concentración es alta (Lehninger, 1988). A éste nivel es importante en las mitocondrias participando en la energía requerida en procesos de respiración, biosíntesis de proteínas; desarrollo y máxima actividad de enzimas, como vehículo de transmisión de impulsos, además de formar parte, junto con el Na^+ de uno de los mecanismos de transporte activo fundamental en la mayoría de los animales que se denomina la bomba de Na-K (Lehninger, 1988).

La concentración de K^+ presentó variación a través del tiempo, sin manifestar una tendencia definida. Esta variación se atribuye a que los primeros días después de la transferencia, los peces presentan una modificación temporal como resultado de enfrentarse a un choque osmótico por el cambio de salinidad aplicado repentinamente; que llega a un estado diferente después de un período de tiempo prolongado (Prosser y Brown, 1968). El análisis de varianza aplicado determinó que en la concentración de K^+ , el tiempo únicamente era un factor significativo ($p < 0.05$). (Tabla VII).

Dutil y Munro, (1992) encontraron en un análisis de agrupamiento que el K^+ se encuentra débilmente ligado a la concentración total, de Na^+ y Cl^- del plasma. Por otra parte, se sabe que el K^+ constituye, junto con la glucosa, un

elemento importante en el suero de peces mantenidos en agua destilada y se requiere más trabajo para determinar si es una respuesta osmótica activa o sólo un indicador de estrés (Ahokas y Duerr, 1975).

La salinidad del agua de mar de los acuarios se registró diariamente. Por efecto de la temperatura, y aireación de los acuarios el agua disminuyó en algunos o bien la salinidad aumentó. Debido a ésto se les agregó agua, destilada o de mar a la salinidad correspondiente según se requiriera. Por lo tanto se registraron variaciones en la concentración total e iónica en el agua de mar de los acuarios (tabla VIII). Lo cual pudo influir en los resultados de las mediciones de la concentración total, de Na^+ , Cl^- y K^+ , sin embargo no se presentó una asociación directa de los cambios en las concentraciones del organismo y del agua en los acuarios.

POSIBLE EFECTO DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACION DE AMONIA SOBRE Atractoscion nobilis.

La temperatura (fig 1), presentó variaciones estrechas, atribuibles posiblemente a la localización de los acuarios dentro del laboratorio, sin embargo el efecto de éstas variaciones no se consideró significativo.

En relación a la concentración de amonia; se presentaron

incrementos en los primeros días para el acuario correspondiente a 38 ppm de salinidad (fig 2 e). Este problema se atendió de inmediato, disminuyendo la concentración. En todos los acuarios se presentó un desequilibrio leve en la actividad del filtro biológico, en los primeros y últimos días, debido a la introducción y posteriormente extracción de los grupos de organismos.

La variación de la concentración de amonía de los acuarios se considera que no reflejó ningún efecto sobre los organismos, ya que los valores fueron en la mayor parte del experimento menores a 1 mg/l. En un estudio realizado por Crocker et al., (1983), en Sciaenops ocellatus, encontraron que las larvas recién eclosionadas toleraban concentraciones de 0.3 ppM, mientras que larvas de 3 semanas toleraban el doble de esa concentración y suponen que la tolerancia a mayor concentración de amonía incrementa con la edad de los peces. Por lo cual no se considera que los valores obtenidos de amonía hayan alterado la respuesta reguladora.

La capacidad de adaptación osmótica no podría haberse medido en un tiempo menor debido a que los peces presentan respuestas inmediatas pero las varían hasta encontrar la adaptación adecuada y en condiciones de salinidad de 38 ppm se presentaron respuestas hasta el día 21 incluyendo valores de sobrevivencia.

V. CONCLUSIONES.

Del presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones:

- El gasto metabólico, aparentemente no fue significativo debido al efecto de la variación halina en función del tiempo.
- La relación plasma/precipitado celular sanguíneo se mantuvo constante al colocar los organismos de Atractoscion nobilis en 8, 15 y 23 ppm durante todo el experimento y solamente los primeros 6 días en 38 ppm; por lo cual éste valor se considera un indicador de la capacidad reguladora.
- Atractoscion nobilis presentó capacidad de control iónico de Na^+ , Cl^- y K^+ en el plasma en condiciones de 33 a 8 ppm por un período de 28 días.
- En salinidad de 8 ppm se incrementó la concentración interna de K^+ en función del tiempo; no así en 38 ppm d cual evidenció mejor capacidad de regulación en salinidades menores de 33 ppm.
- La capacidad de control osmótico e iónico de Atractoscion nobilis estuvo presente bajo condiciones de 8 a 38 ppm.

-En 38 ppm, a pesar de no perder la capacidad de regulación osmótica e iónica, Atractoscion nobilis no fue capaz de soportar tal condición por más de 21 días.

VI. LITERATURA CITADA.

- Ahokas, R.A. and F.G. Duerr (1975), "Tissue water and intracellular osmoregulation in two species of euryhaline teleosts, Culaea inconstans and Fundulus diaphanus". Comp. Biochem. Physiol. 52A, pp 449-454.
- Chan, D.K.O. and N.Y.S. Woo (1978), "The respiratory metabolism of the Japanese eel, Anguilla japonica: Effects of ambient oxygen, temperature, season, body weight and hypophysectomy". Gen. Comp. Endocrinol. 35 pp. 160-168.
- Chittenden, M.R. (1971), "Effects of handling on oxygen requirements of American shad (Alosa sapidissima)". J. Fish. Res. Bd. Can. 30 pp. 105-110.
- Crocker, P.A., C.R. Arnold, J.A. DeBoer and G.J. Holt (1983), "Blood osmolality shift in juvenile red drum, Sciaenops ocellatus L. exposed to fresh water". J. Fish Biol. 23, pp. 315-319.
- Curtois, L.A. (1976), "Respiratory responses of Gillichthys mirabilis to changes in temperature, dissolved oxygen and salinity". Comp. Biochem.

Physiol.53A pp. 7-10.

- Donohoe, C. (1990), "The distribution, abundance, food habits, age and growth of late larval and early juvenile white seabass (Atractocion nobilis) off San Diego County California. M.S. Thesis, San Diego State University, California. 95 pp.
- Dutil, J.D. and J. Munro (1992), "Seasonal variation in the physiological response of Atlantic cod (Gadus morhua) to low salinity". Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol 49 pp. 1149-1156
- Evans, H.D. (1980), "Osmotic and ionic regulation by freshwater and marine fishes". In: Environmental Physiology of Fishes. M.A. Ali (Ed.). Plenum Press, New York. pp. 93-122.
- Ferraris, R.P.; J.M. Almendras and A.P. Jazul (1988), "Changes in plasma osmolality and chloride concentrations during abrupt transfer of milkfish (Chanos chanos) from seawater to different test salinities". Aquaculture 70 pp. 145-157.
- Hickman, C.P. Jr and B.F. Trump (1969), "The kidney". In: Fish Physiology, Vol 1 (edited by W.S. Hoar and D.J. Randall). Academic Press, New York, pp. 91-239.
- Hoar, W.S. (1975), "Fisiología General y Comparada". 1a.

- Edic., Ediciones Omega, Barcelona. 855 pp.
- Holmes, W.N. and E.M. Donaldson (1969), "The body compartments and the distribution of electrolytes". In: Fish Physiology, Vol 1, (edited by W.S. Hoar and D.J. Randall). Academic Press, New York, pp. 1-89.
- House, C.R. (1963), "Osmotic regulation in the brackish water teleost, Blennius pholis". J. exp. Biol. 40 pp. 87-104.
- Leggett, W.C. and R.N. O'Boyle (1976), "Osmotic stress and mortality in adult American shad during transfer from salt water to fresh water". J. Fish. Biol. 8 pp. 459-469.
- Lehninger, A.L. (1988), "Bioquímica". 2a. Edic., Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1117 pp.
- Levinton, J.S. (1982), "Marine Ecology". 1st. Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey. 526 pp.
- Mac Call, A.D., G.D. Stauffer and J.P. Troadec (1976), "Southern California recreational and commercial marine fisheries". Mar. Fish. Rev. 38 (1):1-32.
- Maceina, M.J.; Nordlie F.G. and J.V. Shireman (1980), "The influence of salinity on oxygen consumption and plasma electrolytes in grass carp,

Ctenopharyngodon idella Val. J. Fish Biol. 16, pp. 613-619.

- Margulies, D. (1989), "Size-specific vulnerability to predation and sensory system development of white seabass, Atractoscion nobilis, larvae". Fish. Bull. U.S. 87 pp. 537-552.
- Martin, T.J. (1990), "Osmoregulation in three species of Ambassidae (Osteichthyes: Perciformes) from estuaries in Natal". S. Afr. J. Zool. 25 (4) pp. 229-234.
- Moser, H.G.; D.A. Ambrose; M.S. Busby; J.L. Butler; E.M. Sandknop; B.Y. Sumida and E.G. Stevens (1983), "Description of early life history stages of white seabass, Atractoscion nobilis, from specimens reared in the laboratory and notes on their distribution". CalCOFI. Rep 24. pp. 182-193.
- Muir, B.S. and A.J. Niimi (1972), "Oxygen consumption of the euryhaline fish aholehole (Kuhlia sandvicensis) with reference to salinity, swimming and food consumption". J. Fish. Res. Bd Can. 29, pp. 67-77.
- Nordlie, F.G. (1978), "The influence of environmental salinity on respiratory oxygen demands in the euryhaline teleost, Ambassis interrupta Bleeker".

- Comp. Biochem. Physiol. 59A pp. 271-274.
- Nordlie, F.G. and C.W. Leffler (1975), "Ionic regulation and energetics in Mugil cephalus Lin". Comp. Biochem. Physiol. 51A, pp. 125-131.
- Nordlie, F.G.; W.A. Szielistowski and W.C. Nordlie (1982), "Ontogenesis of osmotic regulation in the striped mullet, Mugil cephalus L.". J. Fish. Biol. 20 pp. 79-86.
- Orhun, M.R. (1989), "Early life history of white seabass Atractoscion nobilis. M.S. thesis, San Diego State University, 162 pp.
- Poluhowich, J.J. and R.P. Parks (1972), "A comparative study of blood chemistry and respiration in marine and fresh water eels". Progve. Fish. Cult. 34 pp. 33-38.
- Prosser, C.L y F.A. Brown Jr. (1968), "Fisiología Comparada". 2a. Edic., Editorial Interamericana, México. 728 pp.
- Skadhauge, E. and R. Lotan (1974), "Drinking rate and oxygen consumption in the euryhaline teleost, Aphanius dispar in waters of high salinity". J. exp. Biol. 60 pp. 547-556.
- Sokal R.R. Y F.J. Rohlf (1969), "Biometría". 1a. Edic., H. Blume, Ediciones, Rosario. 832 pp.

- Thomas, J.C. (1968), "Management of white seabass (Cynoscion nobilis) in California waters". Calif. Dept. Fish. Game, Fish. Bull. 142. 34 pp.
- Vernberg, W.B. and F.J. Vernberg (1972), "Environmental Physiology of Marine Animals". 1st. Ed., Springer-Verlag, N.Y. 346 pp.
- Vojkovich, M. and R.J. Reed (1983), "The white seabass Atractoscion nobilis, in Californian-Mexican waters". Status of the Fishery. Calcof. Coop. Fish. Invest. Rep. 24:79-83.
- Zadunaisky, J.A. (1984), "The chloride cell: The active transport of chloride and the paracellular pathways" In: Fish Physiology (Edited by Hoar, W.S and D.J. Randall) Vol. 10B. Academic Press, Orlando. pp. 130-176.
- Zar, J.H. (1984), "Biostatistical Analysis". 1st. Ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 718 pp.