



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

EFFECTO DEL TAMAÑO CORPORAL,
TEMPERATURA Y SEXO SOBRE LA TASA METABOLICA
DEL CARACOL Astraea undosa (MOLLUSCA: GASTEROPODA)
EN CONDICIONES DE INVIERNO.



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

MARIO ROBERTO RAMADE VILLANUEVA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

AGOSTO DE 1989

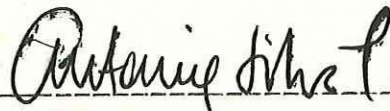
"EFECTO DEL TAMAÑO CORPORAL, TEMPERATURA
Y SEXO, SOBRE LA TASA METABOLICA DEL -
CARACOL Astraea undosa (MOLLUSCA: GAS-
TEROPODA), EN CONDICIONES DE INVIERNO."

T E S I S

QUE PRESENTA :

MARIO ROBERTO RAMADE VILLANUEVA

Aprobada por:



Presidente del Jurado
MC. Herón Antonio Silva Loera



Sinodal Propietario
Dr. Jorge de la Rosa Vélez



Sinodal Propietario
MC. Francisco Ley Lou



Sinodal Suplente
MC. Eduardo Santamaría del Ángel



Sinodal Suplente
MC. Guillermo Torres Moye

Este trabajo de tesis forma parte del proyecto de investigación: "EVALUACION INTEGRAL DE LOS RECURSOS CON POTENCIAL ECONOMICO DE LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA. EL CARACOL Astraea undosa (MOLLUSCA : GASTROPODA)". En la etapa de Fisiología del caracol Astraea undosa, que se desarrolla en la Facultad de Ciencias Marinas, con apoyo de la Univesidad Autónoma de Baja California y la Secretaría de Educación Pública, convenio Número C 87-01-0136.

DEDICADA :

A mis Padres :

Roberto y Teresa

A mis Hermanas :

Ivette y Mary

A la Familia Armenta Ramade

A Claudia Hiraes Pozo

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. H. Antonio Silva Loera por su amistad y confianza brindada, así como por la dirección de este trabajo.

Al Dr. Jorge de la Rosa Vélez y a los MM.CC. Guillermo Torres Moye, Francisco Ley Lou y Eduardo Santamaría del Ángel, que con sus consejos, asesorías y dedicación, facilitaron la realización de este trabajo.

Al compañero Guillermo A. Urbina Sánchez por su ayuda y paciencia en la elaboración del escrito.

A todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron en la realización de este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros.

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó el efecto del tamaño corporal, temperatura y sexo sobre la tasa metabólica en una población de Astraea undosa. Esto, en condiciones de invierno, referidas a los procesos de maduración gonadal y época de desove.

El efecto del peso sobre la tasa metabólica (QO_2) se representa por la ecuación :

$$QO_2 = 0.769 (\text{Peso}) - 0.459$$

La temperatura tuvo una influencia directa sobre la tasa metabólica, afectandose de igual manera organismos en el rango de 17.3 a 0.17 g. Se encontró una respuesta de compensación estacional al compararse con datos obtenidos en condiciones de verano.

El Q_{10} se modificó de diferente manera para cada sexo; encontrándose que para las hembras existe una variación mayor que en los machos, se considera evidencia que estos poseen mayor capacidad de compensación.

Hembras y machos mayores de 4 g de peso seco (5.15 cm aproximadamente) poseen el mismo valor de Q_{10} lo cual se considera relacionado con la sincronía del desove promovido por cambios de temperatura.

I N D I C E

	PAGINA
Resumen	v
Lista de figuras	vii
Introducción	1
Materiales y Métodos	8
Resultados	19
Discusión	23
Conclusiones	36
Literatura Citada	37
Anexos	45

FIGURA	PAGINA
1 Sistema utilizado para la medición del consumo de oxígeno en <u>Astraea undosa</u> .	11
2 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> en función del peso; en 14.5°C y 20.5°C.	20
3 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> en función del peso, en 14.5°C y 20.5°C.	20
4 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> hembras en función del peso; en 14.5°C y 20.5°C.	22
5 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> hembras en función del peso, en 14.5°C y 20.5°C.	22
6 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> machos en función del peso; en 14.5°C y 20.5°C.	23
7 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de <u>Astraea undosa</u> machos en función del peso, en 14.5°C y 20.5°C.	23
8 Relación de las diferencias entre $\bar{Q}_{10}$ de Hembras-Machos de <u>Astraea undosa</u> en función del peso seco (g) en temperaturas de 14.5°C y 20.5°C.	26

INTRODUCCION

Los moluscos son probablemente los animales más diversos en forma y fisiología que cualquier otro phylum de invertebrados. A través de los años se han realizado investigaciones sobre la fisiología básica de estos organismos (Newell y Branch, 1980). Estos trabajos van desde la determinación de los límites termales (Huntsman y Sparks, 1924) (citados por Newell y Branch, 1980), hasta los experimentos más complejos que tratan de describir la respuesta de los organismos frente a los diversos factores fisicoquímicos que de alguna forma afectan su comportamiento (Ghiretti, 1966).

Durante los últimos años el caracol panocha, nombre común de Astraea undosa, ha adquirido una importancia comercial al ser explotado y procesado en la costa oeste de Baja California. Actividad que podría provocar una disminución en número y tamaño de los organismos existentes en la zona.

Para hacer frente al posible problema de sobre explotación y al de dictar una medida adecuada para su regulación pesquera, es necesario el conocimiento de múltiples aspectos sobre el organismo, que comprendan

información general y básica. Entre la información básica, la fisiología ocupa un lugar importante, debido a que trata de explicar el por qué de las diferentes reacciones del organismo, al desarrollarse en su ambiente natural o bajo condiciones experimentales.

La tasa de consumo de oxígeno es una medición fisiológica básica, considerada como una respuesta medible del metabolismo del animal, tanto en el medio ambiente como en laboratorio.

Para tener mayor claridad en los términos que se utilizarán en el presente trabajo, se seguirá la nomenclatura propuesta por Zeuthen (1953). El cual define a la respiración, consumo de oxígeno ó metabolismo, como la cantidad de oxígeno consumido por organismo por unidad de tiempo; mientras que tasa metabólica, tasa respiratoria ó tasa de consumo de oxígeno, es el oxígeno consumido por unidad de tiempo por unidad de peso.

La actividad metabólica animal puede ser medida de varias maneras; algunas de ellas podrían ser : el ritmo cardíaco, actividad ciliar, movimiento opercular, cantidad de dióxido de carbono producida y la cantidad de oxígeno consumido por todo el organismo o por alguna de sus partes aisladas. Para organismos acuáticos los

3
cambios en la concentración de oxígeno disuelto en el agua es una manera rápida y eficiente para determinar su actividad metabólica.

Existen varias técnicas para cuantificar las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, algunos de estos métodos son: volumétricos, manométricos, químicos (método Winkler) y recientemente el uso de electrodos que detectan cantidades de oxígeno disuelto con una alta precisión, además de proporcionar un registro continuo de las cantidades de oxígeno consumido, han provocado que sea ésta una de las técnicas más empleada por los fisiólogos (Vernberg y Vernberg, 1970).

Las tasas metabólicas difieren ampliamente de un grupo taxonómico a otro, variando también entre una misma especie, como resultado de factores intrínsecos tales como el tamaño del cuerpo (Zeuthen, 1953), superficie branquial (Shuway, 1983), sexo (Vernberg y Vernberg, 1970), y edad (Prosser y Brown, 1968), además de los valores extrínsecos como la salinidad, temperatura, concentración de oxígeno y de alimento (Shiretty, 1966).

La influencia del tamaño corporal sobre el metabolismo es representada por una fórmula matemática que se expresa como una función exponencial del tamaño

corporal (comunmente expresado como peso), es descrita por varios trabajos, y los géneros que más se han estudiado incluyen a Haliotis (Uki y Kikuchi, 1975), Mytilus (Rao y Bullock, 1954), Littorina (Sandison, 1947), Crassostrea (Higgins, 1980), Pecten (Prosser y Brown, 1962), y otros más. Para el género Astraea no se localizó información a cerca del efecto del peso sobre la tasa metabólica.

La influencia de la temperatura en la abundancia y distribución de invertebrados marinos, ha sido estudiada durante varios años. Los primeros trabajos de Huntsman y Sparks (1924) y de Henderson (1929) (citados por Newell y Banch, 1980), muestran los límites de tolerancia térmica de una variedad de organismos marinos, asociándolos con variaciones latitudinales y locales de temperatura bajo condiciones naturales.

Para el género Astraea, es importante conocer el intervalo de tolerancia térmica y el efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica, debido a que se encuentra distribuido desde la zona de entre mareas donde están sujetos a desecación y la temperatura del medio es variable; hasta una profundidad de 10 m, donde las fluctuaciones de la temperatura son pequeñas.

Los cambios de temperatura no solamente afectan la capacidad de los organismos marinos para sobrevivir a una situación particular del medio ambiente, sino que tienen un efecto más profundo sobre las funciones fisiológicas individuales, como la tasa de consumo de oxígeno, la actividad cirral y ciliar, tasa de alimentación, actividad locomotora, tasa de reacciones enzimáticas y otros procesos (Prosser y Brown, 1968).

El consumo de oxígeno especialmente en poiquilótermos es una función fisiológica influenciada grandemente por la temperatura. Muchos intentos se han hecho para darle la forma de una fórmula matemática al efecto de la temperatura en los animales. El coeficiente de temperatura característico, se representa por el símbolo " Q_{10} " que originalmente fue formulado por químicos, es conocido como la Ley de Van't Hoff, la cual establece que por cada 10°C de cambio en la temperatura, la tasa de actividad cambia de entre 2 y 3 veces, siendo este el valor del coeficiente de temperatura (Q_{10}). Si la actividad expresada como Q_{10} es incrementada o disminuida mas de este valor, la tasa de reacción no es debida solamente a un simple cambio químico (Vernberg y Vernberg, 1970).

El efecto de la temperatura sobre el consumo de oxígeno ha sido referido por trabajos como los de Belehradsek (1930), Bullock (1954), Berg y Ockelmann (1959), Sandison (1967), Newell y Branch (1980), entre otros. Generalmente se reconocen tres distintas fases de respuesta metabólica a cualquier proceso en particular de cambio en la temperatura del medio ambiente. La primera es una respuesta directa de los procesos fisiológicos a los cambios de temperatura. Esta puede estar acompañada por un periodo de estabilización que tarda algunos minutos u horas. La segunda, sucede cuando se dan largas exposiciones a los cambios de temperatura, durante los últimos días y semanas, el organismo puede mostrar un ajuste en su tasa metabólica, conociéndose a éste fenómeno como aclimatación térmica, sin embargo, cuando el ajuste compensatorio es en respuesta a cambios estacionales más complejos, se le conoce como aclimatación estacional (Newell y Branch, 1980). En la tercera, grandes cambios en la temperatura del medio ambiente actúan sobre varias generaciones de organismos seleccionando variantes genéticas que permiten la adaptación a un nuevo régimen de variación térmica (Newell y Branch, 1980).

El consumo de oxígeno ha sido determinado para muchos organismos bajo condiciones variadas; los valores

son distintos para organismos del mismo peso y aún de la misma clase; por ejemplo Helicella sp. y Zebrina sp. (gasterópodos) con un peso de 170 g a 23°C de temperatura presentan una tasa metabólica de 0.186 y 0.052 ml de O₂/g de peso seco/h respectivamente, otros valores encontrados son: Limnea sp. a 15°C 0.0114 ml O₂/g/h, Pecten sp. a 20°C 0.05 ml O₂/g/h y Crassostrea sp. a 10°C 0.006 ml O₂/g/h (Prosser y Brown, 1962). Para el género Astraea, no se localizó información a cerca del efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica.

El presente trabajo tiene como propósito contribuir al conocimiento de la fisiología del caracol Astraea undosa, proporcionando información acerca de la forma en que su metabolismo es afectado por el tamaño corporal, temperatura y por el sexo, en condiciones de invierno.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de colecta.

La Bahía de Todos Santos B.C., se localiza entre los paralelos $31^{\circ}43'$ y $31^{\circ}54'$ de latitud norte y entre los meridianos $116^{\circ}36'$ y $116^{\circ}49'$ de longitud oeste. Se encuentra parcialmente cerrada por las islas Todos Santos localizadas al oeste de la Bahía ($31^{\circ}40'N$ y $116^{\circ}40'W$), Punta Banda al sur y Punta San Miguel al norte (Secretaría de Marina, 1974).

La zona de colecta se ubica en Punta Banda en un área rocosa semiexpuesta al oleaje, localizada dentro de la Bahía de Todos Santos B.C.. Presenta una variación anual de temperatura superficial aproximadamente de $10^{\circ}C$, con un mínimo en febrero de $12^{\circ}C$ y un máximo en agosto de $22.5^{\circ}C$ (Becerril, 1988), mientras que la temperatura del fondo permanece en promedio en $14^{\circ}C$, con un intervalo anual entre 12 y $18^{\circ}C$.

Metodología.

Los ejemplares de Astraea undosa utilizados para la realización de este experimento, fueron colectados

utilizando buceo autónomo. Se realizaron 3 colectas durante las primeras quincenas del mes de febrero y marzo de 1988, en las que se capturó de 25 a 30 organismos.

Los caracoles fueron transportados en un recipiente cerrado conteniendo agua de su medio natural. Una vez en el laboratorio estos fueron limpiados de epibiontes con un cepillo de alambre, para ser colocados en un tanque de fibra de vidrio con 600 l de agua de mar con aireación continua. Se colocaron sobre una red anchovetera para prevenir que los organismos tocaran las paredes y el fondo del tanque evitando así su contacto con las heces fecales. La temperatura se mantuvo en promedio a 14.4°C con una desviación estandar (ds) de 0.49°C, utilizando botellas de plástico con hielo, cambiadas 3 veces al día para semejar la temperatura encontrada en el lugar de colecta.

El agua del tanque fue cambiada cada 4 días en la mitad de su volumen, retirándose el material fecal de los caracoles. Para evitar un posible "stress" alimenticio los organismos fueron alimentados con macroalgas pardas (Macrocystis sp. y Egrecia sp.), durante el tiempo que duró el experimento.

Los organismos colectados no permanecieron en el

tanque un tiempo mayor de 10 días, procurando eludir una eventual aclimatación. Se esperó un tiempo mayor a las 48 horas después de la colecta para realizar las mediciones, tratando de evitar así, un posible "stress" debido al manipuleo de los organismos durante la colecta.

Las mediciones de consumo de oxígeno se realizaron utilizando un sistema similar al usado por Silva (1986), (fig. 1). El cual consistió en una columna de tubo PVC de 7.5 cm de diámetro por 1.5 m de altura, utilizada para airear el agua que llevaba la cámara a saturación. En su parte inferior tenía 4 orificios, uno para la entrada de agua, otro para la entrada de aire con un difusor para hacer más rápida y eficiente la saturación del agua, que con estas condiciones pasaba por un conducto directamente a la cámara respiratoria y por el otro, pasaba por un serpentín sumergido en un baño maría a una temperatura de 40°C, generada por un calentador para su posterior paso a la cámara respiratoria.

La cámara respiratoria consistió en un recipiente de plástico con 3 orificios, uno para la entrada de agua, otro para la salida y el último localizado en la tapa, para introducir el electrodo del oxigenómetro (YSI modelo 51B). En el interior se colocó una malla para mantener suspendido el organismo y de esta manera no

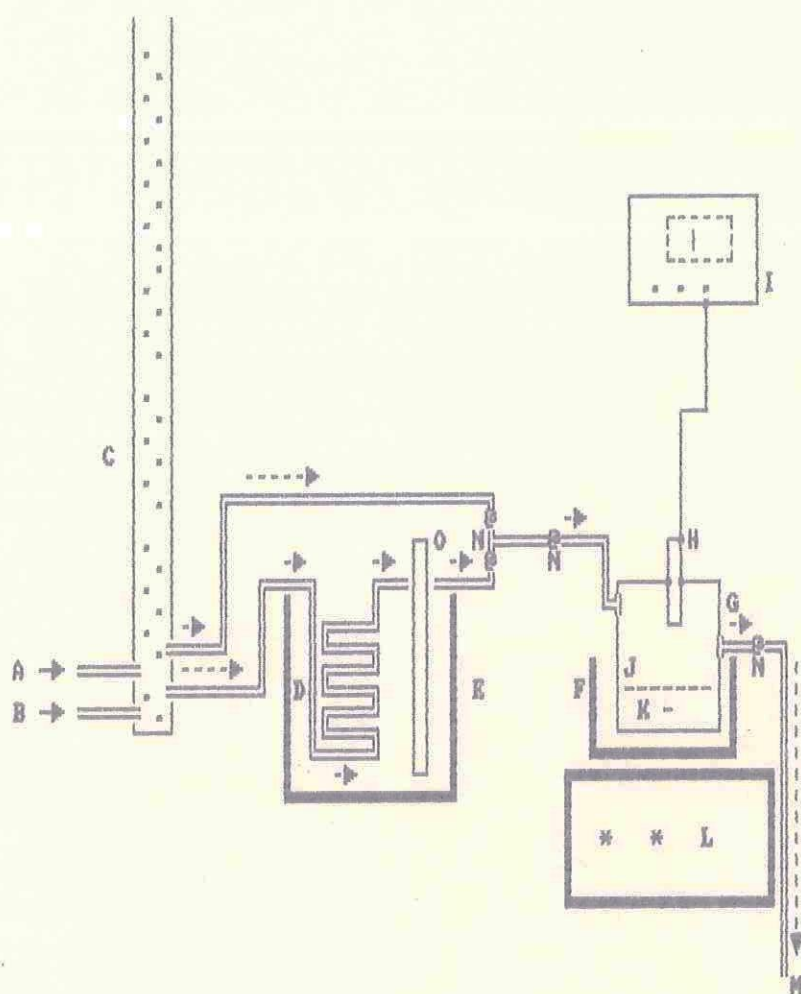


Fig. 1 . Sistema utilizado para la medición del consumo de oxígeno en *Astraea undosa*.
 (A, entrada de agua; B, entrada de aire; C, columna de aireación; D, serpentín; E y F, baño maría; G, cámara respiratoria; H, electrodo; I, oxigenómetro; J, malla; K, pastilla magnética; L, agitador magnético; M, drenaje; N, Llaves; O, termostato; →, indica la dirección del flujo del agua).

interfiriera con el movimiento de la pastilla magnética que proporcionó la circulación del agua dentro de la cámara, necesaria para obtener lecturas correctas en el oxigenómetro y de esta manera evitar gradientes térmicos y de oxígeno. La cámara respiratoria se encontraba sumergida en un baño maría con el fin de mantener constante la temperatura en su interior, ya que ésta tenía agua con una temperatura semejante a la que se deseaba realizar el experimento, evitando así la pérdida de calor por difusión.

Antes de comenzar las mediciones se procedió a calibrar el oxigenómetro con agua de mar saturada de oxígeno, condición alcanzada después de burbujear aire durante 15 o 20 minutos en la columna de PVC. Posteriormente se sacó al organismo del tanque en un recipiente de plástico con agua del mismo tanque, evitando así la desecación. El organismo se introdujo a la cámara respiratoria una vez que el agua contenida alcanzó una temperatura entre los 14 y 14.5°C, la cual se alcanzó al agregarle hielo al baño maría en que se encontraba sumergida la cámara. Cuando el organismo se introdujo a la cámara se procuró que no retuviese aire entre su cuerpo y la concha. Este propósito se logró al colocarlo con el pie hacia arriba. Posteriormente la cámara se selló herméticamente, procurando que su

interior estuviera libre de burbujas.

Las lecturas de consumo de oxígeno comenzaron a ser tomadas al transcurrir 10 minutos de cerrar la cámara, durante 1 hora o hasta que el organismo consumiera el 30% del oxígeno disponible al inicio de la medición. Durante este tiempo las lecturas se registran cada 5 o 10 minutos, dependiendo de la rapidez con que el oxígeno disuelto se consumía.

Al terminar la toma de lecturas en esta temperatura (14.5°C en promedio), se abría la llave del agua que pasaba por el serpentín para incrementar su temperatura y la llave que permitía la salida del agua de la cámara; la temperatura en el interior de la cámara se incrementaba a razón de 1°C por minuto hasta alcanzar una temperatura de entre los 20 y 20.5°C, misma que se mantenía constante al agregarle al baño maría agua con una temperatura similar. Al alcanzar la temperatura de 20.5°C dentro de la cámara respiratoria se procedió a realizar las mediciones siguiendo la misma metodología que en el experimento anterior (14.5°C). Terminada la toma de lecturas en las dos temperaturas (14.5 y 20.5°C), se cuantificó el volumen de agua que contenía la cámara respiratoria con una probeta de 1 litro.

Cada organismo se sacrificó y se liberó de su concha y opérculo; determinándose su sexo, peso húmedo y seco del cuerpo además del peso húmedo y seco de la branquia. El peso seco se obtuvo al mantener al organismo por 24 horas en un horno a 90°C. Los pesos se obtuvieron con una precisión de centésimas de gramo (0.01 g) en una balanza analítica.

Los valores de las lecturas de consumo de oxígeno, se obtuvieron en unidades de partes por millón (ppM), por lo que fueron transformados a mililitros de oxígeno por litro (ml O₂/l), de la siguiente manera:

$$[\text{Lectura inicial ppM}] - [\text{Lectura final ppM}] = [\text{O}_2 \text{ Consum ppM}]$$

$$\text{ppM} = \text{Partes por millón} = \text{mg/l}$$

$$\text{O}_2 \text{ Consumido ppM} * \text{Tiempo/60} = \text{O}_2 \text{ Consumido ppM/h}$$

$$1 \text{ ml O}_2/\text{l} = 0.6998 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

Por lo tanto :

$$(\text{ppM/h}) * 0.6998 = \text{ml O}_2/\text{h/l}$$

$$(\text{ml O}_2/\text{h/l}) / \text{vol. utilizado} = \text{ml O}_2/\text{h}$$

$$(\text{ml O}_2/\text{h}) / \text{Peso organismo (g)} = \text{ml O}_2/\text{h/g}$$

TRATAMIENTO DE DATOS :

La relación existente entre el consumo de oxígeno por unidad de tiempo y el tamaño corporal expresado como

peso del organismo, está descrita por la ecuación propuesta por Bertalanffy (1957) :

$$dO_2 / dt = a W^b \quad (1)$$

Donde dO_2 / dt es el volumen de oxígeno consumido por unidad de tiempo (variable dependiente); W es el peso del organismo (variable independiente); (a) y (b) son constantes calculadas apartir de (dO_2/dt) y (W) , cuyo valor numérico varía según el organismo y con las condiciones del experimento.

Al dividir la (1) entre el peso, obtendremos la tasa de consumo de oxígeno por gramo de tejido ($ml O_2/h/g$); de la siguiente manera:

$$(dO_2/dt) * (1/W) = (a W^b) / W \quad (2)$$

Y si :

$$(dO_2/dt) * (1/W) = QO_2$$

Reduciendo términos semejantes:

$$QO_2 = a W^{b-1} \quad (3)$$

A esta igualdad (3) le aplicamos la función logaritmo para llegar a la función lineal respectiva del tipo $y = a + b X$:

$$\text{Log } \dot{V}O_2 = \text{Log } a + (b-1)\text{Log } W \quad (4)$$

Donde $\text{Log } \dot{V}O_2$ es el logaritmo de la tasa de consumo de oxígeno, $\text{Log } (a)$ es el logaritmo del intercepto y $\text{Log } (W)$ el logaritmo del peso, $(b-1)$ es el valor de la pendiente negativa. Esta transformación permite convertir la curva exponencial descrita en la ecuación (3) en una línea recta. Esta relación se interpreta como la razón de cambio de la tasa respiratoria debida al peso.

Se midió el consumo de oxígeno a 61 organismos, en temperaturas de 14.5 y 20.5°C. Los organismos tuvieron un rango de peso de tejido seco de 0.17 a 17g y una temperatura experimental en el interior de la cámara de $14.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$ en la primera temperatura y de $20.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ en la segunda temperatura.

A los datos obtenidos de las mediciones de consumo de oxígeno y pesos de tejido seco de cada organismo se les aplicó la función logaritmo base 10. Para obtener la recta correspondiente, de cada temperatura se utilizó el método de mínimos cuadrados.

Las rectas de la tasa de consumo de oxígeno obtenidas, fueron comparadas entre sí por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), con el cual se compararon las pendientes e intersecciones de las rectas generadas debido a la variación de pesos y temperatura (Sokal y Rohlf, 1981), se comprobó además la significancia del coeficiente respiratorio "b-1" y del modelo global de regresión.

De las 61 mediciones de consumo de oxígeno obtenidas, se separaron las de hembras y machos en las 2 temperaturas (14.5 y 20.5°C) y se calcularon las rectas de regresión correspondientes, las cuales se compararon con un ANCOVA, obteniéndose también la significancia del coeficiente "b-1" y del modelo global de regresión.

El coeficiente de temperatura, también conocido como Q_{10} , fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación (Read, 1962):

$$Q_{10} = (QO_2' / QO_2'')^{10 / (t' - t'')} \quad (5)$$

Donde t' es la temperatura inicial del experimento durante la cual fue medido el QO_2' , representado éste a

la tasa respiratoria en dicha temperatura; t'' es la ¹⁸ temperatura final, siendo QO_2'' la tasa respiratoria en este incremento de temperatura. Las dos tasas respiratorias se calcularon a partir de las ecuaciones resultantes de aplicar el método de mínimos cuadrados y obtener los valores correspondientes para las constantes (a) y (b) de la ecuación 3. El Q_{10} se calculó para organismos con un peso de tejido seco de 0.17 y 17 g con un incremento de temperatura de 6°C (de 14.5 a 20.5°).

RESULTADOS

Efecto del peso sobre la tasa metabólica:

En los datos obtenidos sin transformar en 14.5 y 20.5°C, para la tasa metabólica en función del peso, la influencia de este es mayor para organismos pequeños, misma que disminuye conforme aumenta el peso, (Fig. 2). Si estos datos son transformados a logaritmo (base 10), se obtienen las rectas de la Fig. 3, donde destacan las pendientes negativas con valores de 0.4549 y 0.4692 para las temperaturas de 14.5 y 20.5°C respectivamente. Las rectas y el modelo global de regresión, resultaron ser significantes al 95% de confianza.

Analizando las dos rectas se aprecia la dependencia de la tasa de consumo de oxígeno con respecto al peso. Esta dependencia es inversa pero sin llegar a ser proporcional, esto es, los caracoles con un peso menor tienen una tasa de consumo de oxígeno mayor que los caracoles con un peso superior. La tasa de consumo de oxígeno calculada para caracoles con un peso de tejido seco de 0.17g fue de 1.733 ml de O_2 /h/g en una temperatura de 14.5°C y de 2.685 ml de O_2 /h/g a 20.5°C; Para un organismo

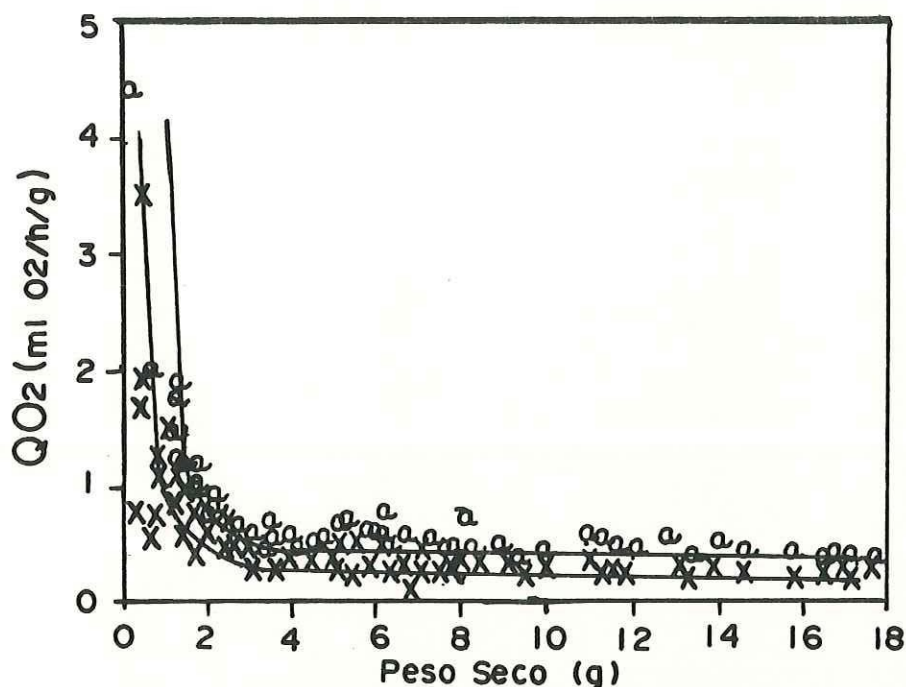


Fig. 2 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de Astraea undosa en función del peso. En 14.5 (x) y - 20.5°C (a).

(x)	$Y = 0.760 X^{-0.4549}$	$n = 61$	$r = 0.85$
(a)	$Y = 1.167 X^{-0.4692}$	$n = 61$	$r = 0.90$

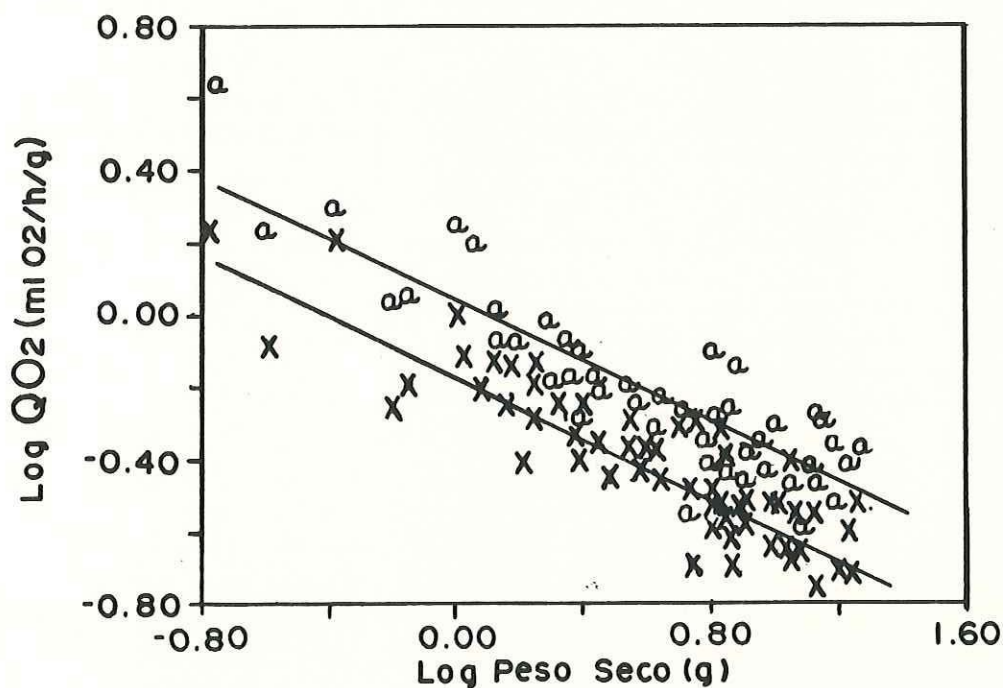


Fig. 3 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de Astraea undosa en función del peso, en 14.5 - (x) y 20.5°C (a).

(x)	$\text{Log } Y = -0.114 - 0.4549 \text{ Log } X$	$n = 61$	$r = -0.85$
(a)	$\text{Log } Y = 0.067 - 0.4692 \text{ Log } X$	$n = 61$	$r = -0.90$

de 17g de peso de tejido seco su tasa fue 0.213 ml ²¹ de O_2 /h/g a 14.5°C y de 0.309 ml de O_2 /h/g a 20.5°C de temperatura.

Efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica:

El efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica se aprecia en las figuras 2 y 3; al incrementar la temperatura de 14.5 a 20.5°C la recta sufre un desplazamiento hacia arriba. Este efecto se refleja más claramente al comparar los interceptos de -0.1114 a 0.0678 y las pendientes de -0.4549 a -0.4692, por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), del cual resultó que no existen diferencias significativas al 95 % de confianza entre las pendientes, pero si entre los interceptos (anexo 1).

El efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica, se mantiene, no significativo al separar los organismos por sexo (Figs. 4, 5, 6 y 7).

El coeficiente de temperatura Q_{10} fue calculado a partir de las ecuaciones de las rectas de la figura 3. Los valores obtenidos fueron de 2.09 para un organismo de 0.17g de peso seco y de 1.88 para un organismo de 17g de peso seco.

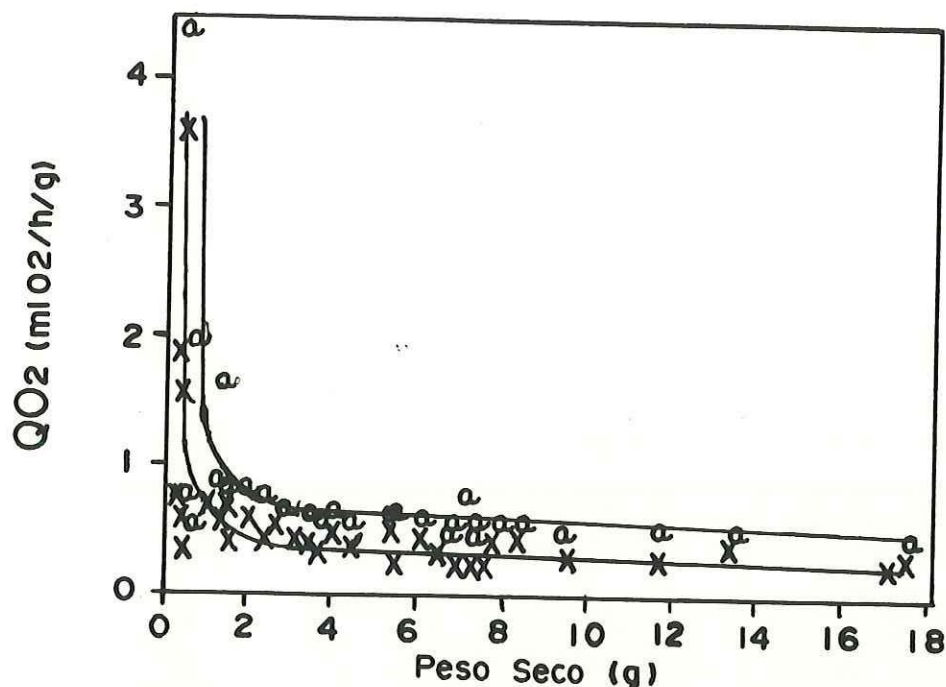


Fig. 4 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de *Astraea undosa* hembras en función del peso; en 14.5 (x) y 20.5°C (a).

$$(x) Y = 0.757 X^{-0.444}$$

$$n = 34 \quad r = 0.84$$

$$(a) Y = 1.276 X^{-0.495}$$

$$n = 34 \quad r = 0.91$$

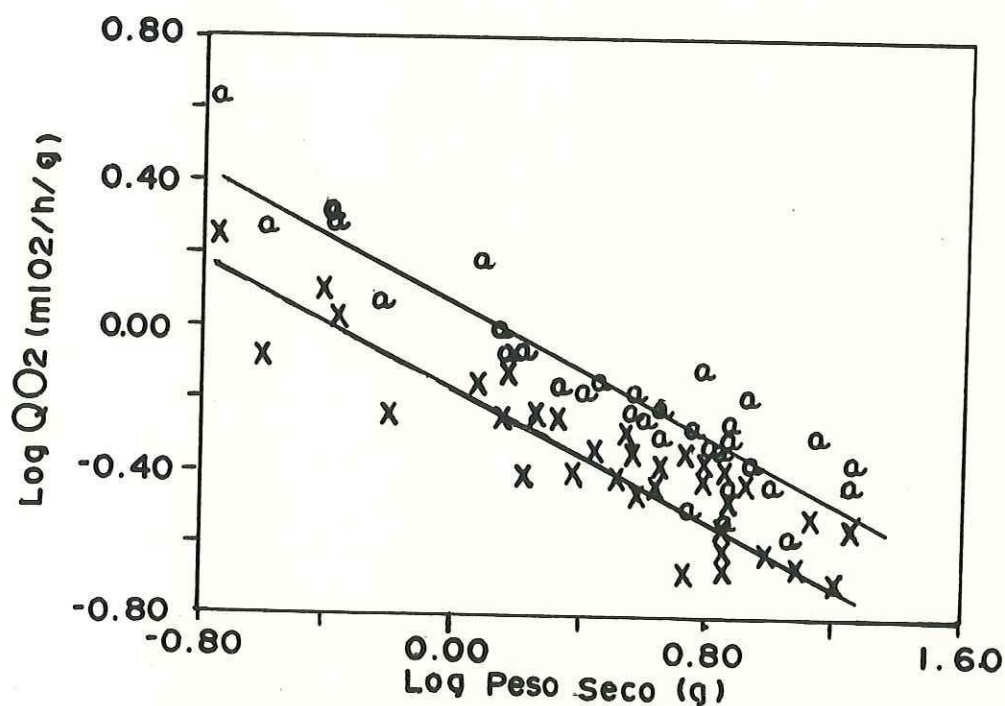


Fig. 5 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de *Astraea undosa* hembras en función del peso, - en 14.5 (x) y 20.5°C (a).

$$(x) \text{ Log } Y = -0.121 - 0.444 \text{ Log } X \quad n = 34 \quad r = -0.87$$

$$(a) \text{ Log } Y = 0.106 - 0.495 \text{ Log } X \quad n = 34 \quad r = -0.91$$

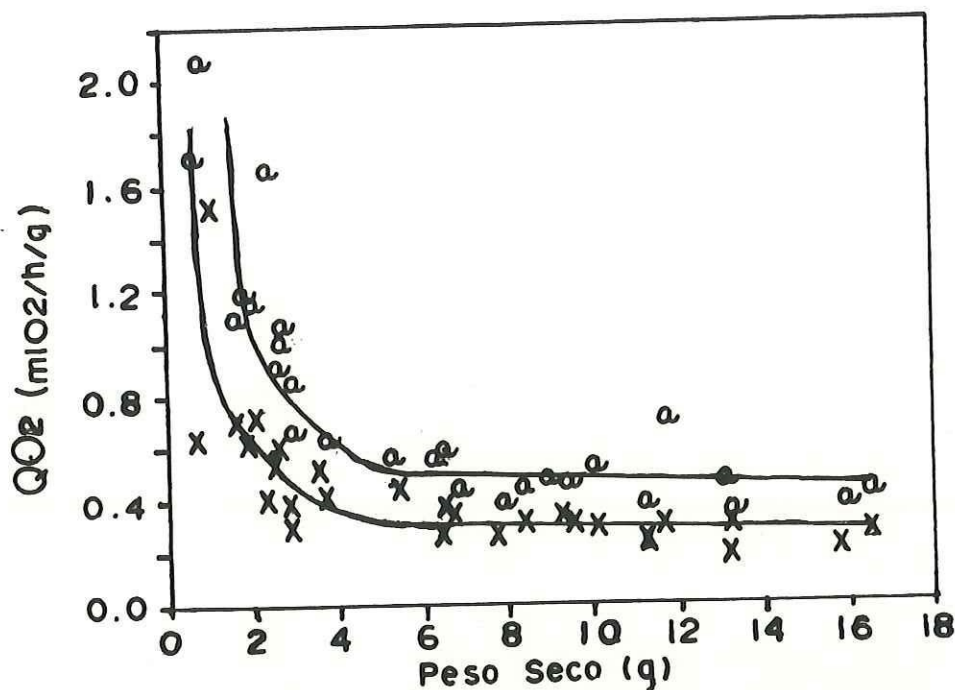


Fig. 6 Graficado de las ecuaciones de la tasa metabólica de *Astraea undosa* machos en función del peso; en 14.5 - (x) y 20.5°C (a).

$$\begin{aligned} (x) \quad Y &= 0.828 X^{-0.488} \\ (a) \quad Y &= 1.089 X^{-0.460} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= 27 & r &= 0.87 \\ n &= 27 & r &= 0.91 \end{aligned}$$

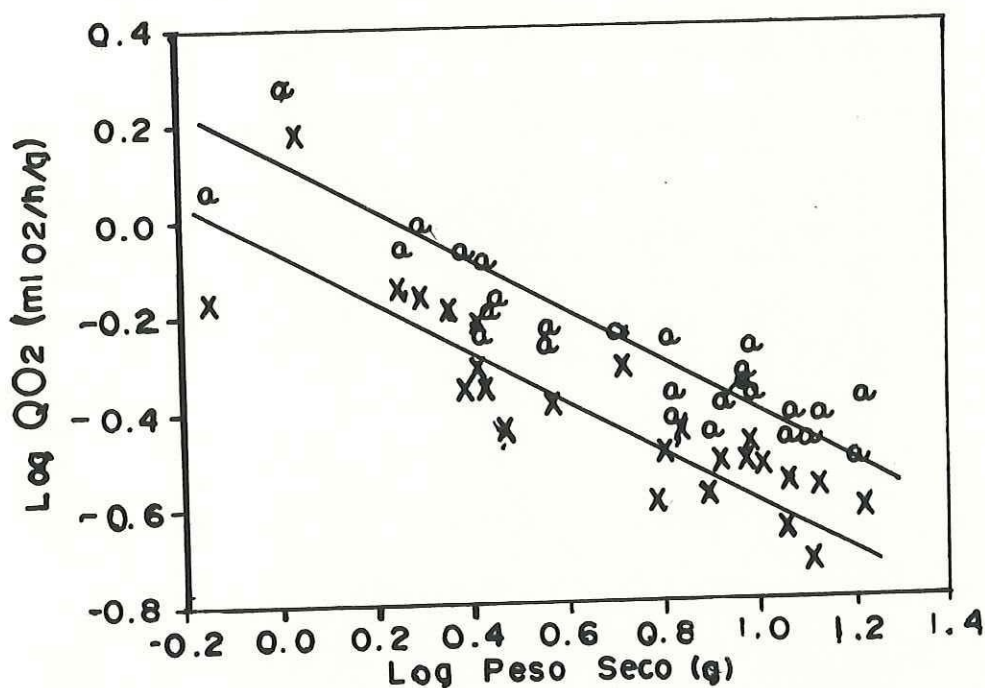


Fig. 7 Graficado de las ecuaciones del Log de la tasa metabólica de *Astraea undosa* machos en función del peso, en 14.5 (x) y 20.5°C (a).

$$\begin{aligned} (x) \quad \text{Log } Y &= -0.082 - 0.488 \text{ Log } X & n &= 27 & r &= -0.87 \\ (a) \quad \text{Log } Y &= 0.037 - 0.460 \text{ Log } X & n &= 27 & r &= -0.91 \end{aligned}$$

Efecto del sexo sobre la tasa metabólica:

Las curvas y las ecuaciones de los datos de la tasa metabólica respecto del peso y la temperatura, para hembras y machos exclusivamente, sin transformar, se muestran en las figuras 4 y 6 respectivamente, con estos datos transformados a logaritmo (base 10) se obtienen las rectas de las figuras 5 y 7, donde además se muestran las ecuaciones correspondientes. Se encontró una proporción hembras : machos de 1.2 : 1.

Estas ecuaciones se compararon por medio de un ANCOVA, resultando que al 95% de confianza no hay diferencias significativas entre las pendientes, pero sí entre los interceptos. También se compararon las rectas de hembras contra machos en temperatura de 14.5°C resultando que no existen diferencias entre pendientes e interceptos al 95% de confianza. En 20.5°C no hay diferencias entre las pendientes, pero sí entre los interceptos al 95% de confianza (Anexo 1). Se obtuvo además que las rectas y el modelo global de regresión son significantes en el mismo intervalo de confianza.

A partir de las rectas que resultan de la transformación del logaritmo de la tasa metabólica en función del peso y temperatura (Figs. 5 y 7), se calculó el Q_{10} tanto para machos como para hembras, resultando que un macho de 0.17 g tiene un Q_{10} de 1.58, mientras que una hembra con el mismo peso tiene un valor de 2.78. Para un macho de 17 g se obtuvo un valor de 1.82 y para una hembra con el mismo peso un valor de 1.88 (Anexo 2).

Además de los Q_{10} obtenidos anteriormente se calcularon valores para pesos intermedios para ambos sexos, de los cuales al valor obtenido por las hembras se les restó el de los machos, graficándose esta diferencia en función del peso (Fig. 8) de la cual destaca la relación inversa que existe entre el valor de Q_{10} obtenido en función del peso.

La tasa metabólica calculada para un organismo de 0.17g de tejido seco a 14.5°C fue de 1.66 ml O_2 /h/g para las hembras y de 1.97 ml O_2 /h/g para los machos; a 20.5°C fue de 3.07 ml O_2 /h/g para hembras y de 2.46 ml O_2 /h/g para machos. Para un organismo de 17 g de tejido seco a 14.5°C se obtuvo una tasa metabólica de 0.22 ml O_2 /h/g para hembras y de 0.31 ml O_2 /h/g para machos; a 20.5°C fue de 0.21 ml O_2 /h/g para hembras y de 0.30 ml O_2 /h/g para machos.

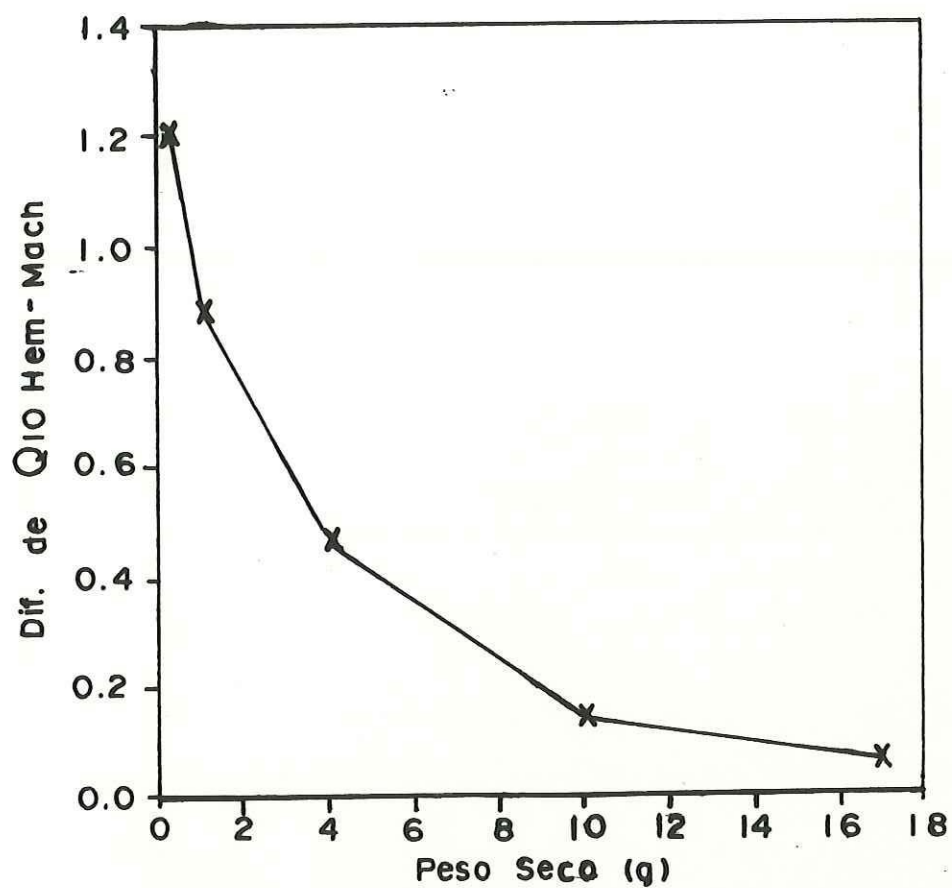


Fig. 8 Relación de las diferencias entre Q_{10} de Hembra - Machos de Astraea undosa en función del peso seco (g) en temperaturas de 14.5 y 20.5°C.

DISCUSION

La tasa metabólica en los poiquiloterms presenta una variación relacionada con las condiciones estacionales (Prosser y Brown, 1968), la cual a su vez se correlaciona con procesos periódicos de maduración gonadal. En el caracol Astraea undosa los procesos de regeneración de gónada, se han establecido para finales de invierno y principios de primavera (Rosa Vélez et al, 1988), lo cual se confirmó al observar en cada organismo del experimento que todas las gónadas femeninas se encontraban turgentes con un color verde olivo oscuro y con óvulos bien formados, en tanto que las gónadas masculinas también turgentes, tenían un aspecto cremoso. De tal modo que los datos de este experimento se consideran bajo la influencia de tales circunstancias, la cual se le nombró "Condiciones de Invierno".

Efecto del peso sobre la tasa metabólica:

Un factor intrínseco que modifica la tasa de consumo de oxígeno (consumo de oxígeno específico del peso) de Astraea undosa es el peso, el cual tiene una relación

inversa respecto a la tasa metabólica, es decir, que organismos con un peso menor mostraron una tasa metabólica mayor que organismos con pesos superiores. Mucho se ha discutido el por qué los organismos pequeños tienen tasas metabólicas mayores. Algunas explicaciones son: Las diferencias que existen en la transferencia de calor con el medio, la intensidad del flujo sanguíneo (Kleiber, 1947), siendo la mas aceptada la que propone que diferencias anatómicas en cuanto a la cantidad de la masa de órganos metabólicamente activos (Vernberg y Vernberg, 1970). Es decir que organismos con tamaños mayores requieren de una menor cantidad de energía para cubrir sus necesidades metabólicas, mientras que organismos pequeños requieren una cantidad mayor para su desarrollo (Fulton, 1950).

El efecto del peso sobre la tasa metabólica es diferente y muy marcado a partir del peso seco de 3 g (aproximadamente 4.5 cm de alto). Organismos con peso seco menor a los 3 g, la incrementan notablemente y mayores casi no sufren cambios (Fig. 2). Esta influencia es mantenida indistintamente para organismos hembras y machos (fig. 4 y 6 respectivamente), misma que se podría explicar por varias teorías, las cuales incluyen diferencias en la tasa de producción de enzimas con el incremento del peso (Vernberg y Vernberg, 1970); diferencias en las superficies celulares, de actividad o en el número de mitocondrias en

animales grandes y chicos (Newell, 1979); y diferencias en la cantidad de tejido que tiene tasas metabólicas bajas, como son grasas y tejido conectivo (Vernberg y Vernberg, 1970).

Hopkins (1947) menciona que para el ostión Portugués Gryphea angulata la cantidad del consumo de oxígeno de algunas partes del cuerpo se reducen notablemente con el aumento de tamaño, por ejemplo el hepatopáncreas reduce su consumo de oxígeno en un 13%, el manto y las bránquias en un 26% y el músculo aductor en un 45%.

Para Astraea undosa no se encontraron diferencias entre la proporción de gónada, hepatopáncreas y bránquias entre organismos grandes (mayores de 3 g de peso seco) y chicos (menores de 3 g de peso seco), ni entre hembras y machos (Anexo 3); por lo que una diferencia entre la cantidad de tejido metabólicamente activo, no es una explicación al efecto tan marcado que tiene el peso sobre la tasa metabólica. La explicación a este efecto podría ser que existieran diferencias en cuanto a la tasa de producción de enzimas o a el número de mitocondrias presentes en organismos grandes y chicos. Estas explicaciones no pueden ser demostradas debido a que se encuentran fuera de los objetivos de este trabajo y el diseño experimental no lo permite.

Este efecto del peso lo mide el coeficiente "b-1" (coeficiente del peso), el cual indica de qué manera el peso modifica la tasa metabólica. Kleiber (1947), propone para el coeficiente "b-1" un valor de -0.25 para homeotermos en general. Mientras que Zeuthen (1953) determina un valor de -0.24 para poiquilotermos en general.

Los valores obtenidos para el coeficiente "b-1" (-0.45 y -0.47 para 14.5 y 20.5°C respectivamente), son bajos si los comparamos con los mencionados anteriormente.

Sin embargo se ha encontrado que en moluscos el valor del coeficiente es muy variable algunos ejemplos de esta variación son los datos obtenidos para el abulón Haliotis discus hannai, con un coeficiente de -0.20 (Uki y Kikuchi, 1975), para las almejas Mulinia lateralis un valor de -0.23 (Shumway, 1983), para el mejillón Mytilus edulis, se reporta un valor de -0.39 (Read, 1962), para la almeja Tivela stultorum, un valor de -0.34 (Vaillard, 1980), para la escalopa Argopecten circularis, un valor de -0.27 (Silva, 1984).

Se procuró evitar que los organismos sufrieran "stress" provocado por la falta de alimento, temperatura, tensión parcial de oxígeno en el medio y el de desecación;

además de no permitir que los organismos sufrieran cualquier tipo de aclimatación al ser mantenidos bajo las mismas condiciones antes y durante el experimento.

Los valores obtenidos pueden estar dados por una respuesta particular del organismo hacia el medio al que se está sometiendo. Esto demuestra que no es posible mantener fijo un valor para el coeficiente "b-1" como lo propone Kleiber en 1947 y Zeuthen en 1953, sino que este es un valor variable de un grupo a otro de organismos y aún dentro de ese mismo grupo, dependiendo de las condiciones a las que se someta al organismo (variación de factores extrínsecos), además de algunos factores como el sexo, madurez sexual y tamaño corporal (variación de factores intrínsecos) Ghiretti (1966).

Se considera que la respuesta observada es un reflejo de la actividad metabólica del organismo modificada por los cambios de temperatura que fueron controlados y por los factores intrínsecos propios de la especie. Esta observación fué corroborada al comparar los resultados obtenidos con los de un experimento realizado con organismos colectados en la localidad de Punta Morro en enero de 1988 (Escrito en preparación, Silva y Ramade), con la diferencia de que éstos organismos se distribuyen en la zona de entre mareas, estando sujetos a variaciones de

temperatura, cantidad de alimento, salinidad y a 32
deseccación, en la bajamar. No obstante estas diferencias en
el medio ambiente, los resultados del ANCOVA obtenidos no
resultaron ser estadísticamente diferentes (al 95% de
confianza) a los datos obtenidos en Punta Morro, lo cual
demuestra que estos organismos tienen una gran capacidad de
compensación y aclimatación a las variaciones de las
condiciones del medio ambiente en que se desarrollan.

Al tener un coeficiente "b-1" inferior al que propone
Zeuthen (1953) para poiquilothermos en general e inferior
también al valor de Cero que significaría la
proporcionalidad entre el peso y el consumo de oxígeno,
tiene la ventaja de que organismos con pesos mayores
consumen una cantidad menor de oxígeno por unidad de peso
comparado con organismos con el mismo peso pero con un
coeficiente "b-1" mayor. Esta ventaja puede ser utilizada
cuando se pretenda mantener altas densidades de organismos
en un sistema cerrado, es decir que el sistema soportará
una cantidad mayor de organismos con un coeficiente "b-1"
pequeño que de organismos con un coeficiente mayor.

Por otra parte, tener un coeficiente "b-1" pequeño les
puede permitir ocupar ambientes en donde las condiciones de
disponibilidad de oxígeno sean limitadas, aunque sea por
periodos cortos, como podrían ser la zona de entremareas en

la bajamar, en donde los organismos están sujetos a desecación, como sucede con los organismos encontrados en la localidad de Punta Morro.

Bertalanffy (1951) (citado por Prosser y Brown, 1968), concluyó que muchos poiquilótermos tienen un coeficiente "b-1" de -0.44, otros un valor de Cero, mientras que otros tienen valores intermedios. Señaló que el tipo de crecimiento que presentan los del primer grupo es exponencial hasta llegar a una "meseta", el del segundo tipo es lineal hasta un tamaño crítico y el tercer grupo es sigmoide (Prosser y Brown, 1968).

En el caso de Astraea unōsa el tipo de crecimiento de acuerdo con lo propuesto anteriormente sería del primer tipo, ya que el valor obtenido para el coeficiente "b-1" es de -0.46 en promedio para las dos temperaturas manejadas (14.5 y 20.5°C), cercano al -0.44 que se propone para definir este tipo de crecimiento.

Efecto de la temperatura sobre la tasa metabólica:

La temperatura es un factor extrínseco que modifica la tasa metabólica directamente con su variación. Esto significa que al aumentar la temperatura también aumenta la

tasa metabólica en una forma directa, mas no proporcional.

El comportamiento de las líneas de regresión al incrementarse la temperatura de 14.5 a 20.5°C (Fig. 3), es que la recta con mayor temperatura se encuentra por encima de la que presenta una temperatura menor. Este incremento de temperatura modificó levemente la pendiente y el intercepto de la recta ya establecida para la temperatura de 14.5°C.

Esta variación fué comparada por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), del cual resultó que no existen diferencias significativas (al 95% de confianza) entre pendientes pero sí entre interceptos. Esto significa que la tasa metabólica se incrementó de una manera muy similar para organismos grandes y chicos debido a la igualdad de las pendientes. Este comportamiento nos evidencia la gran capacidad de compensación que tienen estos organismos, la cual está presente en todos los pesos analizados y posiblemente durante casi todo el ciclo de vida del organismo.

La variación encontrada en los interceptos, significa que este organismos es sensible a los cambios de temperatura y que reacciona inmediatamente al cambio en el medio ambiente, aumentando su tasa metabólica; esta

respuesta es compensada con el paso de algunas horas o días. Esto se comprobó al comparar los resultados aquí obtenidos con los datos de un experimento similar realizado en verano de 1988 (Escrito en preparación, Silva y Ramade), con organismos de la misma localidad, colectados a 20°C, los cuales presentaron una pendiente similar a las encontradas antes y después del incremento de temperatura en este experimento.

Esto significa que Astraea undosa posiblemente puede mantener una tasa metabólica similar a lo largo del año debido al eficiente sistema de compensación que presenta para hacer frente a las variaciones del ambiente donde se desarrolla.

Este mecanismo de compensación es complejo y lo presentan gran variedad de organismos debido normalmente a los cambios en su posición ecológica, geográfica, en el medio ambiente y estacional; si este cambio en el medio ambiente actúa sobre varias generaciones de organismos podría provocar una variación genética que les permita desarrollarse mejor en el nuevo medio ambiente.

Muchos poiquiloterms muestran en sus tasa metabólicas cierto grado de insensibilidad a los cambios de temperatura; esta aparente insensibilidad es el resultado

de la alta velocidad de compensación que poseen estos organismos, la cual puede ser debida a un eficiente mecanismo celular, orgánico, enzimático ó de comportamiento (Bullock, 1954).

Aunque el Q_{10} está definido para una variación de 10°C de temperatura, los resultados obtenidos son correctos porque el Q_{10} es una función lineal de la temperatura (Belehradek, 1930), dentro de un intervalo de $0-40^{\circ}\text{C}$; provocando un incremento en la tasa metabólica de 2 a 3 veces para efectos directos de la temperatura; cuando el incremento es menor de la unidad se dice que la tasa metabólica no solamente está siendo afectada por la temperatura sino que también es afectada por otros procesos físicos (Vernberg y Vernberg, 1970).

El Q_{10} puede variar dentro de un mismo grupo de organismos con un tamaño similar debido a la temperatura del medio a la cual se encontraban aclimatados (Rao y Bullock, 1954), además que puede variar debido a que los cambios de temperatura realizados sean tan altos que provoquen una destrucción de las enzimas que intervienen en los procesos metabólicos debido a las altas temperaturas, por otra parte si los cambios son cercanos a los límites termales del organismo se pueden obtener resultados erróneos (Beleharadek, 1930).

A partir de las ecuaciones obtenidas en cada temperatura (Fig.3), se calculó el coeficiente de temperatura (Q_{10}), siendo el promedio para *Astraea undosa* de 1.985 para este incremento de temperatura. Los valores obtenidos para organismos grandes y chicos son muy semejantes entre si y con los propuestos para este intervalo de temperaturas por Vernberg y Vernberg (1970). Para algunos organismos el Q_{10} disminuye conforme aumenta su edad, mientras que para otros disminuye al aumentar su tamaño corporal (Rao y Bullock, 1954); lo cual no se demuestra en los datos obtenidos, no obstante las diferencias en peso de los organismos (2 órdenes de magnitud).

Influencia del sexo sobre la tasa metabólica:

El sexo es un factor intrínseco que puede modificar la tasa metabólica de los organismos. En algunos casos el consumo de oxígeno es mayor en las hembras, en otros resulta ser lo contrario, mientras que en otros no tiene ninguna influencia (Ghiretti, 1966).

El efecto del peso sobre la tasa metabólica es similar para ambos sexos; ya que organismos menores de 3 g de peso

seco tienen una tasa metabólica alta (Figs. 4 y 6), si se compara con organismos de pesos mayores. Esto puede deberse a diferencias en la tasa de producción de enzimas (Vernberg y Vernberg, 1970), o el número de mitocondrias presentes en la célula (Newell, 1979).

Para Astraea undosa el ANCOVA no muestra diferencias entre pendientes e interceptos de hembras y machos exclusivamente en 14.5°C (Figs. 5 y 7). Con el incremento de temperatura las rectas para ambos sexos se desplazan hacia arriba sin modificar las pendientes pero si los interceptos (Anexo 1); con esta variación de temperatura el intercepto que mas se modificó fue el de las hembras, significando esto que los machos tienen una mayor capacidad de compensación a los cambios en el medio ambiente.

El Q_{10} se modificó de diferente manera en cada sexo, encontrándose que para las hembras existe una variación mayor que en los machos (Anexo 2), esta variación se muestra en la fig. 8, en la cual se presentan las diferencias de Q_{10} de hembras y machos, misma que tiene una relación inversa con el peso, es decir que las diferencias es cada vez menor al aumentar el peso. Esta característica encontrada se relaciona con la sincronización en el proceso de expulsión de gametos que presentan organismos mayores de 4 gr de peso seco (5.12 cm aproximadamente) de Astraea

undosa en el medio natural, durante los meses de Septiembre-Octubre, inducidos por una variación térmica debida al rompimiento de la termoclina. Esta misma respuesta de sincronía en la expulsión de gametos de hembras y machos maduros de Astraea undosa se encontró en laboratorio al alcanzar los 20°C.

Se considera que si la diferencias de Q_{10} entre hembras y machos permaneciera igual en todos los tamaños, la respuesta de expulsión de gametos ante la variación térmica difícilmente sería sincrónica.

Las diferencias de Q_{10} entre hembras y machos (Fig. 8), siempre fueron positivas, es decir que las hembras presentaron un Q_{10} mas alto que los machos, esto se explica a que los machos presentan una capacidad de compensación mayor que las hembras ante los cambios térmicos en el medio ambiente.

CONCLUSIONES

I.- El efecto del peso para organismos menores de 3 g de peso seco sobre la tasa metabólica fué mayor que el efecto de organismos con pesos mayores. Este efecto se representa por el valor del exponente de la ecuación.

$$\dot{V}O_2 \text{ (ml } O_2/\text{h/g)} = 0.769 (\text{peso})^{-0.459}$$

II.- La temperatura tuvo un efecto directo sobre la tasa metabólica de la especie Astraea undosa, afectado de la misma manera a organismos grandes y chicos.

III.- Los machos presentaron una mayor capacidad de compensación a los cambios de temperatura que las hembras.

IV.- Hembras y machos respondieron simultáneamente a la variación de la temperatura .

LITERATURA CITADA

- Becerril Bobadilla F.J.U., 1988. Distribución y abundancia del caracol Astraea undosa, Wood, 1928 (Mollusca: Gasteropoda) en la bahía de Todos Santos de mayo a octubre de 1987. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada B.C. 48 pp.
- Belehradek J., 1930. Temperature coefficients in biology, Biol. Rev., 5:30-58.
- Berg, K. and K. W. Ockelman, 1959. The respiration of freshwater snails. Quart. Rev. Biol., 32: 217-231.
- Bertalanffy, L.V., 1957, Quantitative laws in metabolism and growth, The Quaterly Review of Biology, 32(3):217-231.
- Bullock, T.H., 1954. Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. Biological Reviews, 30:311-342.
- Fulton J.F., 1950, Physiology, 16 Ed. W.B. Saunders Co., London and Philadelphia, 1258 p.p.
- Ghiretti F., 1966. Physiology of mollusca. 5, Respiration. Academic Press, New York. 2:175-203.
- Higgins, P. J., 1980. Effects of food availability on the valve movements and feeding behavior of juvenile Crassostrea virginica (Gmelin). I. Valve move-

- ments and peiodic activity. J. exp. Mar. Biol. Ecol., 45: 229-244.
- Hopkins H.S., 1947, The influence of season, concentra-
tion of sea wather and enviromental temperature
upon the oxygen consumption of tissues in Venus
mercenaria. J.Exp. Zoology Vol. 102 2:143-158.
 - Kleiber, M., 1947. Body size and metabolic rate. Physiol.
Rev. 27(4): 511-541.
 - Newell, R. C. and G. M. Branch, 1980. The influence of
temperature on the maintence of metabolic ener-
gy balance in marine invertebrates. Adv. Mar.
Biol., 17:329-396.
 - Newell R.C., 1979, Biology of Intertidial Animals, 3^{ed}
Ed. Marine Ecological Sorvey LTD. Favershadin Kent
U.K. 693 p.
 - Prosser L. and F. Brown, 1962. Comparative animal physio-
logy 2nd Ed., W. B. Saunders Co. Philadelphia.
488 pp.
 - Prosser L. and F. Brown, 1968. Fisiologia comparada, 2nd
Ed., Editorial Interamericana, México, 728pp.
 - Rao K.P. and T.H. Bullock, 1954. Q_{10} As a function of si-
ze and habitat temperature in poikilotherms. The
American Naturalist. 88(838):33-44.
 - Rosa Vélez J.de la, B. Torres Moye, H.A. Silva Loera, A.E
Almanza Heredia y E. Almanza Heredia, 1988, "Eva-
luación integral de los recursos con potencial

- económico de la costa oeste de Baja California: el caracol Astraea undosa (Mollusca : Gastropoda)". segundo informe académico, DGICSA . SEP.
- Read, K. R. H., 1962. Respiration of the bivalved mollusc Mytilus edulis, L. and Brachodontes demissus plicatulus Lamark, as a function of size and temperature. *Com. Biochem. Physiol.* 7:89-101.
 - Secretaría de Marina, 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada B.C., México, 456 pp.
 - Sandison, E., 1967. Respiratory response to temperature and temperature tolerance of some intertidal Gastropods., *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1:271-281.
 - Silva H.A., 1986, Efecto del tamaño corporal, tensión de oxígeno y la temperatura sobre la tasa de consumo de oxígeno en la escalopa Argopecten circularis (Sowerby) (Mollusca: Lamellibranchia). Tesis de maestría , Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, Escuela de ciencias Marítimas y alimentarias, Departamento de Ciencias Marinas, Guaymas Son. 93 pp.
 - Silva H.A. y M.R. Ramade , " El efecto de la variación estacional en Astraea undosa" Escrito - en Preparación.
 - Sokal R.R. and F.J. Rohlf, 1981. *Biometry*. 2nd. Ed. W. H. Freeman and Co. San Francisco Ca. 859 pp.

- Shumway, S.E., 1983, Factors affecting oxygen consumption -
in the coot clam Mulinia lateralis (Say).
Ophelia, 22(2):143-171. Sa- Uki, N. and S.
Kikuchi, 1975, Oxygen consumption of the
abalone Haliotis discus hannai, relation to body
size and temperature. Bull. Tokai Reg. Fish.
Lab., 35:75-84.
- Vaillard, M. I., 1980. Respuestas fisiológicas de Tivela
stultorum (mollusca: Lamellibranchia) a los cam-
bios ambientales de salinidad y temperatura. Te-
sis Licenciatura, Univesidad Autónoma de Baja
California Escuela Superior de Ciencias Marinas.
Ensenada B.C. 57 pp.
- Vernberg F.J. and W.B. Vernberg, 1970, The animal and the
enviroment. Holt Rimehart and Weston Inc., 398 pp.
- Zeuthen, E., 1953, Oxygen uptake as related to body size
in organism. Q. Rev. Biol., 28(1):1-12 .

ANEXO 1

ANALISIS DE COVARIANZA

TIPO DE ORGANISMOS	D I F E R E N C I A S E N T R E		PENDIENTE COMUN
	MEDIAS AJUSTADAS	PENDIENTES	

MACHOS 14.5 y 20.5°C	43.372 Significante	0.182 No significativa	-0.4743
HEMBRAS 14.5 y 20.5°C	28.891 Significante	0.176 No significativa	-0.4581
HEMBRAS Y MACHOS 14.5 Y 20.5°C	64.837 Significante	0.095 No significativa	-0.4624
MACHOS y HEMBRAS 14.5° C	0.093 No significativa	0.281 No significativa	-0.4571
MACHOS y HEMBRAS 20.5° C	3.488 Significante	0.369 No significativa	-0.4683

ANEXO 2

COEFICIENTES DE TEMPERATURA Q_{10} Q_{10}

P E S O SECO (g)	HEMBRAS-MACHOS	HEMBRAS	MACHOS
0.17	2.07	2.78	1.58
1.00	2.03	2.42	1.59
4.00	1.93	2.15	1.69
10.00	1.89	1.96	1.79
17.00	1.88	1.88	1.82

ANEXO 3

PROPORCION CUERPO : GONADA

PESO HUMEDO TOTAL	P R O P O R C I O N		NUMERO DE ORGANISMOS
	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	
< 12 GRS.	3.54	0.78	29
> 12 GRS.	3.60	0.96	43

PROPORCION CUERPO : BRANQUIA

PESO HUMEDO TOTAL	P R O P O R C I O N		NUMERO DE ORGANISMOS
	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	
< 12 GRS.	31.13	12.62	22
> 12 GRS.	46.82	10.93	39

El peso húmedo de organismos menores de 12 g (< 12 g) corresponde a organismos con un peso seco menor de 3 g.

PROPORCION CUERPO : GONADA

S E X O	P R O P O R C I O N		NUMERO DE ORGANISMOS
	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	
HEMBRAS	3.47	0.81	32
MACHOS	3.61	0.93	35