



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**Influencia de la variación de salinidad y temperatura, sobre
el metabolismo y osmoregulación en juveniles de la
curvina blanca *Atractoscion nobilis*.**



Conal David True



Ensenada, Baja California, Noviembre de 1994.



Influencia de la variación de salinidad y temperatura, sobre el metabolismo y osmoregulación en juveniles de la curvina blanca *Atractoscion nobilis*.


TESIS DE MAESTRIA

Que presenta

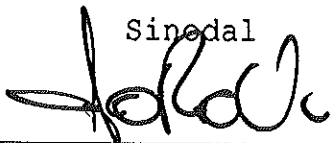
Conal David True

Aprobada por:

Presidente de Jurado


M.C. Antonio Silva Loera

Sinodal



Dr. Jorge de la Rosa Vélez

Sinodal



Dr. Fernando Díaz Herrera

Sinodal


M.C. Donald B. Kent.

INDICE

Resumen	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Lista de Tablas y Figuras	iv
Introducción	1
Objetivo	3
Metodología	4
Resultados	11
Discusión	32
Conclusiones	51
Literatura citada	53
Anexo I	61
Anexo II.....	62

RESUMEN

Se Realizó un experimento para determinar la capacidad de osmoregulación y gasto metabólico de rutina, a corto plazo, de juveniles de *A. nobilis*, ante una gama de combinaciones ambientales de 3 ppm a 38 ppm cada 5 ppm y de 9 °C a 35 °C cada 5 °C. En el cual se encontró que la concentración total interna, $[Cl^-]$ y $[Na^+]$ se comportan de manera similar, mostrando un decremento a medida que la salinidad disminuía, mientras que el $[K^+]$ mostró una variación inversa, incrementando su concentración al disminuir la concentración del medio externo, lo que constituye un mecanismo de regulación a corto plazo, para evitar la dilución de su medio interno ante la transferencia a un ambiente externo hip-osmótico. El efecto de la temperatura ocasionó una elevación de la concentración de los distintos solutos internos hacia ambos extremos, tanto en temperaturas altas (31°C a 35°C) como temperaturas bajas (11 °C y 9 °C). Cabe resaltar que estas temperaturas extremas correspondieron a los límites letales de la especie, debido a que se asociaron con pérdida del equilibrio y severos espasmos en muchos casos a la muerte. Fue evidente una disminución clara de la concentración de los distintos solutos internos a una temperatura próxima a los 19 °C en todas las salinidades ensayadas, lo cual pudiera representar un óptimo fisiológico para la osmoregulación de esta especie. Se observó una clara relación del metabolismo respiratorio de rutina con la salinidad y temperatura. La respuesta en el control del volumen interno representado por el hematocrito fue inverso a la excreción de orina (Variante del modelo de Poots 1954), lo que indica que la curvina blanca posee un mecanismo muy eficiente. Se discuten aspectos ecofisiológicos de la curvina a la luz de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que por obra del destino ya no los puedo tener físicamente, pero, estoy seguro que están conmigo. A mi madre, que anheló ver terminado este capítulo de mi vida y que me enseñó que una de las virtudes mas grandes es el respeto a los demás sobre todas las cosas. A mi padre, que aunque no vivió esta etapa de mi vida, le dedico con todo cariño y respeto este trabajo.

Dedico este trabajo a mi gran compañera, A mi Esposa, que sin su apoyo, comrehncion y su constante alegría, no hubiera tenido paz para terminarlo.

Dedico mi esfuerzo a mi Hija, para que comprenda que el esfuerzo en lograr la meta, es lo mas importante, aun que no se llegue en primer lugar.

Dedico Este trabajo a mi hermano, que a pesar de estar lejos. siempre estuvo cerca de mi, para empujar con anhelo mis esfuerzos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Hubbs Sea World Research Institute, que aportó los organismos para esta investigación, a Donald B. Kent le agradezco su gran interés en la realización de este trabajo, y al cuerpo de técnicos (Steven, Mary, Dennis, Cristine y todos los demás) agradezco su apoyo y tiempo dedicado a cuidar los ejemplares para mi trabajo.

A mi director Antonio Silva Loera que en los momentos difíciles guió mis inquietudes, que aparte de maestro considero un gran amigo, le agradezco sus enseñanzas.

A mis sinodales Jorge de la Rosa Vélez y Fernando Díaz Herrera por sus atinadas observaciones y edición final de mi trabajo.

A la Familia Orozco, que todos en conjunto siempre apoyaron mis decisiones, y me alentaron a terminar lo que había empezado.

A Lupita Ballesteros, a Roberto Millan y a Lorenzo Gómez agradezco la gran oportunidad que me brindaron y que hoy culmina con mi titulación.

A "Anita" Ana del Carmen Cruz Hernández, mi servicio social, agradezco su voluntad, constancia y aprecio por este trabajo.

A mi gran amigo, Flavio Orta Davila, agradezco su interés y colaboración en la edición final de este trabajo.

A mis compañeros y maestros agradezco su interés que siempre mostraron en mi trabajo.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla I	Correlaciones de las variables independientes debidas a la transferencia de la curvina <i>A. nobilis</i> a diferentes combinaciones de salinidad y temperatura13
Tabla II	Modelos de algunas de las variables independientes, obtenidas como resultado de regresiones polinomiales..33
Figura 1	Recipientes de sello hermético, con perforaciones para la introducción del electrodo, termómetro, entrada y salida de agua6
Figura 2	Sistema de control de temperatura y disposición general del experimento6
Figura 3	Inmovilización y extracción de sangre de la arteria caudal inferior de la curvina <i>A. nobilis</i>8
Figura 4	Dendrograma de amalgamiento de las variables independientes debidas a la transferencia inmediata de la curvina <i>A. nobilis</i> , a distintas combinaciones de salinidad y temperatura. Evaluado como distancias porcentuales cuadráticas de la mediana.13
Figura 5	Variación de la concentración interna total de la curvina <i>A. nobilis</i> , ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.....15
Figura 6	Variación de la concentración interna de sodio de la curvina <i>A. nobilis</i> , ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas17
Figura 7	Variación de la concentración interna de cloro de la curvina <i>A. nobilis</i> , ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.....20
Figura 8	Variación de la concentración interna de potasio de la curvina <i>A. nobilis</i> , ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.22
Figura 9	Variación de la concentración interna de solutos no "iónicos", representado por la diferencia: $[CT_{int}] - [Na^+Cl^-+K^+]$; de la curvina <i>A. nobilis</i> , ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.25

Figura 10 Variación del metabolismo, expresado en $\text{ml O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$, de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.....28

Figura 11 Variación del Q_{10} de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.28

Figura 12 Variación del hematocrito, expresado como el cociente del % volumen de suero / el % del volumen de precipitado celular, de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.31

Figura 13 Variación de la razón de excreción de orina ($\text{ml de Orina g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) calculada mediante una modificación del modelo de Potts (1954); de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.31

I.- INTRODUCCION

Los peces muestran patrones de regulación iónica y osmótica (Evans, 1979), los cuales son empleados por las especies marinas para contrarrestar la pérdida de agua y ganancia de sales (NaCl) por difusión (Smith, 1930). En general los teleósteos marinos viven en un medio hiperosmótico, lo cual les ocasiona que tiendan a deshidratarse; para evitarlo beben agua de mar, logrando rehidratar sus tejidos. Consecuencia de lo anterior es incorporar un exceso de sales, que regularmente elimina el organismo por el sistema renal y epitelio branquial (Schmidt-Nielsen, 1970).

En años recientes el estudio de la fisiología relacionada a la osmoregulación en teleósteos ha recibido considerable atención (Maetz, 1974; Morgan y Iwama, 1991; Dutil y Munro, 1992; Saturnes et al, 1992). El enfoque principal de estas investigaciones se ha centrado en entender los mecanismos y procesos involucrados en la osmoregulación de peces eurihalinos (*Mugil cephalus*, *Liza dumerili*, *L. richardsoni* Marais, 1978; *Myoxocephalus scorpius*, *M. quadricornis* Oikari, 1978; *Kuhlia sandvicensis* Muir y Niimi, 1972), de agua de dulce (*Tilapia nilotica*, Framer y Beamish, 1969; *Ophiocephalus maculatus*, Woo y Tong, 1982; *Ptychocheilus lucius*, Nelson y Flickinger, 1992; *Ctenopharyngodon idella* Val., Maceina et al., 1980; *Fundulus heteroclitus*, Umminger, 1970) y particularmente con mucho énfasis en especies que poseen la capacidad de realizar

migraciones entre dos medios osmóticamente diferentes como lo son el agua dulce y el agua marina "especies anádromas": (*Salvelinus alpinus*, Staurnes et al, 1992; *Salmo salar* L., Talbot et al, 1992; *Salmo gairdneri*, Zeitoun et al, 1974; *Oncorhynchus mykiss*, *O. tshawytscha*, Morgan y Iwama, 1991).

Solo pocas especies "típicamente marinas" se han estudiado en relación a su capacidad osmoreguladora (*Myoxocephalus* spp, Smith, 1930; *Gadus callarias*, Fletcher, 1977, 1978a,b; *Serranus* spp., Isaia, 1972; *Crisophrys major*, Ishioka, 1980, Woo y Fung, 1981, Woo y Muriat, 1981; *Leuresthes sardina*, Reynolds y Thomson, 1973; *Epinephelus akaara*, *Mylio macrocephalus*, Woo y Wu, 1982; *Cynoscion nebulosus*, Gray et al., 1991).

La curvina blanca (*Atractoscion nobilis*) es una especie completamente marina, con importancia comercial y deportiva en el sur de California y Baja California (Vojkovich y Reed 1983). El centro de investigaciones "Hubbs Sea World Research Institute" en el programa de repoblamiento de recursos oceánicos, lleva varios años desarrollando una tecnología apropiada para el cultivo de esta especie. El cultivo involucra desde su fertilización hasta la edad aproximada de 3 meses (15-17 cm.), para marcarlos con una etiqueta especial y posteriormente liberarlos al medio natural (Dutton 1989; Dutton 1992; Orhum 1989). Lo anterior, se hace con la finalidad de lograr un aumento en el "stock" pesquero de esta especie que se considera sobreexplotada en las costas de California.

Hasta esta fecha, existe poca información básica sobre la capacidad osmoreguladora de la curvina blanca, a pesar de poseer un ciclo de vida en el cual los estadios larvales y juveniles habitan en ambientes costeros muy diversos (Donohoe 1990, Allen y Franklin 1988) y estar distribuida desde Alaska hasta Bahía Magdalena en Baja California (Miller y Lea 1975).

La presente investigación tiene como finalidad generar información acerca del metabolismo y osmoregulación de *A. nobilis*, para evaluar qué sucede al introducir a los juveniles a cuerpos de agua costeros, en los cuales no es raro encontrar variaciones considerables tanto en salinidad como en temperatura, y además determinar las mejores condiciones para el desarrollo de esta especie.

II.- OBJETIVO

Evaluar, en los juveniles de curvina blanca *A. nobilis*, el efecto combinado de la variación en salinidad y temperatura a corto plazo, sobre la tasa metabólica (QO_2), concentración interna total (CT_{int}) y la concentración interna de sodio (Na^+_{int}), cloro (Cl^-_{int}) y potasio (K^+_{int}).

II.- METODOLOGIA

Con la finalidad de entender qué sucede al transferir a los organismos a salinidades y temperaturas por arriba y por abajo de las que se emplean en el cultivo (35 ppm y 17 - 22°C), se planteó un arreglo experimental en el cual se ensayó la combinación de temperaturas de 9 a 35 °C con intervalos de 4 °C (salvo el primer intervalo 9 a 11 °C) y con salinidades de 3 a 38 ppm en intervalos de 5 ppm, que correspondieron a una gama de combinaciones comunes en el medio natural, particularmente en el ámbito costero en donde vive y crece esta especie en sus estadios tempranos de vida (Moser *et al.*, 1983, Allen y Franklin 1992).

Se emplearon juveniles de *Atractoscion nobilis* de 90 días de edad criados en las instalaciones de "Hubbs Sea-World Research Institute" (San Diego, Ca.). Estos organismos se mantuvieron en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Marinas en un período de cuarentena de 7 días, con cambios de agua de mar del 100 % cada 12 horas. Después de este período en que no se presentó ninguna enfermedad, se mantuvieron los organismos a flujo abierto y con alimentación a saciedad una vez al día, durante el experimento.

Previo al inicio del ensayo, para evitar el efecto dinámico específico, a todos los peces se le privó de alimento durante un tiempo suficiente para que vaciaran el tracto digestivo, el cual se determinó experimentalmente en 24 a 26 horas.

La metodología consistió en transferir a los organismos individualmente, del estanque ó condiciones de mantenimiento, (temperatura promedio $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 33 ppm) a recipientes de sello hermético, en donde se simularon las distintas combinaciones antes mencionadas. Estos recipientes poseían dos válvulas que permitieron la entrada y salida del agua a la salinidad de ensayo, además de los orificios en la tapa para la colocación de un electrodo para la medición de oxígeno y un termómetro con una precisión de 0.10°C (Figura 1).

Para estandarizar el error debido a uso del agua a distintas salinidades, toda se preparo con agua destilada y sal de mar sintética (Marca "FRITZ Super Salts" de la compañía "Fritz Chemical Company"). Estos recipientes fueron colocados en una cuba con "baño maría", proporcionado por el reciclamiento de agua a través de un intercambiador de calor (AHP-4, Aquanetics), para mantener la temperatura constante requerida para el ensayo (Figura 2). Cuando el agua en el recipiente que contenía al organismo, alcanzó la salinidad y temperatura deseadas, se procedió a sellarlo herméticamente. El consumo de oxígeno se midió empleando un electrodo polarográfico (Marca ORION modelo 97-08) conectado a un multi-analizador (ORION modelo EA-940), y se calculó como la diferencia en el consumo de oxígeno en un período dado (Nordlie y Leffler, 1975; Maceina et al., 1980 y Chan y Woo 1978). Se procuró que el oxígeno consumido no fuera más del 30 % del contenido inicial, como lo sugiere Winberg (1956), con el fin de evitarle estres respiratorio al organismo.

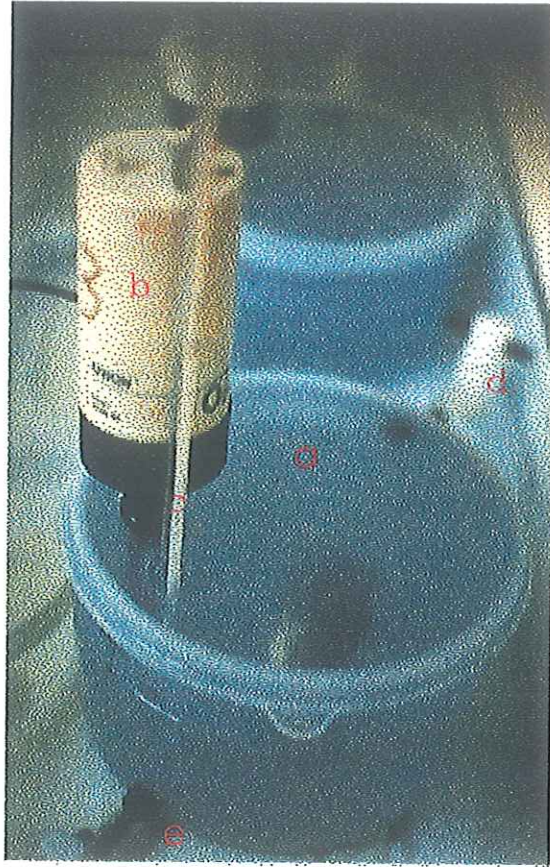


Figura 1.- Recipientes de sello hermético (a), con perforaciones para la introducción de electrodo (b), termómetro (c), entrada y salida de agua (d,e).



Figura 2.- Sistema de control de temperatura y disposición general del experimento. Cuba (a), Agitadores (b), Agua a dif. salinidades (c).

Las mediciones se realizaron en las horas matutinas entre 10:00 y 14:00 h. Se calculó el valor del Q_{10} en todas las combinaciones antes mencionadas, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{(t_2 - t_1)}}$$

donde k_1 y k_2 son las tasas metabólicas a las temperaturas t_1 (inicial) y t_2 (final) respectivamente, según Belenhadek (1935).

Al terminar la medición del consumo de oxígeno, a cada organismo se le inmovilizó y extrajo de la arteria caudal inferior, una alícuota de sangre de 300 a 900 μ l, con una jeringa hipodérmica para insulina (Figura 3). Lo anterior se realizó sin el empleo de anestesia, de acuerdo a Houston *et al.*, (1971a, 1971b) que encontraron que el empleo de estas sustancias pueden ocasionar sobrestimaciones. Esta sangre se centrifugó en capilares heparinizados, a 10,000 rpm durante 3 min para separar el suero de las células sanguíneas. Un vez centrifugado se procedió a medir la proporción de suero y precipitado celular, denominado técnicamente el hematocrito, para posteriormente romper los capilares, obtener el plasma y transferirlo a un tubo Eppendorf con tapa (1.7 ml). También se tomó una muestra de agua del recipiente en el cual estuvo el organismo y se transfirió a un tubo similar, manteniéndose ambos a -70 °C para su posterior análisis (Woo y Tong, 1982; Woo, 1990).



Figura 3.- Inmovilización y extracción de sangre de la arteria caudal inferior de la curvina *A. nobilis*.

El suero y el agua se utilizaron para medir la concentración total de solutos (CT) así como las concentraciones de los iones sodio, cloro y potasio (Na^+ , Cl^- , K^+), internos y externos (int y ext). Con una fracción de 50 μl de la muestra se determino la CT_{int} y CT_{ext} ; medido mediante el descenso del punto de congelación, con un micro-osmómetro (Precision Systems 5004 μOSMETE). La concentración de los iones se midió con otra fracción de 60 μl en un analizador de iones (CIBA-CORNING 644 $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{Cl}^-$ Analyzer). Como complemento en el análisis de los resultados, se sustrajo la suma total de iones ($\text{Na}_{\text{int}}^+ + \text{Cl}_{\text{int}}^- + \text{K}_{\text{int}}^+$) de la CT_{int} , para tener una estimación de la contribución de las otras sustancias a la CT_{int} en todas las combinaciones de salinidad y temperatura, denominándola "RESTA".

Finalmente mediante una modificación al modelo de Potts (1954); se estimó la tasa de excreción de orina VU (mol orina $\text{min}^{-1} \text{gr}^{-1}$) de los peces ante las condiciones combinadas de salinidades y temperaturas ensayados segun la expresión:

$$VU = \frac{W}{RT \left(\ln \frac{CT_{\text{INTR}}}{CT_{\text{EXT}}} \right)}$$

donde : W = trabajo metabólico para la osmoregulacion en cal/h, se obtuvo transformando los datos de consumo de oxígeno a calorías según Elliott & Davison (1975); R = constante general de lo gases ($1.986 \text{ cal mol}^{-1}\text{K}^{-1}$); T = Temperatura en $^{\circ}\text{K}$, medida en el

experimento; CT_{int} = concentración interna en mol l^{-1} , medida en el experimento; CT_{ext} = concentración externa en mol l^{-1} , medida en el experimento.

Todo el experimento se realizó por cuadruplicado. Por el tipo de arreglo experimental, se realizó un ajuste de regresión no lineal, para interpretar los resultados en forma de superficies de respuesta, además, con la intención de particularizar y encontrar patrones de respuesta, se realizaron los correspondientes análisis de varianza de dos vías (ANOVA) y sus respectivas comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey (1953). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica 1991 (STAT-SOFT).

III.- RESULTADOS

La figura 4 representa un análisis de agrupamiento de variables independientes en forma de un dendrograma, en el cual se obtuvo la siguiente jerarquización de las respuestas medidas: la CT_{int} se separó del árbol como factor principal, los iones Na^+ y Cl^- se separaron en una segunda ramificación. En tercer lugar se formó una ramificación seriada, en la cual los términos de la "RESTA", el K^+ y el QO_2 se unieron subsecuentemente y en último término el QO_2 se agrupó en una misma rama con el hematocrito.

En la tabla I, que corresponde a la matriz de correlaciones de la variables independientes evaluadas, se presentó el siguiente orden de correlaciones: CT_{int} contra los siguientes factores: Na^+ (0.85); Cl^- (0.73); "RESTA" (0.69); K^+ (0.41); QO_2 (0.31). Lo cual es muy similar al orden jerárquico del dendrograma en la Figura 4.

En general, en las condiciones extremas del experimento en todas las salinidades, fué posible observar la pérdida del equilibrio acompañado de espasmos musculares, que en el caso de las temperaturas extremas altas (35°C) llevó en algunos casos a la muerte del organismo. A diferencia de las condiciones extremas mínimas en donde se presentó un comportamiento similar, con la diferencia que en las combinaciones con temperaturas a 11°C los organismos recuperaron el equilibrio durante el período de la medición de consumo de oxígeno, no así en las combinaciones con temperaturas a 9°C. La muerte en temperaturas bajas fue muy difícil de estimar, debido a la poca o nula actividad motriz.

Tabla 1.- Correlaciones de la variables independientes debidas a la transferencia inmediata de la curvina *A. nobilis*, a distintas combinaciones de salinidad y temperatura (rojo indica significativo al $p < 0.05$) N=221

	HEMATO	CT _{intr}	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	QO ₂	RESTA
HEMATO	1.00	-.13	-.19	.07	.13	.14	-.21
CT _{intr}	-.13	1.00	.85	.41	.73	.31	.69
Na ⁺	.19	.85	1.00	.10	.82	.28	.29
K ⁺	.07	.41	.10	1.00	.16	.24	.42
Cl ⁻	.13	.73	.82	.16	1.00	.42	.06
QO ₂	.14	.31	.28	.24	.42	1.00	.04
RESTA	-.21	.69	.29	.42	.06	.04	1.00

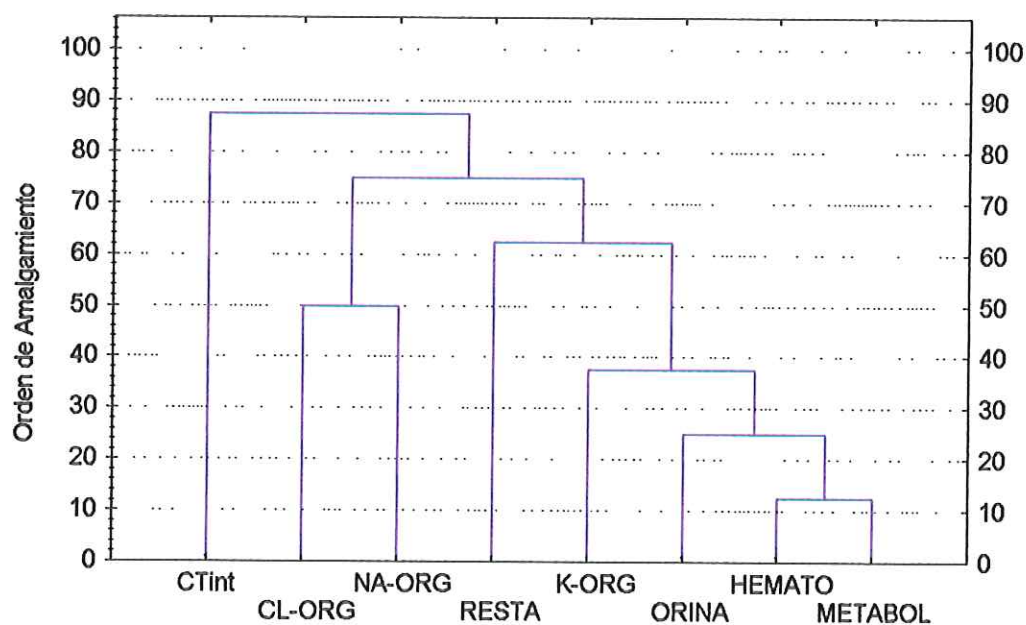


Figura 4.- Dendrograma de amalgamiento de las variables independientes debidas a transferencia inmediata de la curvina *A. nobilis*, a distintas combinaciones de salinidad y temperatura. Evaluado como distancias porcentuales cuadráticas de la mediana.

A continuación se presentan las respuestas osmoregulatoras y metabólicas inmediatas de los organismos, al ser transferidos de las condiciones de mantenimiento a las condiciones diversas de temperatura y salinidad.

REGULACIÓN TOTAL:

La variación de la CT_{int} del organismo se representa en la Figura 5, donde después del ajuste de regresión (Anexo 1), se aprecia que la respuesta fue no lineal, quedando representado por el siguiente modelo:

$$[CT_{int}] = 411.90 + 0.85S - 9.22T + 0.25T^2$$

El efecto de la temperatura involucró además del término lineal un término cuadrático, el cual ocasionó que la CT_{int} haya aumentado en todas las salinidades a partir de una temperatura de alrededor de 19 °C, y de valores de 330 mOsm Kg⁻¹ y 358 mOsm kg⁻¹. Los valores máximos fueron entre 394 y 422 mOsm Kg⁻¹ en las temperaturas extremas de 31 a 35°C y de de 350 a 380 mOsm Kg⁻¹ a temperaturas extremas mínimas (9 °C).

El efecto de la salinidad se relacionó sólo a un término lineal, que ocasionó un aumento discreto de la CT_{int} conforme aumentó la salinidad.

$$\text{mosm/kg} = (411.8964) + (0.8545204) * S + (-9.216426) * T + (0.2528642) * T^2$$

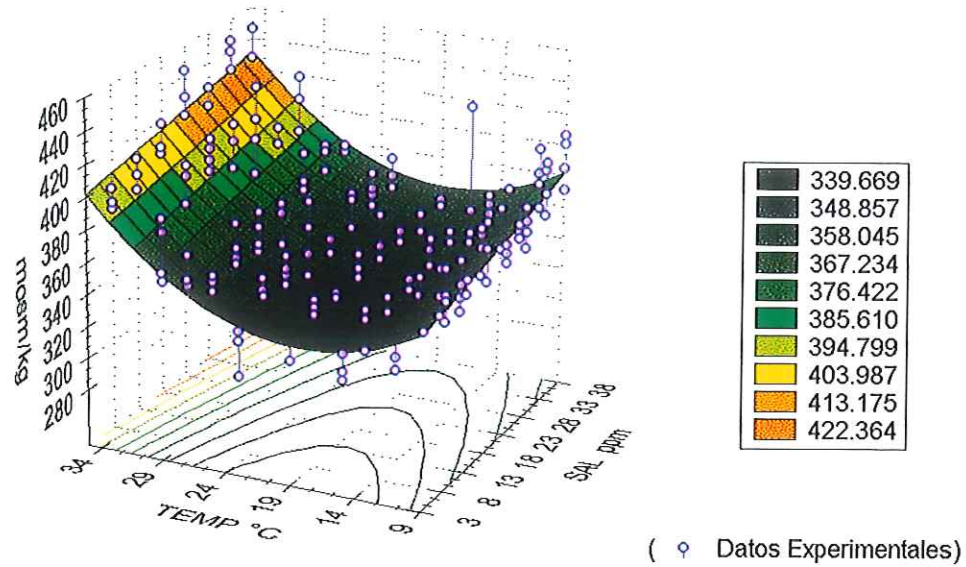


Figura 5.- Variación de la concentración interna total de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

Lo anterior también fue analizado mediante un ANOVA de 2 vías, comparando las CT_{int} a las distintas salinidades y temperaturas ensayadas, en donde se comprobó que hay suficientes evidencias para establecer que el efecto de la salinidad, temperatura y combinación de ambos, fueron altamente significativos ($p < 0.01$) (Anexo II). Del análisis multicomparativo de Tukey (1953) del efecto combinado (salinidad y temperatura) fue posible apreciar que la mayoría de estas diferencias se relacionaron a los resultados de las condiciones extremas, particularmente a temperaturas extremas máximas (31 y 35 °C) para todas las salinidades.

REGULACION IONICA.

* Sodio:

La variación de la concentración interna de sodio del organismo se encuentra representada en la Figura 6, donde después del ajuste de regresión (Anexo 1) se obtuvo que la respuesta fue no lineal y muy similar a la respuesta de la CT_{int} ; representada por el modelo:

$$[Na_{int}^+] = 179.63 + 0.33S - 2.66T + 0.07T^2$$

De manera semejante a la CT_{int} , el efecto de la temperatura involucró además del término lineal, otro cuadrático, el cual ocasionó que la concentración interna de sodio haya aumentado en

$$\text{mmol Na/l} = (179.6351) + (0.3263166) * S + (-2.656801) * T + (0.07204673) * T^2$$

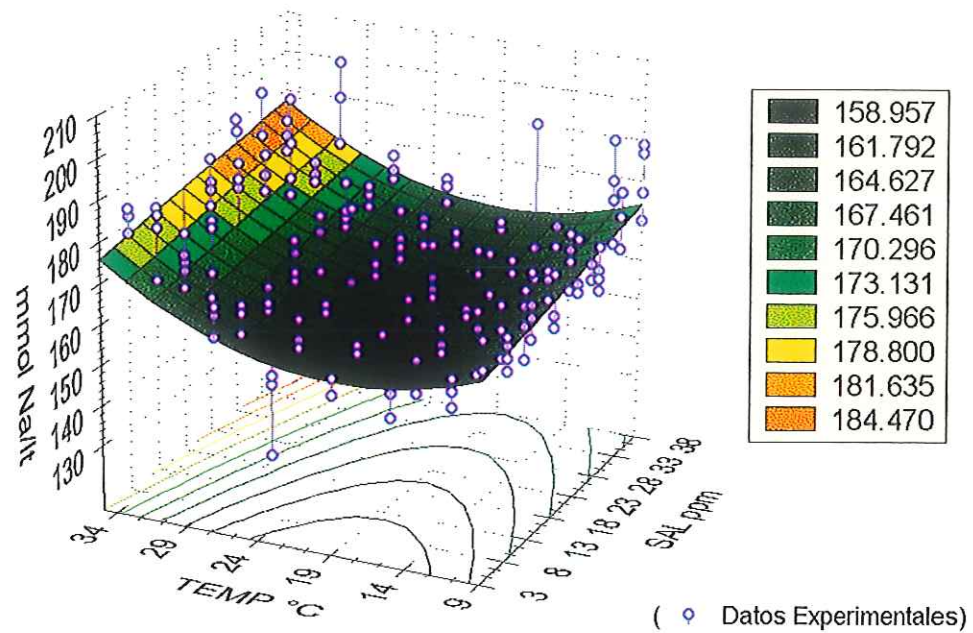


Figura 6.- Variación de la concentración interna de sodio de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

todas las salinidades de una temperatura cercana a los 19 °C, a partir de valores de 158 mmol l⁻¹ y 161 mmol l⁻¹. Los valores máximos fueron entre 184 y 195 mmol l⁻¹ a temperaturas extremas de 31 a 35°C y de 167 a 170 mmol l⁻¹ a temperaturas extremas mínimas (9 °C).

El efecto de la salinidad, de manera similar con la CT_{int}, sólo se relacionó a un término lineal, que ocasionó un aumento discreto en la concentración de Na⁺ conforme aumentó la salinidad.

El ANOVA de 2 vías, comparando las concentraciones internas de sodio con a las distintas salinidades y temperaturas ensayadas, comprobó que hay suficientes evidencias para establecer que el efecto de la salinidad, temperatura y combinación de ambos fue altamente significativos $p < 0.01$ (Anexo II). Del análisis a posteriori de Tukey, del efecto combinado de la salinidad y temperatura, se encontró que la mayoría de estas diferencias se relacionaron a las observaciones extremas. Particularmente a las temperaturas extremas máximas (31 y 35 °C) para todas las salinidades (Anexo I), con excepción de las de 13 y 18 ppm, donde las diferencias indicaron ser no significativas ($p > 0.05$).

* Cloro:

La variación de la concentración interna de cloro del organismo se presenta en la Figura 7. Del ajuste de regresión (Anexo I) se obtuvo que la respuesta no fue lineal representada por el modelo:

$$[Cl_{int}^+] = 140.05 + 0.55S - 1.12T + 0.04T^2$$

y con una gran similitud a la respuesta de la concentración total interna (Figura 5) y a la del sodio (Figura 6). Así, de manera comparativa con la CT_{int} y el Na^+ , el efecto de la temperatura involucró, además del término lineal, otro cuadrático que aunque significativo ($p < 0.05$) a diferencia de los dos anteriores, su efecto fue poco pronunciado. Ocasionando que la concentración interna de cloro haya aumentado en todas las salinidades a partir de una temperatura cercana a los 14 °C, a valores máximos entre 169 $mmol\ lt^{-1}$ y 151 $mmol\ lt^{-1}$ a temperaturas extremas altas (31-35°C) y a valores de 137 $mmol\ lt^{-1}$ a 153 $mmol\ lt^{-1}$ a temperaturas extremas mínimas (9 °C), asemejándose más a un comportamiento lineal, en comparación a la CT_{int} y al Na^+ .

De manera similar con la CT_{int} y el Na^+ el efecto de la salinidad sólo se relacionó a un término lineal. Esto ocasionó un aumento discreto de la concentración interna de cloro conforme aumentó la salinidad en todas las temperaturas.

$$\text{mmol Cl/l} = (140.0503) + (0.5552546) * S + (-1.122591) * T + (0.03786907) * T^2$$

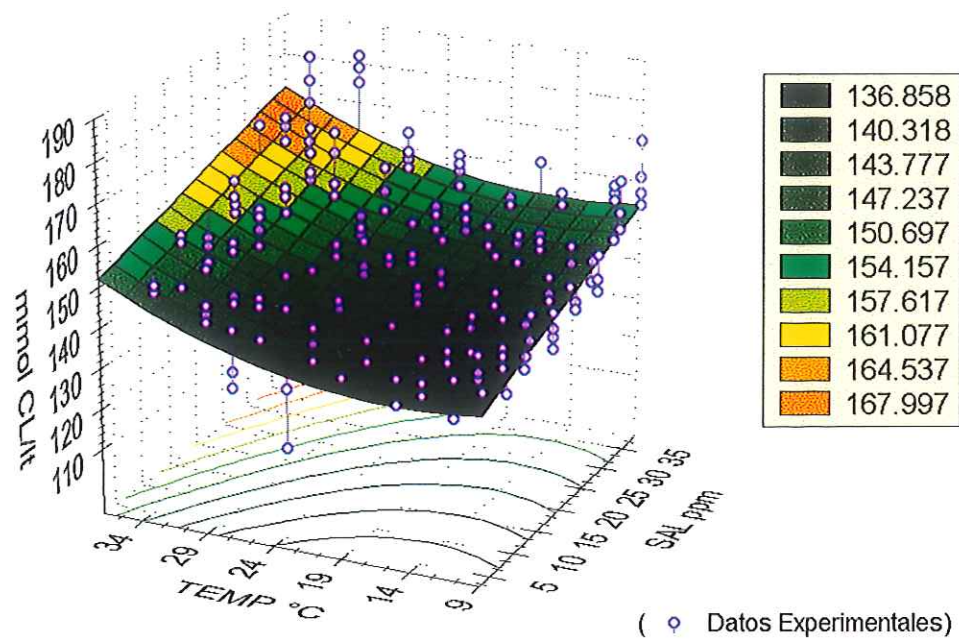


Figura 7.- Variación de la concentración interna de cloro de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

Al igual que en los casos anteriores se realizó un ANOVA de 2 vías, comparando las concentraciones internas de cloro en las diferentes salinidades y temperaturas. Donde se obtuvieron suficientes evidencias para establecer que el efecto de la salinidad, temperatura y combinación de ambos fue altamente significativo a $p < 0.01$ (Anexo II). Del análisis a posteriori multicomparativo de Tukey, del efecto combinado de la salinidad y temperatura, fue posible establecer, que las diferencias se encuentran relacionadas a las observaciones en las salinidades de 18 a 38 ppm particularmente a temperaturas altas 31 y 35 °C .

*** Potasio:**

Como en las variables anteriores, la concentración interna de potasio ante el ajuste de regresión (Anexo I) quedó representado por un modelo no lineal, (ver Figura 8):

$$[K_{int}^+] = 7.92 - 0.05S - 0.41T + 0.01T^2$$

De manera similar con las respuestas anteriores (figuras 4-7) el efecto de la temperatura, quedo relacionado a un termino lineal y otro cuadrático. Ocasionando que la concentración interna de potasio tenga un decremento en todas las salinidades. Con valores máximos entre 10.7 mmol l⁻¹ y 9.3 mmol l⁻¹ a temperaturas de 31 a 35°C y a valores máximos de 5.1 mmol l⁻¹ a 3.7 mmol l⁻¹ a

$$\text{mmol K/l} = (7.91621) + (-0.04619917) * S + (-0.413454) * T + (0.01462053) * T^2$$

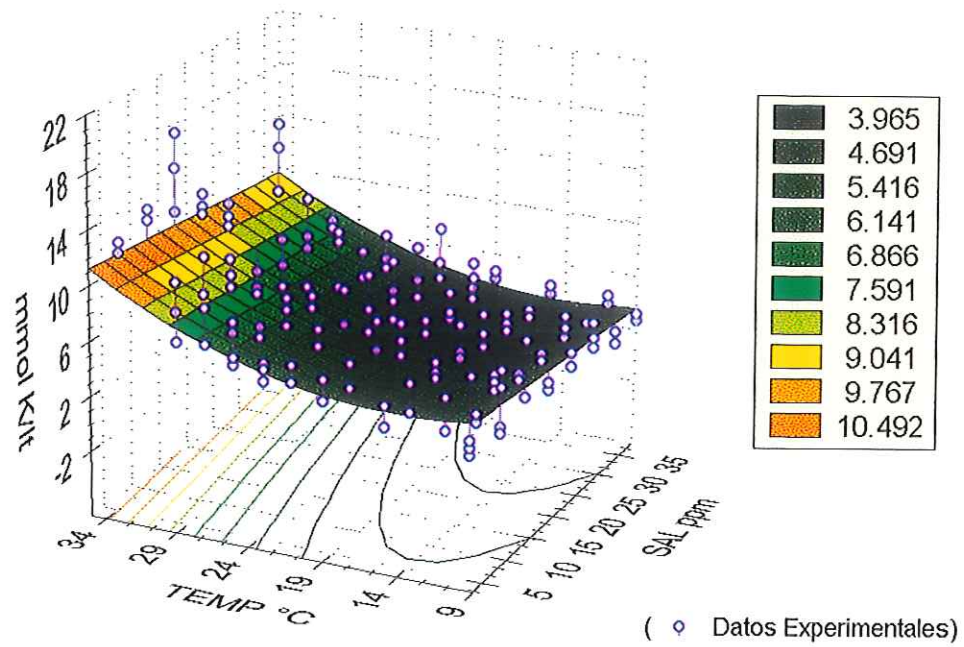


Figura 8.- Variación de la concentración interna de potasio de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

temperaturas cercanas a 9°C, presentándose un valle a temperaturas cercanas a 14 °C que representa los valores mínimos de 3.9 mmol l⁻¹ a 4.6 mmol l⁻¹.

El efecto de la salinidad se relacionó sólo a un término lineal, que a diferencia con la CT_{int}, Na⁺ y el Cl⁻ fue de signo negativo, ocasionando una disminución discreta de la concentración interna de potasio conforme aumentó la salinidad en las distintas temperaturas, que comparativamente con la CT_{int}, el Na⁺ y el Cl⁻ su comportamiento fue inverso.

El ANOVA de 2 vías, comparando la concentración interna de potasio a las diferentes salinidades y temperaturas ensayadas, comprobó que hay evidencias para establecer que el efecto de la salinidad y temperatura fueron altamente significativas (p<0.01), mas no así el efecto combinado de ambos (Anexo II). En el análisis multicomparativo de Tukey del efecto combinado de la salinidad y temperatura fue posible apreciar que estas diferencias se relacionaron a las observaciones en las salinidades de 8 a 23 ppm particularmente en temperaturas extremas máximas 31 y 35 °C .

*** Resta:**

La variación de la concentración interna de solutos diferentes a los iones, Na⁺, Cl⁻, y K⁺, que corresponde a la sustracción de los iones antes mencionados de la CT_{int}.

Después del ajuste de regresión (Anexo I) como se muestra en la Figura 9, la respuesta no fue lineal y esta representada por el siguiente modelo:

$$RESTA = CT_{int} - (Na^+ + K^+ + Cl^-)$$

$$[RESTA] = 78.34 + 0.79S - 4.99T - 0.02S^2 + 0.13T^2$$

A diferencia de los anteriores solutos, la "resta" involucra a los términos lineales y cuadráticos de tanto la salinidad como a temperatura. Ocasionando una respuesta combinada, denominada "punto de silla", en la cual los máximos relacionados a las temperaturas extremas mínimas y máximas correspondieron a los valores 82 mmol l⁻¹ a 47 mmol l⁻¹, con un punto de equilibrio central entre las salinidades 18 - 23 ppm y a una temperatura de 19 °C con valor entre 38 mmol l⁻¹ y 37 mmol l⁻¹.

El análisis del ANOVA de 2 vías, comparando las concentraciones internas de la "resta" a las distintas salinidades y temperaturas, comprobó que el efecto de la salinidad, temperatura y la combinación de ambos, fue altamente significativo (p<0.01) (Anexo II). Mediante el análisis multicomparativo a "posteriori" sólo fue posible encontrar que estas diferencias se relacionaron a la temperatura extrema de 31 °C y a la salinidad de 13 ppm .

$$\text{RESTA} = (78.3417) + (0.7964755) * S + (-4.989456) * T + (-0.01851037) * S^2 + (0.1269784) * T^2$$

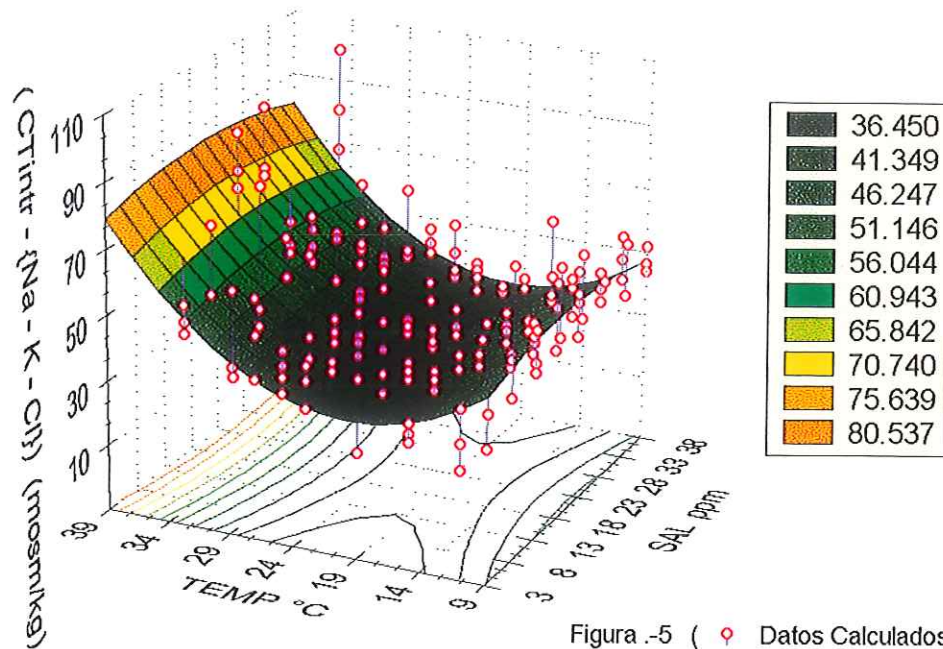


Figura .-5 (◊ Datos Calculados)

Figura 9.- Variación de la concentración interna de solutos no "iónicos", representado por la diferencia: $[CT_{int}] - [Na^+Cl^- + K^+]$; de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas

METABOLISMO*** Tasa metabólica (QO_2):**

En la figura 10 está representado el metabolismo respiratorio basal de la curvina *A. nobilis* ante las distintas combinaciones de temperatura y salinidad, que después del ajuste de regresión (Anexo I) se obtuvo un comportamiento lineal descrita por la siguiente ecuación:

$$QO_2 = 0.11 - 0.01S + 0.01T + 0.001ST$$

en la cual es posible observar que el gasto respiratorio mayor ocurrió en las combinaciones extremas máximas (38 ppm y 30 °C) con valores que se aproximaron a 1.168 ml O₂ g⁻¹ hr⁻¹, además es notorio observar que a medida que aumentó la temperatura el metabolismo tendió a ser una respuesta combinada de los factores dependientes (salinidad y temperatura). En el ANOVA de 2 vías, del metabolismo para las diferentes salinidades y temperaturas, se comprobó que el efecto de la salinidad, temperatura y combinación de ambos fueron altamente significativos, (p<0.01) (Anexo II). Lo cual se reflejó en el análisis muticomparativo de Tukey en donde se notó que las diferencias significativas se concretaron a las temperaturas extremas (27 °C - 31 °C) en todas las salinidades (8-38 ppm) del experimento.

* Q_{10} :

A partir del modelo generado para el metabolismo respiratorio basal (Figura 10), se calcularon los valores correspondientes de Q_{10} representados en la Figura 11. Es importante notar que el Q_{10} alcanzó valores desde 2.2 hasta de 6.2 y presentó una clara relación con ambos factores de ambiente (salinidad y temperatura). En la velocidad de reacción, expresada como Q_{10} , varió patrón semejante a la salinidad. Se presentó un aumento de la tasa metabólica en condiciones de salinidad mayor. Mientras que en relación a la temperatura, fue notable como la velocidad de reacción se inhibió (casi 6 veces) al disminuir la temperatura, no así en temperaturas mayores.

$$QO_2 = (0.10689) + (-0.01045837) * S + (0.01387382) * T + (0.0009580388) * S * T$$

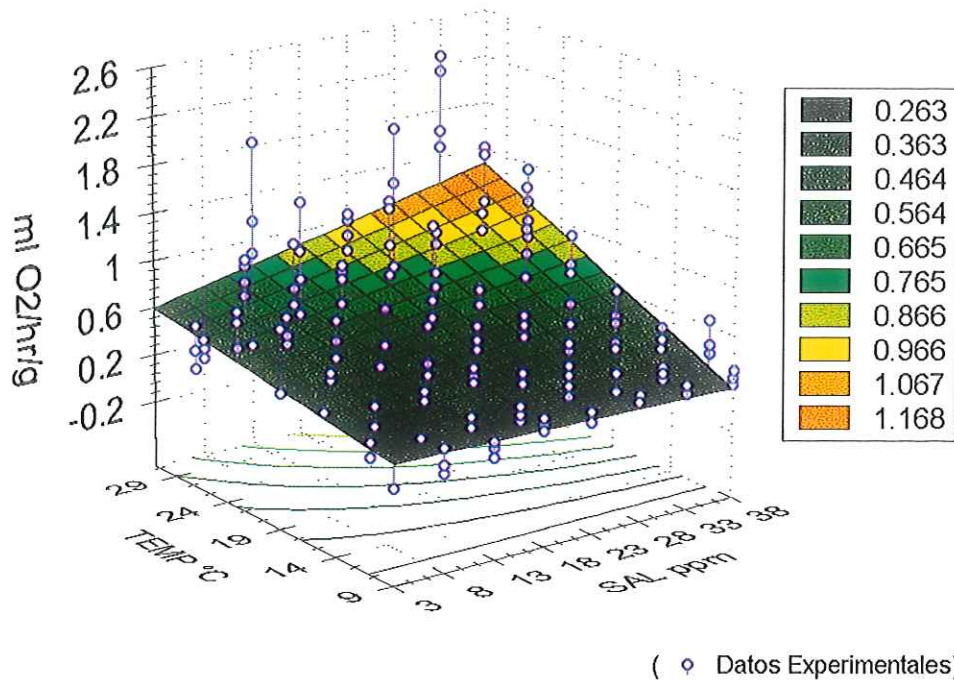


Figura 10.- Variación del metabolismo, expresado en ml O₂ l⁻¹ hr⁻¹ g⁻¹, de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas .

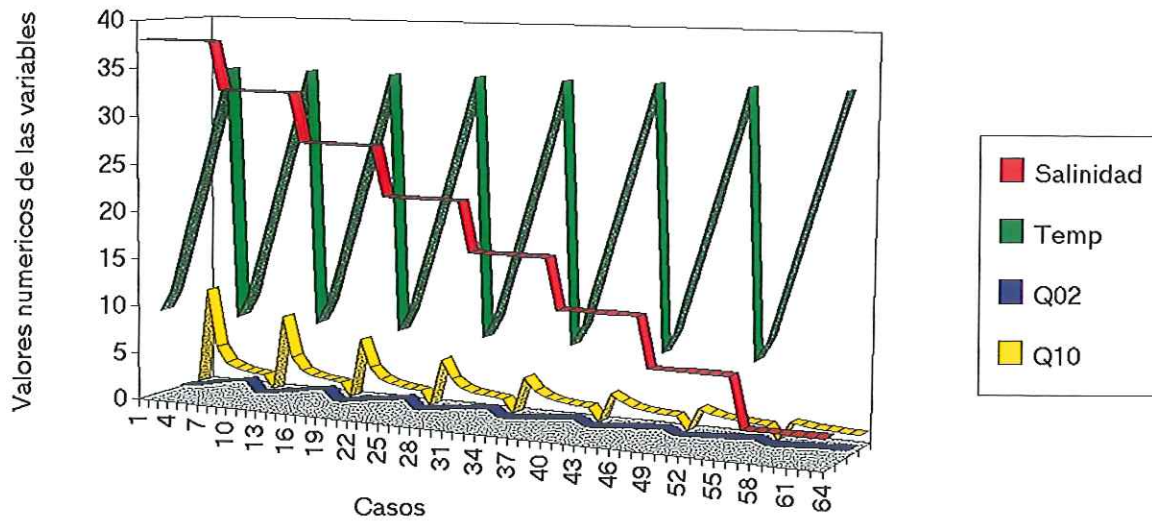


Figura 11.- Variación del Q₁₀ de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

CONTROL DE VOLUMEN INTERNO

* Hematocrito:

Como una medida de control del volumen interno, el hematocrito (Figura 12) representó la proporción de suero respecto al precipitado celular sanguíneo, que después del ajuste de la regresión (Anexo I) se representó por un modelo lineal:

$$\left[\frac{\%Suero}{\%Pre-Cel-Sang} \right] = 1.20 + 0.006S + .005T$$

Es posible apreciar que ambas variables independientes ejercen un efecto combinado, en el cual los máximos valores 1.58 corresponden a las condiciones extremas altas 38 ppm y 35 °C y los mínimos "1.294" a las condiciones extremas bajas 3 ppm y 9°C. En el ANOVA general de 2 vías, comparando el hematocrito codificado a diferentes salinidades y temperaturas, se comprobó que hay evidencias para establecer que el efecto de la salinidad, la temperatura y la combinación de ambos fueron altamente significativos a $p < 0.01$ (Anexo II). El análisis a posteriori de Tukey no fue relevante, por presentar diferencias con una tendencia no definida.

* Orina (Variante del modelo de (Potts 1954):

La explicación del aspecto energético relacionado al control de volumen interno, se realizó desde el punto de vista teórico, aplicando una modificación al modelo propuesto por Potts (1954),

para calcular un término que pudiera expresar un número relacionado con la concentración y/o proporción de orina excretada en función de las distintas condiciones experimentales ensayadas. En la figura 13 se presenta el resultado de la regresión polinomial, el cual tuvo un comportamiento lineal y con un claro efecto combinado de ambos parámetros dependientes (salinidad y temperatura).

$$\left[\frac{\text{molORINA}}{\text{min.g}} \right] = 3.18 - 0.14S - 0.07T$$

Los valores máximos se relacionaron a las combinaciones extremas bajas (3 ppm y 9°C), y los mínimos a las extremas altas 38 ppm y 35 °C. Lo cual comparativamente con el hematocrito (Figura 12) es una respuesta inversa, a causa del signo negativo de los términos lineales de la salinidad y temperatura.

$$\text{Hematocrito} = (1.198249) + (0.005933893) * S + (0.005076507) * T$$

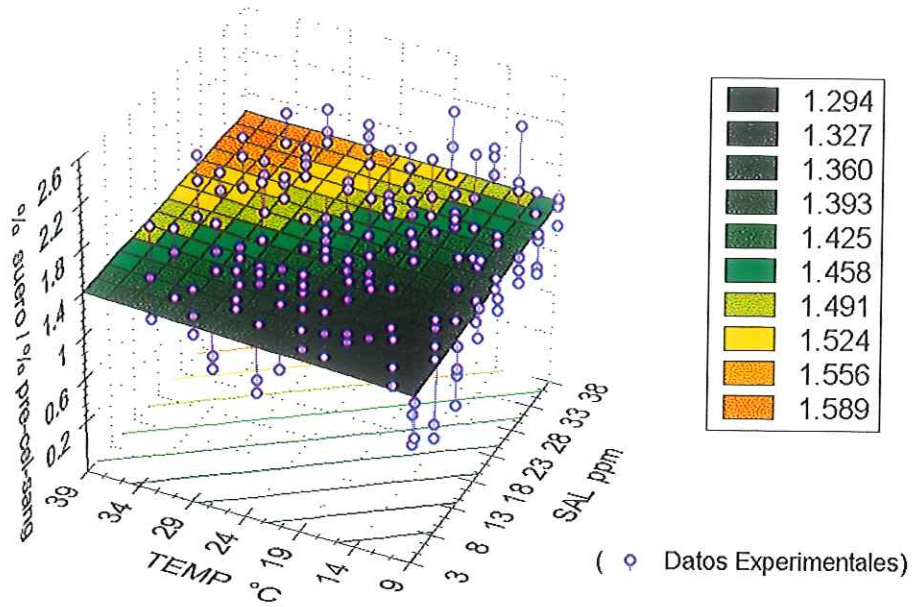


Figura 12.- Variación del hematocrito, expresado como el cociente del % volumen de suero / el % del volumen de precipitado celular, de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

$$\text{ml Orina/min/g} = (3.176399) + (-0.1336878) * S + (-0.06988615) * T$$

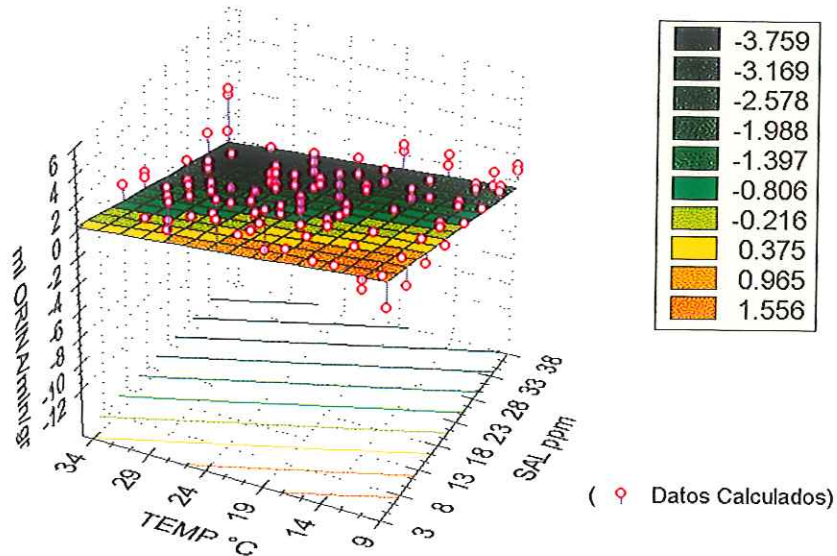


Figura 13.- Variación de la razón de excreción de orina (ml de Orina g⁻¹min⁻¹) calculada mediante una modificación del modelo de Potts (1954); de la curvina *A. nobilis*, ante transferencias inmediatas a distintas salinidades y temperaturas.

IV DISCUSION.

CAMBIOS EN LA CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS INTERNOS:

Son pocos los estudios que han intentado relacionar la osmoregulación con la temperatura, pero en términos generales hay que recordar que los poiquiloterms acuáticos al no tener un mecanismo de control de su temperatura corporal (Brett 1956), para responder a cambios ambientales repentinos, utilizan estrategias fisiológicas que pueden representar mecanismos de escape, de resistencia o compensación ante cambios adversos del ambiente externo. Es importante notar que de los análisis de regresión se obtuvieron ecuaciones similares en cuanto a los términos que las conforman y además, el efecto de la temperatura se circunscribió a un término lineal y otro cuadrático de la misma (Tabla II). Esto ocasionó un comportamiento curvilíneo de la concentración de los distintos solutos en el plasma de *A. nobilis* (Figuras 2-6), hacia las temperaturas extremas altas y bajas, partiendo de una temperatura próxima a los 19 °C.

Tabla II.- Ecuaciones de las distintas variables independientes

Osmoconcentración interna	$[CT_{intr}] = 411.90 + 0.85S - 9.22T + 0.25T^2$
ión sodio interno	$[Na_{intr}^+] = 179.63 + 0.33S - 2.66T + 0.07T^2$
ión cloro interno	$[Cl_{intr}^+] = 140.05 + 0.55S - 1.12T + 0.04T^2$
ión potasio interno	$[K_{intr}^+] = 7.92 - 0.05S - 0.41T + 0.01T^2$
Resta	$[RESTA] = 78.34 + 0.8S - 4.99T - 0.02S^2 + 0.13T^2$

La variación en la concentración del plasma en temperaturas extremas bajas ha sido reportada en otras especies. Pearcy (1961) describió el efecto de los cambios estacionales sobre la presión osmótica de *Pseudopleuronectes americanus*, en el que los incrementos de la concentración total interna coincidieron con las épocas de invierno, atribuyéndolo a la falla del organismo para regular a temperaturas bajas o a un posible mecanismo de adaptación para evitar el congelamiento; Umminger (1970) encontró un incremento notorio de la concentración total interna del pez eurihalino *Fundulus heteroclitus* en agua dulce a temperaturas bajas, aludiendo a la posible relación con "osmolitos" (moléculas orgánicas de bajo peso molecular).

No obstante la falta de significancia estadística ($p > 0.05$) es evidente que ocurrió una concentración plasmática a bajas temperaturas, en *A. nobilis*, como se aprecia en las figuras (2-6). Se considera que no es una respuesta de adaptación, puesto que el experimento fue a corto plazo (cambios inmediatos). Bien pudiera ser un respuesta de compensación a corto plazo, resultado del empleo de osmolitos orgánicos y otros iones no cuantificados (Ca^{++} , Mg^+ , Mn^+ , etc.), como lo denota el término de "resta" en la figura 6.

Cabe resaltar que estas bajas temperaturas corresponden a los límites letales inferiores de la especie, debido a que se asociaron con pérdida del equilibrio y severos espasmos en estas condiciones de 9 a 11 °C. Esto es a causa de un desacoplamiento del sistema

nervioso, como lo sugieren Fry et al., (1942), Freeman (1950) y Brett (1956), siendo así otra posibilidad, la falla de sistema de osmoregulación de esta especie debido a temperaturas bajas.

En cuanto a la variación de la concentración del plasma en la curvina blanca a temperaturas extremas elevadas (31 y 35 °C), es importante resaltar que la mayoría de las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) (ANOVA y análisis de Tukey) se encuentran relacionadas a estas temperaturas, para la mayoría de las variables y todas las salinidades ensayadas (Apéndice II). Esta respuesta fue muy similar a la de las temperaturas bajas, debido a que fue posible asociarlo también a la pérdida del equilibrio y severos espasmos. De manera similar, esto se consideró como un desacoplamiento del sistema nervioso (Fry et al., 1942; Freeman 1950; Brett 1956) representando así, los límites letales superiores de la especie. La intensidad de este efecto es mucho mayor que el presentado en las temperaturas extremas mínimas, aunque la razón de lo anterior puede atribuirse a las mismas causas antes expuestas.

Aparte del efecto de la temperatura es importante resaltar que se presentó una disminución muy clara en la mayoría de los parámetros CT_{int} , Na^+ , Cl^- y K^+ (figuras 2-6) alrededor de los 19 °C en todo el rango de las salinidades ensayadas (3 a 38 ppm). Esto sugiere que una temperatura cercana a los de 19 °C puede ser la óptima para los procesos fisiológicos relacionados a la osmoregulación de esta especie.

Numerosos estudios se han realizado relacionando a la salinidad con el proceso de osmoregulación, aunque relativamente pocos con especies "realmente marinas" (Smith, 1930; Fletcher, 1977, 1978a,b; Isaia, 1972; Ishioka, 1980; Woo y Muriat, 1981; Reynolds y Thomson, 1973; Woo y Wu, 1982; Gray *et al.*, 1991). El efecto de la salinidad en *A. nobilis* por lo general quedó explicado por el término lineal, que ocasionó una variación tenue en las concentraciones de las variables relacionados a los solutos internos (figuras 2-6).

En general, de 13 (isotonicidad) a 38 ppm se puede considerar que *A. nobilis* es un hipo-osmoregulador por mantener su concentración interna menor a la del medio. De 3 a 13 ppm, este pez se comporta como hiper-osmoregulador, es decir, sostiene su concentración osmótica interna mayor a la del medio, conservando así su concentración interna en un rango estrecho de 340 mOsm kg⁻¹ a 380 mOsm kg⁻¹.

Las concentraciones de Na⁺ y Cl⁻ en el plasma de *A. nobilis* se comportaron de manera idéntica a la del la CT_{int}, disminuyendo sutilmente a medida que el medio se diluyó. Los valores se conservaron dentro de un rango aproximadamente de 160 a 180 mmol l⁻¹. Estas variaciones no fueron significativas estadísticamente (p<0.01) , salvo en las temperaturas elevadas extremas (31-35°C), lo cual demostró una gran capacidad de regulación de la curvina *A. nobilis* a corto plazo. Según Huggins y Colley (1971), esto es

normal en teleósteos marinos al ser transferidos de agua de mar a agua dulce, debido a que sólo experimentan un cambio del 20 al 30% de su presión osmótica interna (340 mOsm/ g^{-1}) ante tal variación.

Por otra parte Dutil *et al.*, (1992), experimentando con el bacalao *Gadus morhua*, ante exposiciones abruptas a salinidades de 14 y 21 ppm, encontraron diferencias ligeras en la concentración del sodio. Otras especies, como *Rhabdosargus holubi* responden eficientemente ante un cambio a corto plazo, pues cuando se transfieren a salinidades bajas, mantienen su concentración interna por más de 10 horas antes de reducirla (Blaber 1974). Esto, de alguna manera, se asemejó a lo encontrado en este experimento para *A. nobilis*.

La variaciones medidas de la CT_{int} , Cl^- , Na^+ y K^+ en relación al cambio de la salinidad externa indican que el mecanismo de regulación a corto plazo de esta especie, fué muy eficiente en todas las salinidades, y es claro que posee la capacidad de modificar la permeabilidad a los iones Na^+ , Cl^- y K^+ . Esta permeabilidad selectiva o capacidad de regular se ve afectada por la temperatura, mostrando una disminución en la misma a las temperaturas extremas (elevadas y bajas) en todas las salinidades, lo que resulta en una elevación de la concentración del plasma.

Sobre todo, es importante resaltar que la regulación del K^+ , comparada con la del Cl^- y Na^+ presentó una respuesta inversa, incrementando su concentración a medida que el medio externo se diluyó (Figura 6-8), esto es evidente al quedar este ión separado jerárquicamente de los demás y al agruparse en otra rama seriada relacionada al metabolismo (Figura 4).

Lo anterior se puede considerar como una respuesta de regulación iónica a bajas salinidades, para retener o incorporar solutos activamente, y evitar en lo posible la dilución de su medio interno a corto plazo. Esta idea se relaciona con lo postulado por Lutz (1972) que indica que la regulación de cada uno de los iones Cl^- , Na^+ y K^+ , es independiente. Aunque, en especies no marinas Ahokas y Duerr (1975) con el pez *Fundulus diaphanus* encontraron que la concentración total interna y la concentración de Cl^- y Na^+ internos, se diluían a medida que el medio externo disminuía de salinidad, mientras que el ión K^+ se aumentó al disminuir la concentración externa. Lo anterior es muy semejante a lo encontrado en la curvina *A. nobilis*. Sin embargo, cabe mencionar que los mismos investigadores (op cit.) encontraron patrones distintos en *Culaea inconstans*, por lo que no se debe generalizar la respuesta, y esta debe determinarse para cada especie. Es evidente al menos a corto plazo, que *A. nobilis*, mostró una capacidad de regulación iónica extensa ante toda la gama de combinaciones ambientales ensayadas.

Es interesante observar que los solutos diferentes a los iones Na^+ , Cl^- y K^+ (término denominado "resta") poseen un comportamiento distinto, sobre todo en relación al efecto de la salinidad en la que es posible notar que hay un punto de silla en las combinaciones centrales del experimento (19°C y 18-23 ppm), ocasionado por el efecto combinado de los términos cuadráticos de la salinidad y temperatura.

Esto pudiera representar un mecanismo más para la regulación de la concentración interna. El término "resta" será, por ende, la sumatoria de otros iones y biomoléculas que aportan el resto del la CT_{int} . Mientras que hay evidencia muy consistente de la importancia de sustancias no protéicas nitrogenadas, tanto extracelulares como intracelulares, en la adaptación osmoreguladora de invertebrados, poco se sabe del papel de estas sustancias en los teleosteos. Lange y Fugelli (1965) sugirieron que la capacidad de las células a mantener su presión osmótica está dada en gran medida por moléculas orgánicas y no inorgánicas. Estudios del músculo parietal de *A. anguilla* (Huggins y Colley, 1971) y de peces eurihalinos de zonas intermareales (Lasserre y Gilles 1971; Colley et al., 1974) han indicado que hay "reservorios" de sustancias nitrogenadas, predominantemente aminoácidos, involucrados en la adaptación intracelular osmótica. En contraste con estudios del salmón del atlántico *Salmo salar*, adaptado a condiciones marinas y de agua dulce, en donde no se encontró variación en los niveles de aminoácidos musculares (Cowey et al., 1962).

Ahokas y Duerr (1975) encontraron que *Fundulus diaphanus* mostró un incremento en las sustancias positivas a la ninhidrina a medida que la salinidad externa aumentó, lo cual, puede ser producto de la despolimerización y polimerización de aminoácidos dentro de las células, mientras que lo mismo no fue evidente en *Culaea inconstans* (Peterson y Duerr 1969). Mansuri y Bhan (1978) indican que el posible descenso en la cantidad de proteína del tejido de branquias, riñón y músculo rojo, de *Periophthalmus dipsas* IV a medida que la salinidad disminuyó de 10 ppm hasta agua dulce, es a causa de su conversión en aminoácidos libres para incrementar su "reservorio".

Aunque no fue determinado analíticamente cuales son las sustancias que conforman a este término "RESTA", es interesante hipotetizar que la formación del punto de silla (Figura 5) se refiere a la participación activa de biomoléculas en la regulación a corto plazo en las condiciones que parecen ser las óptimas para esta especie de la familia Sciaenidae.

CONTROL DE VOLUMEN INTERNO

Es evidente que *A. nobilis* posee un sistema de regulación muy eficiente a corto plazo. Otro factor importante por analizar, aparte de la concentración de los solutos internos, es la capacidad de regulación del volumen interno.

La regulación osmótica en los teléosteos marinos se relaciona con la función del riñón para regular la concentración de los fluidos internos mediante una eficiente reabsorción iónica y filtración glomerular. Esta, aunada a la ingestión de agua de mar y absorción de iones monovalentes en su sistema digestivo y al transporte activo de iones al exterior a través de las branquias, balancea la pérdida de agua (Grasse 1953, Hickman y Trump 1969, Gilles 1975, Parry 1961, Hickman y Trump 1969, Nordlie y Leffler 1975).

Los valores del hematocrito, fueron menores en salinidades y temperaturas bajas mientras que en las condiciones de temperaturas y salinidades altas, los valores fueron mayores . Esta variación fue función de los componentes lineales, tanto de la temperatura como de la salinidad, que en combinación, tuvieron un efecto de magnitud similar, originando así un efecto balanceado entre estos componentes. Esto fue inesperado debido a que en una concentración externa menor, se esperaba una dilución sanguínea.

Algunas posibles razones de lo anterior se relacionan, debido a que la exposición a medios diluidos puede ocasionar incremento en el volumen de los eritrocitos como en *Myxocephalus scorpius*, lo cual puede ser atribuido a la hidratación de estas células (Oikari 1978). Aunque, esto posiblemente se debe a la liberación de más glóbulos rojos, como una respuesta a una disminución en la capacidad de saturación de la hemoglobina, fenómeno observado en el salmón (Benditt et al., 1941) y en la anguila (Guernsey y Poluhowich 1975) adaptados a medios diluidos.

Pocos estudios se han hecho con respecto a los cambios de los compartimientos de fluidos internos de peces adaptados a diferentes salinidades, Ahokas y Duerr (1975), en un experimento diseñado para medir la variación en el espacio extracelular de *Fundulus diaphanus*, encontraron un incremento en su espacio de "cloro" extracelular a medida que aumentó la salinidad. Este incremento lo relacionaron a un aporte de fluidos celulares debido a que no se demostró un incremento en el agua total del organismo. Mientras que en *Culaea inconstans* el incremento del espacio del cloro extracelular se acompañó por un incremento en el agua total del organismo.

La respuesta inmediata ante cambios de salinidad obtenida en *A. nobilis* puede ser a causa del transporte pasivo y acumulación de iones inorgánicos en la sangre, al entrar los organismos en un ambiente hiperosmótico. Esto resulta en una mayor concentración del fluido extracelular en relación al fluido celular, ocasionando como paso subsecuente un transporte pasivo del fluido celular para diluir el medio extracelular lo que incrementó así el valor del hematocrito, a consecuencia de una deshidratación celular mínima. De esta forma se reducirían significativamente los cambios y sus razones de cambio en los compartimientos de fluidos corporales, proveiendo así tiempo para que el organismo active un mecanismo de compensación con el propósito de restaurar su homeostasis.

Otra posibilidad es considerar que los cambios experimentados fueron "severos", implicando una respuesta inmediata, aunque de manera no competamente controlada, pasando por el nivel normal de regulación. Por esta razón se considera que, los valores del hematocrito fueron menores en las salinidades bajas y mayores en salinidades altas. Lo anterior muestra que el organismo tuvo la capacidad de retener solutos en condiciones hiposmóticas y de retener sus fluidos internos en condiciones hiperosmóticas.

Esto último parecería razonable si consideráramos que la excreción urinaria de esta especie se aproximara a la variación del modelo de Poots (1954), en el cual es posible observar desde un punto vista teórico, que el organismo tiende a eliminar grandes cantidades de orina por unidad de tiempo en las condiciones extremas mínimas (Figura 10), mientras que en condiciones extremas máximas tiende a eliminar muy poco. Esto, comparativamente con el hematocrito es un comportamiento inverso, el cual resultó de un efecto equilibrado, en la combinación de los términos lineales de la salinidad y la temperatura (Figura 9). Es conveniente resaltar que esta tendencia inversa de la "orina" relacionada con el hematocrito, implicaría, a nivel teórico, una gran eficiencia del sistema de filtración glomerular del aparato urinario de *A. nobilis*.

COSTO DE LA REGULACION DE SOLUTOS INTERNOS "RESPUESTA INMEDIATA":

Los estudios que intentan relacionar la razón metabólica con la salinidad muestran una variedad de respuestas. Por ejemplo, la razón metabólica de *Salmo gairdneri* (Rao 1968, 1971) y *Tilapia nilotica* (Farmer y Beamish 1969) han sido reportadas como menores en salinidades iso-osmóticas, posiblemente reflejando que la energía requerida para la osmoregulación es menor en un ambiente iso-osmótico. Frame (1973) también observó una tasa de consumo de oxígeno reducido en salinidades bajas en *Pseudopleuronectes americanus*. Consecuentemente, este ahorro de energía se pudieran utilizar para otras funciones biológicas como el crecimiento y la maduración. Esto no ha sido claramente probado, pero hay evidencia de mejores tasas de crecimiento en agua dulce (Canagaratam 1959; Otto 1971; Otwell y Merriner 1975; Peters y Boyd 1972; De Silva y Perera 1976). Sin embargo, datos de experimentación con *Plotosus anguillaris* (Job 1959) y *Tilapia mossambica* (Job 1969a,b) indican lo contrario: un consumo de oxígeno mayor a salinidades iso-osmóticas. Así mismo, otros investigadores no encontraron cambio alguno en la tasa metabólica al adaptar peces eurihalinos a diferentes salinidades (Chittenden 1971; Muir y Niimi 1972; Poluhowich y Parks 1972; Skadhauge y Lotan 1974; Nordlie y Leffler 1975; Courtois 1976; Nordlie 1978). Por lo anterior, se sugiere que en teleósteos no es adecuado generalizar el efecto de la salinidad sobre el metabolismo respiratorio, y es muy conveniente establecerlo para cada especie. Sobre todo, relacionarlo a otros

factores del proceso de regulación osmótica, estableciendo la diferencia entre los dulceacuícolas y los organismos realmente marinos.

En el caso particular de esta investigación, el efecto de la temperatura sobre la concentración de los solutos internos fue, en la mayoría de los casos cuadrático. Mientras que a nivel metabólico se observó una clara inhibición a temperaturas bajas, lo cual era de esperarse, originando así un modelo lineal. Otro aspecto importante fue que en todos los solutos internos (figuras 2-6) el efecto de la salinidad fue similar (se incrementaron a medida que la salinidad también se incrementó). Salvo en el caso del potasio (figura 5), en el que se observó lo contrario, lo cual indica una clara inversión de energía en el proceso de regulación osmótica. Esto es más claro debido a la alta correlación (Tabla I) y al agrupamiento de los términos de QO_2 con el hematocrito (Figura 10), lo que indica que es un proceso estrechamente relacionado al control de volumen interno.

Nordlie (1978) intentó agrupar las aparentes incongruencias en cuanto a la relación del metabolismo respiratorio y la salinidad, definiendo cuatro grupos o categorías de organismos: 1) el consumo de oxígeno no se afecta por un cambio en la salinidad ambiental, 2) el consumo de oxígeno es mínimo a concentraciones iso-osmóticas, 3) el consumo es mínimo a la salinidad óptima de la

especie, la cual sería diferente a la iso-osmoticidad y ,4) el consumo es máximo en la salinidad óptima.

Considerando la clasificación anterior, dado que no se involucró la temperatura, realmente fue difícil ubicar a *A. nobilis*. Pero, descartando la inhibición del metabolismo por las temperaturas bajas y tomando en consideración el efecto de la salinidad, se puede concluir que el consumo de oxígeno es menor a medida que la salinidad disminuye a concentraciones iso-osmóticas. De tal manera que se podría ubicar a *A. nobilis* entre las categorías 2 y 3.

Como se ha enfatizado anteriormente, a medida que las condiciones experimentales se aproximaron al límite letal, fueron evidentes la pérdida de equilibrio y espasmos musculares severos a temperaturas extremas. Esto indica que existió una demanda por canalizar y consumir grandes cantidades de energía, aunque cabe mencionar que a temperaturas bajas, fue evidente una tasa de consumo de oxígeno reducida, debido a que fue inhibida por la temperaturas bajas.

Además de lo anterior, tomando en cuenta que esta investigación se realizó con organismos sometidos a cambios a corto plazo, y no, a un estado estable de aclimatación, se calcularon valores Q_{10} . Una posible interpretación al observar los valores de Q_{10} de 2.2 a 6.2, sería que al aproximarse esta especie a los

límites letales inferiores, se inhibió la velocidad de reacciones. En tanto que al acercarse a los límites letales superiores, y obtenerse valores de Q_{10} entre 1.4 y 1.6, esto indicaría una capacidad de compensación parcial, de acuerdo a Pretch (1955). Algo interesante de lo anterior es que se presentó un patrón consistente en todas las salinidades ensayadas y que su intensidad disminuyó correspondientemente a la salinidad. Lo cual indicaría en que forma influyó la salinidad sobre las velocidades de reacción.

ECOFISIOLOGIA, DISTRIBUCION, HABITAT E IMPLICACIONES EN EL REPOBLAMIENTO:

A la fecha realmente es poca la información que se conoce sobre el ciclo de vida natural de *A. nobilis*, aunque desde 1916 ha constituido una pesquería comercial y deportiva importante, tanto en California (EUA) como en Baja California, (Young, 1973). MacCall et al., (1976), en un análisis de esta pesquería, sugieren que la pesca de la curvina blanca está muy cerca del límite máximo sostenible, tanto en California como en Baja California, e indicaron que las capturas han disminuido en un período de 1950 a 1972, pero con incrementos repentinos asociados posiblemente con el flujo de aguas cálidas.

Más información sobre los estadios tempranos de edad y su distribución, fue investigada por Moser et al., (1983), quienes

analizaron las muestras de CALCOFI de 1950 a 1978. Estos autores encontraron que larvas de *A. nobilis* estuvieron presentes en sólo 104 muestras del total, distribuidas de la Isla Santa Rosa en California hasta Bahía Santa María en Baja California. Lo anterior corresponde perfectamente con los límites letales determinados previamente por este estudio, ubicando su límite norte a temperaturas próximas a los 11 °C y su límite sur a temperaturas no mayores de 31 °C.

La temperatura promedio de presencia de las larvas y juveniles en las muestras de CALCOFI fue de 17.6 ± 2.5 °C (Mosser, 1983; en Ohrum, 1989), lo que indica que aproximadamente el 85% de las larvas fueron capturadas en temperaturas de 15 a 21 °C. Esto, comparado con las isotermas del atlas de CalCOFI, muestra que los estadios larvales de esta especie se relacionan con aguas ligeramente más cálidas que las de las zonas de surgencias cercanas a la costa (Ohrum 1989). En la zona norte, este argumento, está apoyado por Allen y Franklin (1988, 1992) y Donohoe (1990), quienes encontraron que organismos de 6-149 mm, se encuentran asociados a aguas costeras y semiprotegidas a profundidades someras de 1.5 a 8 m, pero están significativamente ausentes dentro de los cuerpos de agua costeros como bahías y estuarios en la zona del sur de California. Dichos hallazgos pudieran explicar la baja tolerancia de esta especie a salinidades mayores de 38 ppm y la "preferencia de temperaturas entre 15 a 21 °C".

Ohrum (1989) estudió las fases de desarrollo temprano de esta especie mediante larvas cultivadas en el laboratorio, encontrando que la temperatura afectó todos los aspectos de desarrollo larval, como por ejemplo, el llenado de la vejiga natatoria se observó poco tiempo después de la apertura bucal en el cuarto día, después de la eclosión en temperaturas óptimas de 17-18.5 °C; la temperatura de mayor eficiencia en la absorción del vitelo correspondió a los 19 °C . Las larvas de 4 a 21 días de edad fueron capaces de mantener una tasa de crecimiento mayor al 9% peso día⁻¹ a 15 °C, pero a temperatura de 20 a 23 °C, su tasa se incrementa a 20-27% peso día⁻¹. Es interesante notar que el óptimo de regulación osmótica, iónica y de los componentes diferentes a los iones "resta" y los iones Cl⁻, Na⁺ y K⁺ (Figuras 2-6) encontrada en este estudio, se encuentra muy próximo a los 19 °C, lo cual concuerda fisiológicamente con lo reportado por los anteriores investigadores.

Se considera que *A. nobilis* es una especie de aguas templadas y debido a la escases de estuarios, este grupo de organismos no ha desarrollado tolerancias o capacidades de regulación a salinidades mayores de 38 ppm. Así mismo, se piensa que en sus estadios tempranos de vida prefieren las aguas costeras y semiprotegidas con profundidades relativamente someras. No así con muchas especies de la familia Sciaenidae en la zona Este de los Estados Unidos, en donde dependen de los ambientes estuarinos (Chao y Musick, 1977: Weinstein, 1979),

Teniendo en cuenta que esta es una especie que se cultiva con fines de repoblaminto en las costas del sur de California (EUA), se piensa que el esfuerzo de repoblamiento deberá estar encaminado a estas áreas someras y semiprotegidas. Se considera así, que la capacidad fisiológica de *A. nobilis* encontrada en esta investigación es posiblemente un factor que en el futuro, aunado con el esfuerzo de repoblamiento de esta especie, permita la recuperación y el establecimiento de poblaciones sanas de reproductores, en la zona norte de su distribución.

Finalmente, se cree que futuros experimentos realizados cerca de la temperatura óptima (probablemete 19 °C) con estadios tempranos de edad de esta especie, aportaran información valiosa para la interpretación de su ubicación ambiental.

CONCLUSIONES:

- ⚙ Las ecuaciones obtenidas para los solutos internos fueron similares y todas compartieron la presencia de un término lineal y uno cuadrático para la temperatura.

- ⚙ Ante una transferencia a un medio hipo-osmótico, el comportamiento de la concentración del K^+ , en relación a los otros solutos internos, fue inverso en a salinidades bajas, lo cual, representó un mecanismo de regulación o compensación a corto plazo.

- ⚙ Fue evidente una disminución de la concentración de los distintos solutos internos en temperatura próxima a los 19 °C en todas las salinidades ensayadas, lo cual representa un óptimo fisiológico para la osmoregulación de esta especie.

- ⚙ Se observó una clara relación del metabolismo respiratorio de rutina con la salinidad y temperatura, presentándose clara inhibición de esta en bajas temperaturas.

✿ La respuesta en el control del volumen interno representado por el hematocrito fue inverso al a excreción de orina, calculada mediante una variante del modelo del Poots (1954), lo que indicó que la curvina blanca tuvo un mecanismo del control de volumen interno muy eficiente.

✿ Dado a que se observó la pérdida del equilibrio , severos espasmos y en muchos casos a la muerte, al aproximarse la temperatura a los 11 °C y 31 °C, en todas las salinidades, se considera que estas temperaturas corresponden a los límites letales de esta especie ante variaciones a corto plazo.

✿ Respecto a la clasificación de Nordlie (1978) el metabolismo de *A. nobilis* se ubica entre las categorías 2 y 3, siendo éste mínimo a medida que el medio tiende a la iso-osmocidad.

V.- 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.
- Allen L.G. y M.P. Franklin 1988. Distribution and abundance of young-of-the-year white seabass, *Atractoscion nobilis*, in the vicinity of Long Beach harbor, California in 1984-1987. Calif. Fish Game 74, 245-248 pp.
- Allen L. G. & M.P. Franklin., 1992. Abundance, distribution, and settlement of young of the year white seabass, *Atractoscion nobilis*, in southern California Bight 1988-1989. Fishery Bulletin US. (90), pp 633-641.
- Benditt E., Morrison P. y L. Irving., 1941. The blood of atlantic salmon during migration. Biol. Bull. 80: pp 429-440.
- Blaber, S.J.M., 1974. Osmoregulation in juvenile *Rhabdosargus holubi* (Steindachner) (Teleostei). Jour. Fish. Biol. 6: pp 797-800.
- Brett J.R., 1956. Some principles in the thermal requirements of fishes. Quat. Rev. Biol. Vol 31, No 2, 75-87.
- Canagaratam, P., 1959. Growth of fishes in different salinities. Jour. Fish. Board. Can. 16: pp 121-130
- Chao L.N. y J.A. Musick., 1977. Life history, feeding habits and functional morphology of juvenile scieanid fishes in the York Estuary, Virginia. Fish. Bull. 75(4): pp 657-602.
- Chan D.K.O. y 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, 160-168 pp.
- Chittenden M.R., 1971. Effects of handling on oxygen requirements of Americas shad (*Alosa sapidissima*). Jour. Fish. Res. Board. Can. 30: pp 105-110.
- Colley L., Fox F.R. y A.K. Huggin., 1974. The effect of changes in external salinity on the non-protein nitrogen constituents of parietal muscle from *Agonus cataphractus*. Comp. Biochem. Physiol. 48(A): pp 757-763.
- Conte, F. P., 1969. Salt secretion. In, Fish Physiology. Vol. edited by W.S. Hoar y D.J. Randall. Academic Press, New York, pp. 241-292.

- Courtois L.A., 1976. Respiratory responses of *Gillchthys mirabilis* to changes in temperature, dissolved oxygen and salinity. *Comp. Biochem. Physiol.* 53(A): pp 7-10.
- Cowey C.B., Daisley K.W. y G. Parry., 1962. Study of amino acids, free or as components of protein, and some B Vitamines in the tissues of Atlantic salmon, *Salmo salar*, during spawning migration. *Comp. Biochem. Physiol.* 7: pp 29-38.
- De Silva S.S. y P.A.B. Perera., 1976. Studies on the young gray mullet, *Mugil cephalus* L., I. Effects of salinity on food intake, growth nad food conversion. *Aquaculture* 7, 327-338.
- Donahoe, C., 1990. The distribution, abundance, food habits, age and growth of late larval and early juvenile white seabass (*Atractoscion nobilis*) of San Diego County California. M.S. Thesis, San Diego State University, California. 95pp
- Doudoroff, P., 1942. The resistance and acclimatization of marine fishes to temperature changes. I. Experiments with *Girella nigricans* (Ayres). *Biol. Bull.*, Woods Hole, 88: pp 194-206.
- Dutton P. H. 1989. The feeding ecology and growth of white seabass, *Atractoscion nobilis*. M.S. thesis San Diego State University. CA.
- Dutton P. H., 1992. Effects of experience on feeding success by larval white seabass, *Atractoscion nolilis*. *Jour. Fish Biol.*, 41, 765-773 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
- Elliott J.M. & W. Davison., 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. *Oecologia* #19, 195-201.
- Evans H. D., 1979. Osmotic and ionic regulation by freshwater and marine fishes In: *Enviromental Physiology of Fishes*, Ed M.A. Ali Plenum Press New York pp, 93-122.
- Farmer G. J. y F. W. H. Beamish, 1969. Oxygen consumption of *Tilapia nilotica* in relation to swimming speed and salinity. *J. Fish. Res. Bd Can.* 26, 2807-2821 pp.
- Fletcher C.R., 1978a. Osmotic and ionic regulation in the cod (*Gadus callarias* L.): I. Water Balance. *J. Comp. Physiol.* 124, 149-155 pp.

- Fletcher C.R., 1978b. Osmotic and ionic regulation in the cod (*Gadus callarias* L.): II. Salt Balance. *J. Comp. Physiol.* 124, 157-168 pp.
- Frame D.W., 1973. Biology of young flounder *Pseudopluronectes americanus* Walbaum: metabolism under simulated estuarine conditions. *Trans. Am. Fish. Soc.* 102: pp 423-430.
- Freeman J. A., 1950. Oxygen consumption, brain metabolism and respiratory movements of goldfish during temperature acclimatization, with special reference to lowerd temperarures. *Biol. Bull.* 99: pp 416-424.
- Fry F.E.J., Brett J.R. y G.H. Glawson., 1942. Lethal limits of temperature for young goldfish. *Rev. Canad. Biol.* 1: pp 50-56.
- Gilles R., 1975. Mechanisms of ion and osmoregulation. In *Marine Ecology* (ed) Kinne, O. Vol II, Part 1, pp: 259, John Wiley & Sons, London.
- Gray J.D., King T. L. y R. L. Cloura, 1991. Effect of temperature and hypersalinity on hatching success of spotted seatrout eggs. *Prog. Fish. Cul.*, 53, 81-84.
- Grasse P.P., 1953. *Traite de Zoologie, Anatomie, Systematique Biologie Tome XIII, Agnathes et Poissons.* pp: 1545-1564. Masson et Cie France.
- Guernesey D.L. y J.J Poluhowich., 1975. Blood oxygen capacities of eels acclimated to fresh, brakish and salt water enviroments. *Comp. Biochem. Physiol.* 52(A): pp 313-316.
- Gunter G., 1956. A revised list of euryhaline fishes of North and Middle America. *Am. Midland Naturalist.* 56: pp 345-354.
- Hickman, C. P., Jr y B.F. Trump. 1969. The kidney. In *Fish Physiology*, Vol 1, edited by W.S. Hoar y D.J. Randall. Academic Press, New York, pp. 91-239.
- Holmes, W.N. y E.M. Donaldson, 1969. The body compartments and the distribution of electrolytes. In *Fish Physiology*, Vol 1, edited by W.S. Hoar y D.J. Randall. Academic Press, New York, pp. 1-89.
- Houston A.H., Madden J.A., Woods R.J. y H.M. Miles, 1971a. Some physiological effects of handling and tricaine methanesulphonate anesthetization upon the brook trout *Salvelinus fontinalis*. *Jour. Fish. Res. B. Can.*, 28(5), 625-633 pp.

- Houston A.H., Madden J.A., Woods R.J. y H.M. Miles, 1971b. Variations in the blood and tissue chemistry of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, subsequent to handling, anesthesia, and surgery. Jour. Fish. Res. B. Can., 28(5), 635-642 pp.
- Huggins A.K. y L. Colley., 1971. The changes in the non-protein nitrogenous constituents of muscle during the adaptation of the eel *Anguilla anguilla* L. from fresh water to sea water. Comp. Biochem. Physiol. 38(B): pp 283-292.
- Isaia J., 1972. Comparative effects of temperature on the sodium and water permeabilites of the gills of a stenohaline freshwater fish (*Carassius auratus*) and a stenohaline marine fish (*Serranus scriba*, *Serranus cabrilla*). J. Exp. Biol. 57, 356-366 pp.
- Ishioka H., 1980. Stress reactions induced by enviromental salinity changes in Red Sea Bearm. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46, 1323-1331 pp.
- Job, S.V., 1959. The metabolism of *Plotossus anquillaris* (Bloch) in various concentrations of salt and oxygen medium. Proc. Indian. Acad. Sci. (B). 50: pp 260-267.
- Job S.V., 1969a. The respiratory metabolism of *Tilapia mossambica* (Teleostei) - I. The effect of size, temperature and salinity. Mar. Biol. 2: pp 121-126.
- Job S.V., 1969b. The respiratory metabolism of *Tilapia mossambica* (Teleostei) - II. The effect of size, temperature and salinity and partial pressure of oxygen. Mar. Biol. 3: pp 222-226.
- Lasserre P. y R. Gilles., 1971. Modification of the amino acid pool in the parietal muscle of two euryhalin teleosts during osmotic adjustment. Experientia 27: 1434-1435.
- Lange R. y K. Fugelli., 1965. The osmotic adjustment in the euryhaline teleosts, the flounder, *Pleuronectes flesus* L. and the three spined stickelback, *Gasterosteus aculeatus* L. Comp. Biochem. Physiol. 15: pp 283292.
- Lutz P.L., 1972. Ionic patterns in the teleost. Comp. Biochem. Physiol. 42: 719-733.
- Mansuri A.P. and S. Bhan., 1978. Adaptations to osmotic stress un the marine euryhaline teleost, *Periophthlmus dipes* IV. Jour. Anim. Morphol. Physiol. 25(1,2): pp 139-146.

- 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. y J. V. Shireman, 1980. The influence of salinity on oxygen consumption and plasma electrolytes in grass carp, *Ctenopharyngodon idella* Val. *J. Fish Biol.* 16, 613-619 pp.
- Maetz. J., 1974. Aspects of adaptation to hypo-osmotic and hyper-osmotic environments. In. *Biochemical and biophysical advances in biology*. Vol 1, edited by D.C. Malins y J.R. Sargent. Academic Press, New York. pp. 1-169.
- Marias, J.F.K, 1978. Routine oxygen consumption of *Mugil cephalus*, *Liza dumerili* and *L.richardsoni* at different temperatures and salinities. *Marine Biology*, 50, 9-16 pp.
- Miller D.J. y R.N. Lea, 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *Cal. Fish Game. Fish Bull.* 157, p 154.
- Morgan J. D. y G. K. Iwama, 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile Rainbow and Steelhead Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48, 2083-2094 pp.
- Moser G.H., Busby M.S., Butler J.L., Sandknop E.M., Sumida B.Y. y E.G. Stevens., 1983. Description of early stages of white seabass, *Atractoscion nobilis*, with notes on distribution. *CalCOFI. Rep Vol XXIV.* pp 182-192.
- Muir B.S. y A.J. Niimii 1972. Oxygen consumption of the euryhaline fish aholehole (*Kuhlia sandvicensis*) with reference to salinity, swimming and food consumption. *J. Fish. Res. Bd Can.* 29, 67-77 pp.
- Nelson S. M. y S. A. Flickinger, 1992. Salinity tolerance of Colorado squafish, *Ptychocheilus lucius* (Pisces: Cyprinidae) *Hydrobiologia.* 246, 165-168 pp.
- Nordlie F.G., 1978. The influence of environmental salinity on respiratory oxygen demands in the euryhaline teleost, *Ambassis interrupta*, Bleeker. *Comp. Biochem. Physiol.* 59(A): pp 271-274.
- Nordlie F.G. y C.W. Leffler, 1975. Ionic regulation and energetics in *Mugil cephalus* Lin. *Comp. Biochem. Physiol.* 51A, 125-131 pp.

- Orhum M.R., 1989. Early life history of white seabass *Atractoscion nobilis*. M.S. thesis San Diego State University, CA.
- Oikari A., 1978. Aspects of osmotic and ionic regulation in two Baltic Teleosts: Effects of salinity on blood and urine composition. *Marine Biology* 44, 345-355 pp.
- Otto R.G., 1971. Effects of salinity on the survival growth of pre-smolt coho salmon (*Oncorhynchus kisuth*). *Jour. Fish. Res. Board. Can.* 28: pp 343-349.
- Otwell W.S. y J.V. Merriner., 1975. Survival and growth of juvenile striped bass, *Morone saxatilis*, in a factorial experiment with temperature, salinity and age. *Trans. Am. Fish. Soc.* 104: pp 560-566.
- Peters D.S. y M.T. Boyd., 1972. The effect of temperature, salinity and availability on the feeding and growth of hogchocker *Trinectes maculatus* (Bloch & Schneider). *Jour. Exp. mar. Biol. Ecol.* 9: pp 201-207.
- Pearcy W.G., 1961. *Science* 134: 193: pp 193.
- Parry G., 1961. Osmotic adaptation in fishes. *Biol. Rev. Cam. Phil. Soc.* 41: pp 392-444.
- Potts W.T.W., 1954. The energetics of osmotic regulation in brackish and fresh water animals. *Jour. Exp. Biol.* #31, 618-630pp.
- Poluhowich J.J. y 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.
- Potts W.T.W. y D.H. Evans., 1967. Sodium and chlorine balance in the killifish *Fundulus heteroclitus*. *Biol Bull mar. Biol. Woods Hole.* 133: pp 411-425.
- Pretch H., 1958. Patterns of temperature adaptation. En: *Physiological adaptation*. Ed. Prosser C.L. American Physiological Soc. Washinton. pp 50-78.
- Rao G.M.M., 1971. Influence of activity and salinity on the weight-dependent oxygen consumption of the rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Mar. Biol.* 8: pp 205-212.
- Raynolds W.W. y D.A. Thomson, 1973. Temperature and salinity tolerances of yung Gulf of California grunion, *Leuresthes sardina* (Atheriniforms: Atherinidae). *Jour. Mar. Res.* 31(1), 37-45 pp.

- Saturnes M., T. Sigholt., G. Lysfjord. y O.A. Gulseth, 1992. Difference in the seawater tolerance of anadromous and landlocked populations of arctic char (*Salvelinus alpinus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 443-447 pp.
- Smith, H. W., 1930. The absorption and excretion of water and salts by marine teleosts. Am. Jour. Physiol., 93, 480-505.
- Schmidt-Nielsen, K, 1970 ., Animal Physiology 3rd edited. Prentice-Hall Inc. New Jersey, pp. 63-64.
- Skadhauge E. y R. Lotan., 1974. Drinking rate and oxygen consumption in the euryhaline teleost, *Aphanius dispar* in waters of high salinity. Jour. Exp. Biol. 60: pp 547-556
- Talbot C., Stagg R.M. y F.B. Eddy, 1992. Renal, respiratory and ionic regulation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) kelts following transfer from fresh water to seawater. J. Comp. Physiol B. 162, 358-364 pp.
- Tukey J.W., 1953. The problem of multiple comparisons. Unpublished manuscript. Princeton University, (in CSS:Statistica, Statsoft 1991) Chap. 8 y 9, 299-401pp.
- Umminger B.L, 1970. Effects of subzero temperatures and trawling stress on serum osmolality in the winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*. Biol. Bull. 139, 574-579.
- Vojkovich M. y R.J. Reed., 1983. The white seabass. *Atractoscion nobilis*, in California-Mexican waters. Status of the fishery. Calcof. Coop. Fish Invest. rep 24:pp 79-83.
- Weinstein M.P., 1979. Shallow habitats as primary nurseries for fishes and shellfish, Cape Fear River, North Carolina. Fish Bull. US. 77: pp 339-358.
- Winberg G.G., 1956. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Nauch. Trudy belorussk. gos. Univ. V. I. Lenina (Minsk), 1-253 pp.
- Woo, N.Y.S. 1990. Metabolic and osmoregulatory changes during temperature acclimatation in red sea bream, *Chrysophrys major*: Implications for its culture in the subtropics. Aquaculture vol 87,2. 197-208pp.
- Woo N.Y.S. y A.C.Y. Fung, 1981. Studies on the biology of the red sea bream *Chrysophrys major*: II. Salinity adaptation. Comp. Biochem. Physiol. 69A, 237-242 pp.

- Woo N.Y.S. y J.C. Muriat, 1981. Studies on the biology of the red sea bearm *Chryosphrys major*: III. Metabolic response to starvation in different salinities. *Mar. Biol.* 61, 255-260 pp.
- Woo N.Y.S. y W.C.M Tong, 1982. Salinity adaptation in the snakehead, *Ophiocephalus maculatus* Lacépède: changes in oxygen consumption, branchial $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ and body composition. *J. Fish Biol.* (20)1, 11-19 pp.
- Woo N.Y.S. y R.S.S. Wu, 1982. Metabolic and osmoregulatory changes in response to reduced salinities in the red gruper *Epinephelus akaara* (Temminck and Schlegel) and the black sea bream *Mylio macrocephalus* (Basilewsky). *Mar. Biol. Ecol.*, 65, 139-161 pp.
- Young P.H., 1973. The status of white sea bass resource and its management. Calif. Dept. Fish Game. Res. Tech. Rpt. 15: pp 1-10.
- Zeitoun I. H., D. E. Ullrey. y P. I. Tack, 1974. Effects of salinity and dietary protein levels on the total serum protein and hematocrit of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) fingerlings. *J. Fish. Res. Bd Can.* (31)6, 1133-1134 pp.

Anexo I

STAT.	Model: $OSM_ORG = b_0 + b_1 \cdot SAL + b_2 \cdot TEND + b_3 \cdot TEND^2$ (tesd.sta)			
NONLIN.	Dep. var: OSM ORG Loss: (OBS-PRED)**2			
ESTIMAT.	Final loss: 45723.592447 R=.86912 Variance explained: 75.9374			
N=240	B0	B1	B2	B3
Estimate	411.8964	.85452	-9.2164	.25286
Std.Err.	4.2969	.08277	.6199	.01415
t(236)	65.4130	10.32394	-14.8691	17.88803
p-level	0.0000	.00000	0.0000	0.00000

Concentración Total
Interna

STAT.	Model: $V16 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2 + b_3 \cdot V2^2$ (tesd.sta)			
NONLIN.	Dep. var: NA ORG Loss: (OBS-PRED)**2			
ESTIMAT.	Final loss: 11650.019030 R=.71114 Variance explained: 50.5731			
N=218	B0	B1	B2	B3
Estimate	179.6351	-.326317	-2.65680	.072047
Std.Err.	3.1963	.042323	.31538	.007213
t(234)	56.2685	-7.710237	-8.42422	9.988668
p-level	0.0000	.000000	.00000	.000000

Ion Sodio

STAT.	Model: $V18 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2 + b_3 \cdot V2^2$ (tesd.sta)			
NONLIN.	Dep. var: CL ORG Loss: (OBS-PRED)**2			
ESTIMAT.	Final loss: 7455.9514042 R=.81684 Variance explained: 66.7231			
N=240	B0	B1	B2	B3
Estimate	140.0503	.55525	-1.12259	.037869
Std.Err.	2.6101	.03431	.25695	.005866
t(236)	53.6564	16.18368	-4.38193	6.455579
p-level	0.0000	0.00000	.00002	.000000

Ion Cloro

STAT.	Model: $V17 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2 + b_3 \cdot V2^2$ (tesd.sta)			
NONLIN.	Dep. var: K ORG Loss: (OBS-PRED)**2			
ESTIMAT.	Final loss: 575.07249126 R=.79172 Variance explained: 62.6831			
N=233	B0	B1	B2	B3
Estimate	7.91621	-.34620	-.41345	.014621
Std.Err.	-.72925	.03853	-.07277	.001695
t(229)	10.86351	-4.84683	-5.68162	8.677389
p-level	.00000	.00000	.00000	.000000

Ion Potasio

STAT.	Model: $V24 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2 + b_3 \cdot V1^2 + b_4 \cdot V2^2$ (tesd.sta)				
NONLIN.	Dep. var: RESTA Loss: (OBS-PRED)**2				
ESTIMAT.	Final loss: 24746.743258 R=.65187 Variance explained: 42.4938				
N=231	B0	B1	B2	B3	B4
Estimate	78.34170	.796476	-4.9895	-.01851	.12698
Std.Err.	5.34368	.280956	.4837	.00642	.01124
t(226)	14.66062	2.834880	-10.3147	-2.88249	11.30021
p-level	0.00000	.005000	.0000	.00433	.00000

Termino "Resta"

STAT.	Model: $V22 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2 + b_3 \cdot V1 \cdot V2$ (metabol.sta)			
NONLIN.	Dep. var: METABOL Loss: (OBS-PRED)**2			
ESTIMAT.	Final loss: 13.532515874 R=.75029 Variance explained: 56.2931			
N=212	B0	B1	B2	B3
Estimate	.106890	-.01046	.012874	.000958
Std.Err.	.106669	.00441	.005280	.000217
t(208)	1.002067	-2.37233	2.627523	4.413790
p-level	.317475	.01859	.009242	.000016

Metabolismo

STAT.	Model: $V10 = b_0 + b_1 \cdot V1 + b_2 \cdot V2$ (tesd.sta)		
NONLIN.	Dep. var: HEMATO Loss: (OBS-PRED)**2		
ESTIMAT.	Final loss: 19.616785691 R=.26975 Variance explained: 7.22248		
N=240	B0	B1	B2
Estimate	1.19825	.005934	.005077
Std.Err.	.05918	.001710	.002137
t(237)	20.01169	3.470828	2.375010
p-level	0.00000	.000616	.018345

Hematocrito

Anexo II

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	2338.43*	168*	154.6369*	15.1220*	.000000*
2	7*	15738.09*	168*	154.6369*	101.7745*	0.000000*
12	42*	349.61*	168*	154.6369*	2.2658*	.000137*

Concentración Total
Interna

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	103.215*	168*	32.52028*	11.7838*	.000000*
2	7*	1315.925*	168*	32.52028*	69.4643*	0.000000*
12	42*	88.870*	168*	32.52028*	2.73275*	.000003*

Ion Sodio

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	1316.669*	168*	19.19325*	68.60863*	0.000000*
2	7*	980.346*	168*	19.19325*	51.07763*	0.000000*
12	42*	63.885*	168*	19.19325*	3.32849*	.000000*

Ion Cloro

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	9.86646*	147*	1.711810*	5.76376*	.000021*
2	6*	31.18367*	147*	1.711810*	18.21679*	.000000*
12	36*	1.59370*	147*	1.711810*	.92516*	.594509*

Ion Potasio

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	231.619*	146*	66.19500*	3.49905*	.002909*
2	6*	1064.760*	146*	66.19500*	16.08521*	.000000*
12	36*	149.013*	146*	66.19500*	2.25111*	.000385*

Termino "Resta"

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	.000118*	147*	.000012*	3.69253*	.000000*
2	6*	.000696*	147*	.000012*	56.37544*	0.000000*
12	36*	.000044*	147*	.000012*	3.69339*	.000000*

Metabolismo

Summary of all Effects; design: (tsed.sta) 1-SAL, 2-TEMP						
Effect	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
1	6*	.286445*	168*	.049517*	5.78479*	.000017*
2	7*	.549653*	168*	.049517*	11.10031*	.000000*
12	42*	.126908*	168*	.049517*	2.56283*	.000012*

Hematocrito