

Influencia de la longitud de onda de la luz en el nivel de actividad de *Holothuria sanctori*, *Holothuria dakarensis* y *Holothuria arguinensis*.

Henar San León Bartolomé

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35413 Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España. E-mail: xiquiya@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió el papel de la longitud de onda de la luz (color) en el grado de actividad motriz de tres especies de pepino de mar (*Holothuria sanctori*, *H. dakarensis* y *H. arguinensis*). Con independencia del tamaño de los individuos, *H. sanctori* prefiere los ambientes oscuros, permaneciendo inactiva en zonas iluminadas con independencia del color de la luz. *H. dakarensis* muestra actividad bajo luz roja, y *H. arguinensis* prefiere ambientes oscuros pero su desplazamiento es mayor en presencia de luz azul.

Palabras clave: selección de hábitat, pepino de mar, *Holothuria sanctori*, *H. dakarensis*, *H. arguinensis*, luminosidad.

ABSTRACT

The effect of the light wave length on the degree of activity of three species of sea cucumbers (*Holothuria sanctori*, *H. dakarensis* and *H. arguinensis*) was studied. Regardless of individuals sizes, *H. sanctori* preferred dark environments; this species remained inactive in illuminated areas regardless of the light colour. *H. dakarensis* showed activity under red light and *H. arguinensis* preferred dark environments, though its displacement was larger under blue light.

Key words: Habitat selection, sea cucumber, *Holothuria sanctori*, *H. dakarensis*, *H. arguinensis*, luminosity.

INTRODUCCIÓN

Las holoturias o pepinos de mar son el segundo grupo más numeroso, en cuanto a diversidad de especies, de los equinodermos modernos, precedido por la clase Stelleroidea (estrellas de mar y ofiuras), formando parte de un importante eslabón en la cadena trófica (Pawson, 1966).

En este trabajo se estudian tres especies de Holoturias descritas en Canarias: *Holothuria sanctori*, *H. dakarensis* y *H. arguinensis* (Pérez-Sánchez y Moreno-Batet, 1991; Tuya *et al.*, 2006).

Holothuria sanctori se distribuye entre el margen intermareal hasta los 20m de profundidad, preferentemente sobre sustratos rocosos y, en menor medida, arenosos (Pérez-Sánchez y Moreno-Batet, 1991; Espino *et al.*, 2006). Es de hábitos sedentarios, de hecho sus pies ambulacrales le sirven más como órganos adhesivos que como órganos locomotores (Barnes, 1989). Además, es una especie de ritmo marcadamente nocturno, saliendo a comer durante la noche y ocultándose durante el día (Crump, 1966; Pérez-Ruzafa y Marcos, 1985), como parte de su estrategia antipredatoria (Hammond, 1982).

Por otro lado, *Holothuria dakarensis* es frecuente encontrarla compartiendo oquedades con *H. sanctori*, pero a diferencia de ésta puede ser encontrada descansando sobre sustratos rocosos, en fondos descubiertos o en praderas de *Caulerpa* spp. durante las horas de luz. No obstante, al igual que el resto de holoturias, presenta una mayor actividad a partir del atardecer (Yamanouchi, 1956,

Pawson & Caycedo, 1980; Hammond, 1982; Shiell & Knott, 2008)

Esta foto-sensibilidad que poseen los equinodermos se debe a un endoesqueleto de calcita con células fotosensibles, que actúan como un ojo compuesto (Aizenberg *et al.* 2001; Burke *et al.* 2006). La sensibilidad a la luz les posibilita buscar refugio, realizar movimientos orientativos, así como realizar estrategias de protección ante depredadores o condiciones adversas (Thornton, 1956; Johnsen & Kier, 1999). Esta fototaxis o reacción a la luz varía en función de la edad (McCarthy *et al.*, 2002), los distintos individuos (Blevins & Johnsen, 2004) y el tipo de luz, así sea luz visible, azul, ultravioleta, etc. (Millot & Yoshida, 1957; Lall & Chapman, 1973).

En este trabajo se estudió el comportamiento de *Holothuria sanctori*, *H. dakarensis* y *H. arguinensis* ante diferentes longitudes de onda de la luz incidente (azul-450nm-, rojo-625nm-, verde-530nm- y blanca), cuando se les ofrece la posibilidad de ocultarse de ellas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispuso de 7 individuos de cada una de las tres especies de holoturia más comunes en la zona intermareal rocosa de Arinaga (Este de Gran Canaria) (*Holothuria sanctori*, *H. dakarensis* y *H. arguinensis*). La talla de los ejemplares osciló entre los 4 y 24 cm.

Las holoturias fueron capturadas y depositadas en recipientes de plástico de capacidad

para 44 litros, con agua de mar, para su traslado. Una vez en el laboratorio, cada individuo fue medido y alojado en una bandeja de 71x41 cm para su aclimatación en oscuridad. Para aumentar el grado de confort de los animales, la bandeja presentaba un fondo de arena, de 2 cm. de espesor, procedente de la zona adyacente al lugar de captura. Además, en la bandeja de aclimatación, se introdujeron erizos de mar y algas, al tiempo que el agua fue aireada continuamente para evitar posible falta de oxígeno.

El tiempo de aclimatación fue de unas 12 horas, y se dio por finalizado a partir del momento en que los individuos ingerían sedimento del fondo de la bandeja y realizaban las primeras deposiciones.

Posteriormente, cada individuo fue introducido aisladamente en una bandeja de experimentación idéntica a la usada durante la aclimatación, con un nivel de agua que cubría ligeramente el cuerpo del animal y que era previamente lavada y enjuagada con etanol (96°) para eliminar posibles interferencias entre individuos durante los sucesivos ensayos.

Cada holoturia se colocó en el punto medio de la bandeja iluminada con una bombilla de 60W. Se intentó que la distancia de iluminación fuera equidistante, de modo que el posible aumento de temperatura que pudiera producirse fuese igual en toda la zona de experimentación. A uno de los lados, y de forma aleatoria, se indujo una zona de sombra con la colocación de un cartón negro, al tiempo que las paredes de la

bandeja también fueron tapadas para evitar la penetración de luz. La bandeja se cubrió con papel de celofán, de un solo color cada vez (azul, rojo, verde y blanco), de modo que se pudo seleccionar el color de la luz dentro del recinto donde se encontraba el animal.

En una primera fase de prueba, se estimó que un intervalo de 20 minutos de observación era suficiente para la elección de la holoturia por la sombra o por la zona iluminada. Durante las observaciones se anotó el desplazamiento (en centímetros) a lo largo de toda la bandeja de cada animal y la posición final del mismo (bajo la sombra o en zona iluminada).

El experimento se repitió con cada holoturia para las diferentes longitudes de onda, cambiando de sitio el lado de sombra y el lado expuesto directamente a la luz. La sucesión de color de la luz a la que fueron expuestos los animales fue siempre la misma (blanca, azul, verde y rojo). Una vez realizados todos los experimentos, las holoturias fueron devueltas a su medio natural.

RESULTADOS

En general, se observa una clara preferencia por la oscuridad en las tres especies de holoturias, con independencia del tamaño de los ejemplares.

Holothuria sanctori muestra una clara preferencia por ambientes oscuros, pero no se observaron diferencias significativas, desde el punto de vista estadístico, en su grado de actividad en función del color de la luz a la que es expuesta.

H. arguinensis tampoco mostró una respuesta diferente ante el color de la luz incidente, aunque su nivel de actividad parece ser algo más alta bajo luz azul. Sin embargo, *H. dakarensis* sí muestra una significativa diferencia en la respuesta dada bajo el color rojo respecto a los otros (Kruskal-Wallis ANOVA, $H(3, N=32)=9,874074$; $P=.0197$), manteniéndose fuera de la zona de sombra durante más tiempo (Fig. 1), aunque no mostró una mayor actividad significativa en esta situación.

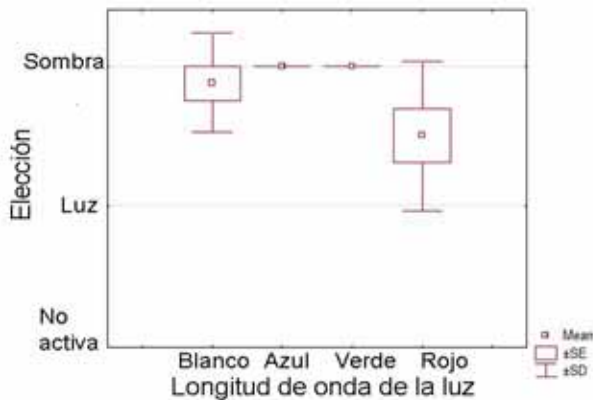


Figura 1: Diferencias en el grado de elección mostrado por la *Holothuria dakarensis* tras 20 minutos de exposición a los diferentes colores de luz.

DISCUSIÓN

Los equinodermos son animales de hábitos nocturnos preferentemente, pero muchas especies son activas de día y de noche, e incluso en aquellas consideradas típicamente nocturnas existe una gran variedad de patrones circadianos de comportamiento (Pérez-Ruzafa y Marcos, 1986). En el caso concreto de las holoturias, la mayoría de ellas tienen actividad nocturna (Pérez-Sánchez y Moreno-Batet, 1991;

Espino *et al.*, 2006). Aunque en los equinodermos este comportamiento nocturno se acentúa durante el desove, en la mayoría de las holoturias se asocia a su actividad alimentaria, que en muchos casos ocurre indistintamente durante el día y la noche (Hammond, 1982).

En este sentido, los resultados aquí expuestos apoyan lo antes descrito sobre el comportamiento nocturno de las holoturias. Así, *Holothuria sanctori* y *H. arguinensis* prefieren los ambientes oscuros a los iluminados (fototactismo negativo), huyendo prácticamente de la luz si se le da opción, al igual que ocurre en otros equinodermos (Thornton, 1956; Bohman & Heid, 1963; Grabowsky, 1994) e invertebrados marinos (Barbeau *et al.*, 2004; Drolet *et al.*, 2004). Sin embargo, de las tres especies de holoturias utilizadas para este experimento, sólo *H. dakarensis* mostró una respuesta diferencial al ser sometida a diferentes colores de luz. Ésta, bajo luz roja realizó los mayores desplazamientos. Dicha respuesta puede ayudar a explicar porqué este animal, y a diferencia de las otras especies de holoturias utilizadas, se localiza habitualmente descansando sobre sustratos rocosos o visibles en fondos descubiertos o en praderas de *Caulerpa* spp durante las horas diurnas. Posiblemente, su respuesta fototáctica negativa a la luz cambie con la profundidad, ya que la luz roja se absorbe rápidamente a medida que se incrementa la profundidad (Duncan, 1996), siendo sólo detectable en aguas muy someras o cuando el individuo se encuentre expuesto al aire, mientras que la luz verde y azul penetran mucho más. Es posible que esto indique que *Holothuria dakarensis* sea una

especie de hábitos más profundos que las otras dos y, por tanto, menos frecuente en áreas intermareales, como sí ocurre con *H. sanctori*, donde la presión de predación puede ser mayor. Así, y posiblemente por un motivo similar, *H. arguinensis* se desplaza mucho más rápidamente hacia la oscuridad cuando es sometida a la luz azul.

No obstante, como señalan Millot & Yoshida (1957) y Lall & Chapman (1973), puede ser que algunos equinodermos muestren un comportamiento diferente con una longitud de la onda mayor o menor, como ultravioleta, infrarrojo, etc. Además, no hay que olvidar que las condiciones de experimentación pueden también haber influido de forma importante en el comportamiento de los animales. En este sentido, Crowe & Underwood (1998) apuntan que en la mayor parte de las ocasiones los organismos desarrollan en su hábitat natural un comportamiento muy distinto al observado en el laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al profesor J.J. Castro Hernández su ayuda en el análisis de los datos, así como a Lola Thyssen su apoyo logístico. Agradecer también a Belén Calero su asistencia en la obtención de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

Aizenberg, J., A. Tkachenko, S. Weiner, L. Addadi & G. Hendler. 2001. Calcitic microlenses as part of the photoreceptor system in

brittlestars. *Nature*. 2001 412(6849):783

Barbeau, M.A., K. Durelle & R.B. Aiken. 2004. A design for multifactorial choice experiments: an example using microhabitat selection by sea slugs *Onchidoris bilamellata* (L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 307: 1-16

Barnes, R. D. 1989. *Zoología de los invertebrados*. 4ª ed. Interamericana, Mc Graw-Hill, Mexico.

Blevins, E. & S. Johnsen. 2004. Spatial vision in the echinoid genus *Echinometra*. *J. Exp. Biol.*, 207: 4249-4253.

Bonham, K. & E.E. Heid. 1963. Ecological observations on the sea cucumbers *Holothuria atra* and *H. Leucospilota* at Rongelap Atoll, Marshall Islands. *Pacific Sci.*, 17:305-314.

Burke, R.D., L.M. Angerer, M.R. Elphick, G.W. Humphrey, S. Yaguchi, S., T. Kiyama, S. Liang, X. Mu, C. Agca, W.H. Klein, B.P. Brandhorst, M. Rowe, K. Wilson, A.M. Churcher, J.S. Taylor, N. Chen, G. Murria, D. Wang, D. Mellota, R. Olinski, F. Hallböök & M.C. Thorndyke, 2006. A genomic view of the sea urchin nervous system. *Develop. Biol.* 300 434-460.

Crowe, T.P. & A.J. Underwood. 1998. Testing behavioural "preference" for suitable microhabitat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 225:1-11.

Crump, R.G. 1966. The diurnal activity of holothurians. En: Lythgoe, J.N & WOODS J.D (Eds.), Malta'65. Symposium of underwater Association for Malta 1965.

- Drolet, D., J.H. Himmelman & R. Rochette, R. 2004. Effect of light and substratum complexity on microhabitat selection and activity of ophiuroid *Ophiopholis aculeate*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 313: 139-154.
- Duncan, T. 1996. GCSE Physics 3rd. Ed. J. Murray. Gran Bretaña.
- Espino, F., A. Boyra, F. Tuya y R. Haroun. 2006. Guía visual de especies marinas de Canarias. Oceanográfica, Divulgación, Educación y Ciencia SL. Las Palmas de Gran Canaria. 462 pp.
- Grabowsky, G.L. 1994. Symmetry, locomotion, and the evolution of an anterior end: A lesson from sea urchins. *Evolution*, 48(4):1130-1146
- Hammond, L.S. 1982. Patterns of feeding and activity in deposit-feeding holothurians and echionoids. (Echinodermata) from shallow back-reef lagoon, Discovery Bay, Jamaica. *Bull. Mar. Sci.*, 32 (2): 549-571
- Johnsen, S. & W.M. Kier. 1999. Shadeseeking behaviour under polarized light by the brittlestar *Ophioderma brevispinum*. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 79:761- 763.
- Lall, A.B & R.M. Chapman. 1973. Phototaxis in *Limulus* under natural conditions: Evidence for reception of near- ultraviolet light in the median dorsal ocellus. *J. Exp. Biol.*, 58:213-224.
- McCarthy, D.A., R.B. Forward & C.M. Young. 2002. Ontogeny of phototaxis and geotaxis during larval development of the sabellariid polychaete *Phragmatopoma lapidosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 241: 215–220.
- Millot, N. & M. Yoshida. 1957. The epectral sensitivity of the echinoid *Diadema antillarum* Philippi: responses to increases in light intensity. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 133:67-71.
- Pawson, D.L. 1966. *Ecology of holothurians*. En: BOOLOOTIARN., A. (Ed.). 1966:63-71.
- Pawson D.L. & I.E. Caycedo. 1980 *Holothuria (Thymiosycia) thomasi* n.sp., a large Caribbean coral reef inhabiting sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea), *Bull. Mar. Sci.*, 30:454-459.
- Pérez–Ruzafa, A. y C. Marcos. 1985. Técnicas de redacción y estudio en la clase Holothuroidea: Generalidades, sistemática, ecología, biología y comportamiento. *An. Biol.*, 3:13-36.
- Pérez–Ruzafa, A. y C. Marcos. 1986. Observaciones sobre la actividad diaria y la ecología de algunas holoturias (Equinodermata: Holothuroidea) litorales. *An. Biol.*, 3:79-90
- Pérez-Sánchez, J. M. y E. Moreno-Batet 1991. *Invertebrados marinos de Canarias*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.
- Shiell, G.R. & B. Knott. 2008. Diurnal observations of sheltering behaviour in the coral reef sea cucumber *Holothuria whitmaei*. *Fish. Res.*, 91(1):112-117.
- Thornton, W.B. 1956. Diurnal Migrations of the echinoid *Diadema setosum* (Leske). *British J. Anim. Behav.*, 4:143-146.
- Tuya, F., J.C. Hernández & S. Clemente. 2006. Is there a link between the type of habitat and the

patterns of abundance of
Holothurians in shallow rocky reefs?
Hidrobiología, 571(1):191-199.

Yamanouchi, T. 1956. The daily
rhythms of the holothurians in the
coral reefs of Palao Islands, *Palao
Trop. Biol. Station Studies*, 3:347-
362.