

## Consumo de oxígeno y punto crítico en langostas *Panulirus Aarhus* - Oxygen consumption and critical point in lobsters *Panulirus argus*

Suárez Álvarez, Gerardo y Oquendo Pérez, Oviana

Centro de Investigaciones Pesqueras. 5ta. Ave, y 246. Barlovento.  
Jaimanitas. Playa. Ciudad Habana. Email: [gerardo@cip.telemar.cu](mailto:gerardo@cip.telemar.cu)

---

### Resumen

La tasa metabólica de la langosta espinosa *Panulirus argus* se estimó como 46.9 mg O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> a 20°C para ejemplares de 520 g de peso medio. Los estudios sobre el recambio de agua necesario para su normal desempeño y supervivencia, indican que cada langosta necesita entre 20 y 60 litros de agua de mar por hora para metabolizar normalmente. Las investigaciones sobre la tasa metabólica indicaron que la langosta es de hábitos nocturnos, y que si son alimentadas el metabolismo respiratorio se incrementa hasta 3.5 veces de su valor estándar, encontrándose que descensos de salinidad influyen sobre su comportamiento respiratorio haciéndolo descender. Se estudió el límite letal de oxígeno, determinándose experimentalmente que alrededor de 0.80 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> es el valor crítico.

**Palabras clave:** langosta, límite letal, consumo de oxígeno, punto crítico

---

### Abstract

The metabolic rate of the spiny lobster *Panulirus argus* was estimated at 46.9 mg O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> at 20°C for specimens of 520 g of average weight. Studies on the water replacement required for its normal functioning and survival indicate that each lobster needs between 20 to 60 liters of sea water by hour to metabolize normally. Research on the metabolic rate indicated that the habits of lobster are nocturnal, and if they are fed, the respiratory metabolism increases until 3.5 times its standard value. We found that decreases in salinity affect the respiratory behavior making it down. The lethal limit of oxygen was determined experimentally like 0.80 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> as the critical value.

**Keywords:** lobster, breathing, lethal limit, oxygen consumption, critical point

---

## Introducción

Debido a la necesidad que posee el sector industrial comercial de conocer el comportamiento metabólico de la langosta espinosa, *Panulirus argus*, para una mejor administración del recurso que es exportado vivo y con el fin de recomendar las normas óptimas de almacenamiento y manipulación, se llevó a cabo esta investigación, donde se ofrecen los resultados de diferentes experimentos. Optimizar el proceso comercial de transporte de langostas vivas hasta los mercados de destino, debe ser uno de los objetivos principales de la industria pesquera dados los beneficios económicos que esta forma de comercialización ofrece. Por estas razones en este trabajo se llevó a cabo una investigación aplicada sobre el desempeño respiratorio de varios grupos de langostas a diferentes temperaturas, para establecer los valores estándar del consumo de oxígeno y del "punto crítico" (Pc), que representa a la concentración de oxígeno por debajo de la cual esta especie deja de ser oxígeno-reguladora para convertirse en oxígeno-conformadora.

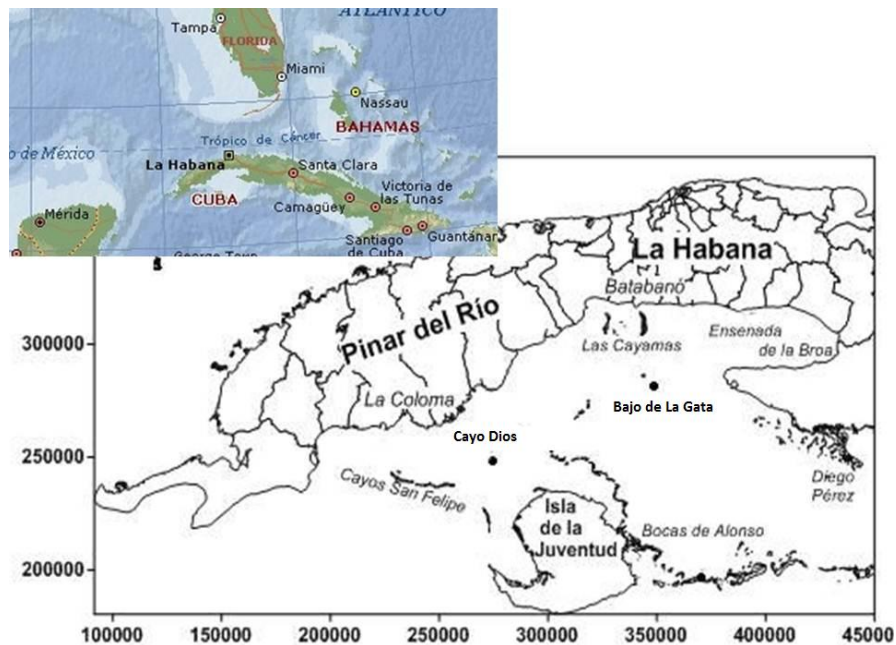
## Materiales y métodos

Las langostas utilizadas en este trabajo, provienen de los centros de acopio del Bajo de la Gata, al sur de Batabanó, y Cayo Dios al sur de la Coloma, (Fig.1), transportándose cada grupo hacia los locales de experimentación del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), fuera del agua en cajas plásticas. La tasa metabólica se midió en respirómetros de circuito abierto y cerrado; calculándose el consumo de oxígeno según la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{V(C_o - C)}{t.P} \text{-----} (1)$$

Donde:

- Q = Consumo de oxígeno (mg O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>)
- Co = concentración de O<sub>2</sub> inicial, (mg.L<sup>-1</sup>)
- C = Concentración de O<sub>2</sub> final, (mg.L<sup>-1</sup>)
- t = Tiempo del experimento (horas)
- V = Volumen de agua de mar, (L).
- P = Peso de los animales usados, (gramos)



**Figura 1.** Zona de captura de ejemplares para estudios del nivel crítico de oxígeno

El  $O_2$  disuelto en el agua se determinó por medio de un oxímetro con electrodo polarográfico y una precisión de las centésimas y la salinidad con un salinómetro por refractometría. El límite letal se determinó con ejemplares mantenidos dentro respirómetros llenos con agua de mar, a los cuales se les coloca una langosta dentro de y se cierra herméticamente, midiéndose continuamente la concentración de oxígeno presente en el agua. De esta forma se puede calcular el consumo de oxígeno y los niveles críticos del oxígeno disuelto en el agua, donde la respiración pasa de su fase de normoxia a la de hipoxia. Para las determinaciones del punto crítico se utilizaron dos grupos de 56 ejemplares cada uno, sometidos a  $22^{\circ}C$  y  $29^{\circ}C$ . Como el punto crítico es considerado como el comienzo del nivel letal de una especie, se llevaron a cabo mediciones del consumo de oxígeno, por la misma metodología de las mediciones de la respiración, extendiendo únicamente el tiempo de observación hasta agotar el oxígeno hasta un 85%. Según Villarreal (1989), el punto crítico para cada experimento, se calculó ajustando regresiones lineales a las observaciones que se encontraron por arriba y por debajo del punto estimado de cambio. Se añaden observaciones cercanas al punto de cambio estimado hasta que el coeficiente de determinación de la regresión lineal fuera el mejor. Este proceso realizarse, puesto que la tendencia natural es una hipérbola sobre la cual matemáticamente es imposible estimar con exactitud este parámetro.

Al punto resultante de la intersección de ambas regresiones se le designa como el mejor estimador del punto crítico.

Las pruebas de hipótesis para comparar los datos experimentales se realizaron utilizando el paquete de programas Sigma Stat, Ver. 3.5. Las diferencias estadísticas entre las diferentes pruebas fueron puntualizadas por medio de análisis de varianza y la prueba de Tukey (Sokal & Rohlf, 1984).

La hipótesis nula ( $H_0$ ), asume que las variaciones en la temperatura y el peso no producen diferencias en la tasa metabólica rutinaria de *P. argus*. La hipótesis alterna ( $H_a$ ) asume que si existen diferencias

## Resultados y discusión

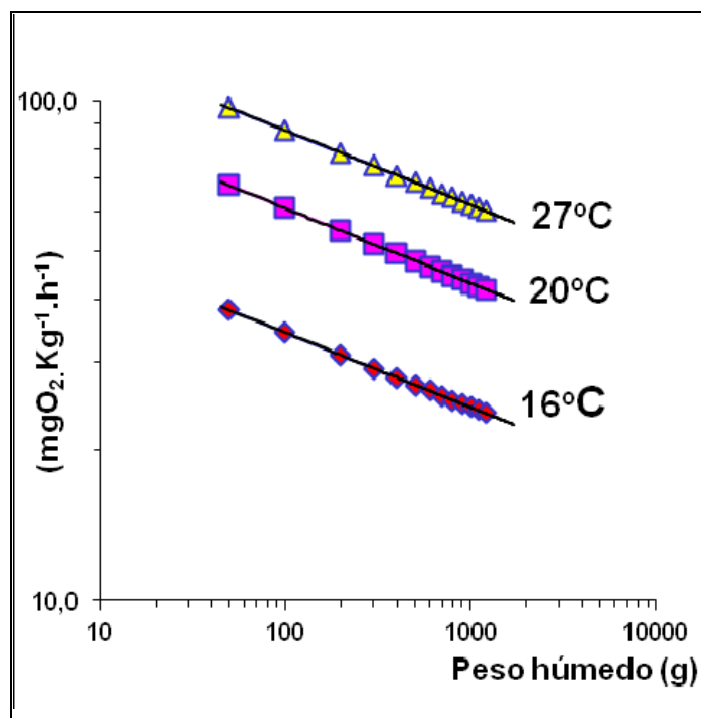
La tasa metabólica en  $\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , como un reflejo del metabolismo del ejemplar, representa a todos los cambios de materia y energía que se producen en el animal experimental. La medición del metabolismo se basa en la suposición válida para todos los organismos en condiciones normales, de que aquellos procesos que originen energía conllevan consumo de oxígeno y expulsión de anhídrido carbónico, ( $\text{CO}_2$ ). Para la medición de la tasa metabólica, se realizaron 221 mediciones del consumo de oxígeno, siendo este de  $46.9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$ , para langostas con un peso medio de 520 g (5 años de edad), correspondiendo este dato a los ofrecidos por Buesa (1966) de los cuales se deduce un valor entre 98.9 y  $105.3 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $29^\circ\text{C}$  para ejemplares de 4 a 5 años. El metabolismo representado aquí es el estándar o de rutina y es la tasa metabólica más baja, en relación a las técnicas experimentales apropiadas, después de 24 horas de ayuno. La tasa metabólica, según lo planteado por Quinquand (1873), generalmente decrece con el peso. De acuerdo a esta ley, en animales de diferentes tallas, es proporcional al índice convencional de su área superficial, representada como el cuadrado del cubo de su peso, por el peso elevado al índice de la velocidad de utilización de oxígeno; que para la langosta *P. argus* es de - 0.15 a  $20^\circ\text{C}$ , (Suárez, 2009). De este modo, la tasa metabólica puede ser calculada, utilizando el coeficiente de proporcionalidad. En este trabajo, se determinó como 85.1 por el peso corporal elevado a dicho índice. Luego, para calcular la tasa metabólica a  $20^\circ\text{C}$ , se utilizará la ecuación siguiente:

$$Q_{20^\circ\text{C}} = 121.95 \times W^{-0.15} \text{-----} (2)$$

Dónde:

$Q_{20^\circ\text{C}}$  es la tasa metabólica en  $\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$  y  $W$  es el peso en gramos.

Según la figura 2, a mayor edad, corresponde un valor menor de la tasa metabólica; cumpliéndose estrictamente la relación parabólica del metabolismo, propuesta por Winberg (1950) y esto es debido a que los ejemplares menores necesitan consumir mayor cantidad de energía para metabolizar normalmente.



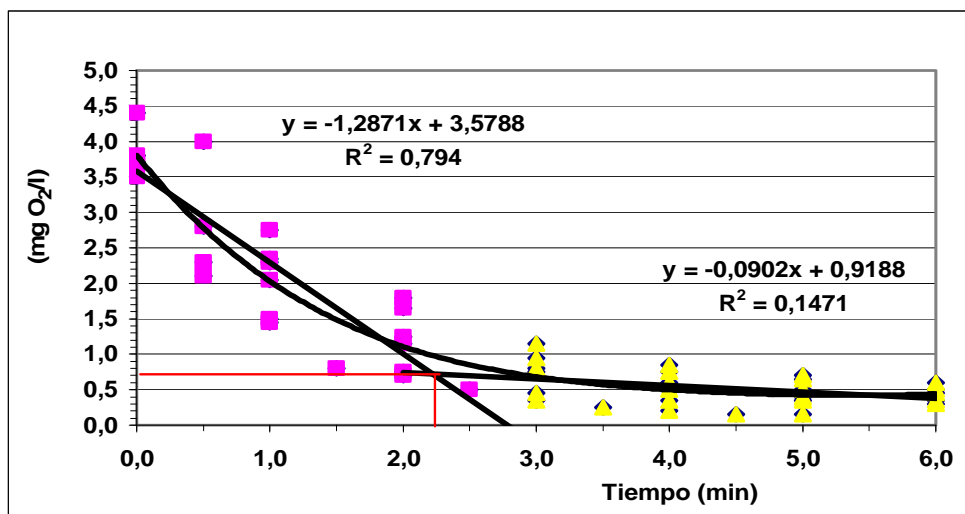
**Fig. 2.** Tasa metabólica ( $\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) de *P. argus* según la temperatura, modificado de Suárez (2009)

El punto crítico para 22°C, fue de  $1.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , con una desviación estándar de 0.17, y para 29°C de  $1.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  con una desviación estándar de 0.11 y una significación estadística de 0.05. Estos valores se determinaron para grupos de ejemplares con un peso medio de  $607 \pm 60$  gramos y de  $620 \pm 67$  gramos respectivamente. Las langostas pueden ser oxígeno-reguladoras hasta un nivel que se alcanza en el Pc, por debajo del cual los ejemplares se vuelven oxígeno-conformadores o dependientes de la concentración del medio. El Pc ha sido reportado de manera consistente entre 2.0 y  $0.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  para una gama de crustáceos (Ocampo, 2001).

Una representación del Pc está en la figura 2, construida como el resultado de todas las observaciones experimentales, representadas por las dos rectas y su punto de cruzamiento o rompimiento que correspondió a valores entre  $0.7$  y  $0.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , que nos demuestra que la langosta no debe someterse a hacinamientos en estanques o jaulones ya que en poco tiempo es capaz de consumir el oxígeno disponible en el acuatorio y se afecta su normal desempeño, demostrándose que

por debajo de este valor las langostas se vuelven oxiconformadoras o dependientes del nivel de oxígeno del medio.

Las ecuaciones de ambas rectas, significativas para un 95% de probabilidad, se presentan en la propia figura, al igual que sus coeficientes de determinación.

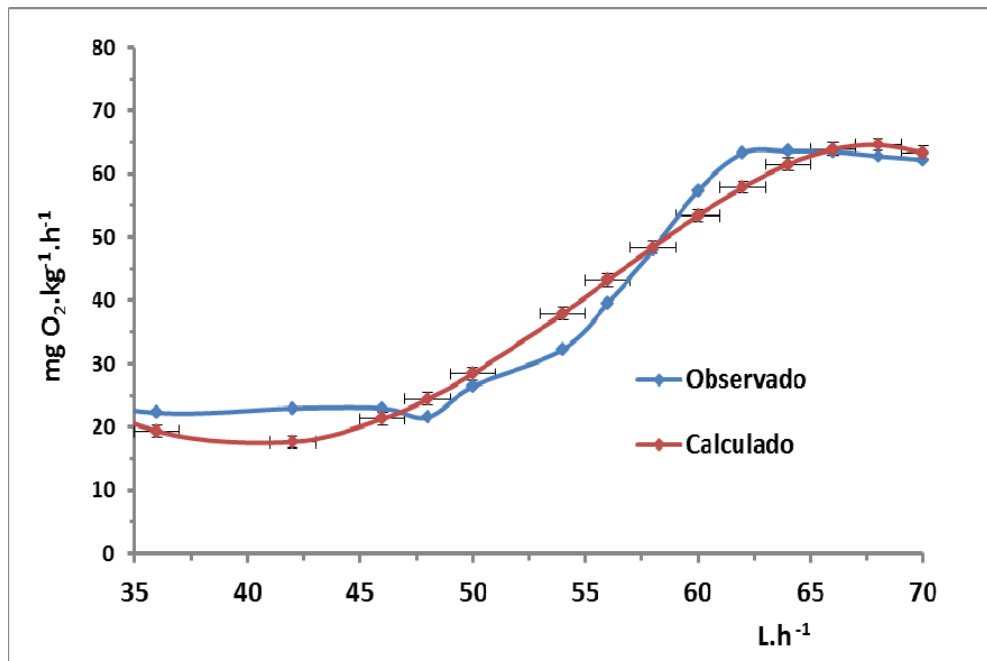


**Fig. 3.** Punto crítico respecto al oxígeno para *P. argus*

En la figura 4, se presenta la variación de la tasa metabólica observada y calculada, en función del recambio de agua disponible por ejemplar, donde el volumen óptimo corresponde a valores entre 62 y 66 L.h<sup>-1</sup>, por lo que esa debe ser la cantidad de agua que requiere cada ejemplar de un peso medio entre 500 y 600 gramos, para realizar sus funciones normalmente sin provocarle estrés, señalándose que para los fines de almacenamiento de ejemplares en jaulas o estanques se debe ofrecer esta cantidad de agua por ejemplares si se quieren mantener en la mejor calidad posible, sin afectar su supervivencia., recordando que ejemplares mayores necesitarán mayor recambio de agua (Suárez y Xiquéz, 1969). Los valores observados se ajustaron a un polinomio de grado 4; la ecuación resultante que explica este modelo es:

$$\text{mgO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{-9.209849 + 1.160395 \cdot \text{L} \cdot \text{h}^{-1} - 6.782791 \cdot (\text{L} \cdot \text{h}^{-1})^2 + 1.326459 \cdot (\text{L} \cdot \text{h}^{-1})^3 - 8.225767 \cdot (\text{L} \cdot \text{h}^{-1})^4}{\dots} \quad (3)$$

El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 98% de la variabilidad de los datos. Un ANOVA entre los valores observados y calculados demostró que como -P es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre mgO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> y L.h<sup>-1</sup> con un nivel de confianza del 95%.



**Fig. 4.** Tasa metabólica ( $\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), según el recambio de agua ( $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ ), para ejemplares entre 500 y 600 gramos de peso húmedo. Se presentan las barras de error típico de la curva calculada. ( $r^2 = 0.98$ )

## Conclusiones

1. La tasa metabólica media de la langosta *P. argus* se determinó como  $46.9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$ , para ejemplares con un peso medio de 520 g
2. A mayor edad, corresponde un valor menor de la tasa metabólica; cumpliéndose estrictamente la relación parabólica del metabolismo y esto es debido a que los ejemplares menores necesitan consumir mayor cantidad de energía para metabolizar normalmente.
3. Según el efecto de la temperatura se reporta que a menores temperaturas los animales tienen menores valores de tasa metabólica y por demás menores valores de consumo de oxígeno.
4. El punto crítico se determinó entre  $0.7$  y  $0.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
5. Para mantener langostas vivas en cautiverio con fines experimentales o comerciales, sin provocar estrés, se debe ofrecer una tasa de recambio de agua de 50 a 60 litros por ejemplar a la hora

## BIBLIOGRAFIA

- Buesa, R.J. (1966): Bioecología y pesca de la langosta *Panulirus argus*, Latreilla 1804 (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba. Resultados de Investigación de 1959 a 1966. Mecanografiado.
- Ocampo, L. (2001). Critical oxygen point in yellow leg shrimp, *Farfantepenaeus californensis* a potential species for the live trade. Marketing and shipping live Aquatic Products Paust, B. C. Rice, A. A. (eds). University of Alaska Sea Grand. 23-26.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. (1984). Biometry. Freeman & Co. (Ed.). San Francisco. 776 pp.
- Suárez, G y Xiquéz, R. (1969) : Consideraciones sobre los índices metabólicos y la supervivencia del camarón blanco, *Penaeus schmitti*, Burkenroad de la plataforma cubana.. FAO Fish. Rep. 57 (3) : 621-642
- Suárez, G. (2009): Fisiología metabólica de la langosta espinosa *Panulirus argus*, Latreille 1804 en Cuba. Rev. Cubana de Invest. Pesq. 26(1): 80-89
- Quinquand, M. (1873) : Experiments on fish respiration. Ac. Sc. 70: 1141-1143
- Villarreal, H. (1989). Prawn culture in Mexico. Austacia. Aquaculture. 3(6), 17-18.
- Winberg, G.G. (1950) : Rate of metabolism and food requirements of fishes. Bielorussian State University of Minsk. Translation Series. 194. Fish. Res. Bd. Can.: 215 pp

### REDVET: 2012, Vol. 13 N° 3

Recibido 22.09.2011 / Ref. prov. JUL1119\_REDVET / Revisado 21.10.2011 / Aceptado 14.01.2012  
Ref. def. 031203\_REDVET / Publicado: 01.03.2012

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020212.html>  
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312/031203.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org>  
y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>