

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



E.T.S. INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

DPTO. DE CIENCIAS Y TÉCNICAS DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE.

AREA DE ECOLOGÍA

TESIS DOCTORAL

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL ERIZO DE MAR *Paracentrotus lividus* (LAMARCK, 1816) EN EL MAR CANTÁBRICO: CICLO GONADAL Y DINÁMICA DE POBLACIONES

Presentada por: **JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ IRUSTA**

Dirigida por: **JUAN CARLOS CANTERAS JORDANA**
GERARDO GARCÍA-CASTRILLO RIESGO

Santander, julio 2009

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES



La única lucha que se pierde es la que se abandona.

Ernesto “Che” Guevara

5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1. RELACIONES BIOMÉTRICAS

5.1.1. La relación entre el diámetro y la altura presenta diferencias estadísticamente significativas entre los erizos de intermareal y los erizos de submareal, con un mayor aplanamiento en los erizos de intermareal.

5.1.2. La relación entre el diámetro (variable independiente) y el índice gonadal húmedo (variable dependiente) para el conjunto de tallas es estadísticamente significativa y de pendiente positiva, si bien explica una parte mínima de la varianza observada. Esta relación se hace menos importante a medida que aumenta el diámetro, llegando a desaparecer para las tallas más grandes.

5.2. CICLO GONADAL

5.2.1. La época de reproducción del erizo de mar en Cantabria comienza en marzo y se extiende hasta septiembre, con uno o dos periodos de puesta principales en función del año y la población a principios de primavera y en verano.

5.2.2. Las diferencias observadas entre erizos de la misma localidad pero distinto hábitat son menores a las observadas entre erizos del mismo hábitat pero distinta localidad, tanto en el tamaño gonadal como en la evolución del ciclo reproductivo.

5.2.3. Las poblaciones de la localidad de Fonfría presentan un índice gonadal significativamente mayor al del resto de poblaciones estudiadas. Este elevado tamaño gonadal probablemente sea consecuencia del aporte extra de nutrientes asociados al vertido de la piscifactoría de rodaballo presente en dicha localidad.

5.2.4. El índice gonadal no es un indicador fiable para detectar la existencia de puestas. En varias ocasiones se observaron puestas que no afectaron al índice gonadal (o que lo hicieron mínimamente) y viceversa, es decir descensos del índice gonadal no relacionados con puestas. El papel como reservorio energético (además de órgano germinal) de las gónadas y la coexistencia observada durante los meses primaverales de puestas y gametogénesis son los responsables de esta falta de relación.

5.3. RELACIÓN ENTRE EL CICLO GONADAL Y LOS FACTORES AMBIENTALES

5.3.1. El fotoperiodo parece actuar como regulador del ciclo gonadal de *P. lividus* en las poblaciones analizadas, estableciendo los límites temporales para el desarrollo del ciclo gonadal. En los erizos analizados, la vitelogénesis comenzaba coincidiendo con los fotoperiodos más cortos y terminaba al alcanzarse los fotoperiodos más largos en los meses estivales.

5.3.2. La temperatura y el índice gonadal presentan una relación inversa. Esta relación es probablemente consecuencia de la interacción de ambas variables con el fotoperiodo.

5.3.3. La temperatura puede regular los procesos de gametogénesis, induciéndolos cuando se encuentra en valores óptimos e inhibiéndolos cuándo rebasa ciertos valores límite. En este estudio, la temperatura probablemente fue la responsable del adelantamiento de la puesta en los erizos de la Arnía durante el año 2005 al favorecer la gametogénesis durante los meses de primavera.

5.3.4. El inicio de la puesta primaveral se produce en las cinco poblaciones estudiadas de manera simultánea y en muchos casos desde gónadas aún no del todo maduras, lo que sugiere la existencia de un desencadenante ambiental, responsable de inducir la puesta.

- 5.3.5. En todos los casos el inicio de la puesta primaveral coincidió con un incremento de la temperatura así como con el *bloom* fitoplanctónico. Ambos factores podrían haber actuado como desencadenantes ambientales de la puesta, bien de manera separada o bien actuando de forma conjunta.

5.4. CRECIMIENTO

- 5.4.1. La curva de Von Bertalanffy estacional es el modelo que mejor predice el crecimiento de los erizos estudiados. Estos erizos presentan un crecimiento que se ajusta a la siguiente expresión matemática:

$$L(t) = L_{\infty} \times \left[1 - \exp \left[(K * t) + \frac{(0,4 \times K \times \text{Sen}(2\pi \times (t + 0,09)))}{2\pi} \right] \right]$$

Con un valor de L_{∞} de 69 ± 4 mm y un valor de K de $0,245 \pm 0,03$.

Para t = edad

- 5.4.2. El crecimiento del erizo de mar *Paracentrotus lividus* en Cantabria es estacional. Presenta un máximo crecimiento en primavera y verano y una época de crecimiento mínimo en otoño e invierno.
- 5.4.3. La reproducción afecta a la velocidad de crecimiento de *P. lividus* reduciéndola, lo que genera diferencias significativas en las tasas de crecimiento entre erizos maduros e inmaduros.
- 5.4.4. La temperatura produce un efecto positivo sobre la velocidad de crecimiento de los erizos, aumentándola, si bien las temperaturas demasiado elevadas producen crecimientos por debajo del óptimo.
- 5.4.5. Existen diferencias interanuales en la velocidad de crecimiento independientemente de la temperatura, lo que unido a la existencia de diferencias importantes entre meses con temperaturas similares confirman la importancia de otras variables (distintas a la temperatura y a la reproducción) en la velocidad de crecimiento de *P. lividus*.

5.5. RECLUTAMIENTO, MIGRACIONES Y MORTALIDAD

- 5.5.1. El reclutamiento en la población analizada no presentó variaciones estadísticamente significativas durante el periodo de estudio y se mantuvo relativamente estable con valores medios anuales durante el periodo de máximo reclutamiento de entre 0,68 y 1,61 nuevos individuos por metro cuadrado.
- 5.5.2. El reclutamiento de *P. lividus* en Cantabria es bimodal, con una primera moda observada en los meses de otoño y una segunda moda a finales de invierno y primavera. Este reclutamiento bimodal es consecuencia de un doble periodo de asentamiento, en primavera y verano, que coincide con el periodo de puesta observado mediante el estudio del ciclo gonadal.
- 5.5.3. La densidad de los erizos juveniles presenta una relación estadísticamente significativa y directamente proporcional con la densidad de adultos, si bien a partir de cierto límite en la densidad de los adultos esta relación deja de ser clara.
- 5.5.4. Aunque no se han detectado migraciones masivas para el conjunto de la población, en la zona de estudio existe un comportamiento migratorio desde zonas de asentamiento hacia zonas de crecimiento.
- 5.5.5. Este comportamiento migratorio no se observa hasta que los erizos alcanzan un diámetro mínimo, que en la zona de estudio se encuentra en torno a los 19 mm de diámetro, con edades de entre 14 y 18 meses.
- 5.5.6. La mortalidad Z presenta un valor medio para el conjunto de cohortes analizadas de 0,256 para erizos con una edad comprendida entre los ocho y los veinte siete meses. En este periodo, la mortalidad no permanece constante, sino que desciende a medida que los erizos aumentan de talla.

5.6. EL ERIZO DE MAR *Paracentrotus lividus* COMO RECURSO PESQUERO

Los resultados de esta tesis doctoral permiten extraer las siguientes conclusiones y recomendaciones para una explotación sostenible de este recurso marisquero en Cantabria:

- 5.6.1. El periodo más adecuado para la captura del erizo en Cantabria corresponde a los meses de: noviembre, diciembre, enero y febrero. Dentro de este periodo, enero presenta las mejores condiciones de tamaño y humedad.
- 5.6.2. Los mejores meses para establecer una veda en la captura del erizo de mar en Cantabria son: abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Además, también se considera conveniente extender la veda a la segunda mitad del mes de marzo y al mes de octubre, ya que en estos meses la calidad de las gónadas es muy baja.
- 5.6.3. Los tamaños gonadales observados en las poblaciones naturales cántabras muestreadas son altos (Islares y Arnía) o muy altos (Fonfría) en comparación con los observados en otras zonas del área de distribución del erizo *Paracentrotus lividus*, lo que permite ser optimista en cuanto a la posible comercialización de los erizos cántabros.
- 5.6.4. La talla de primera madurez es alcanzada por un erizo de crecimiento medio en la zona de estudio a una edad de entre dos años y dos años y cuatro meses.
- 5.6.5. La talla mínima de captura, situada en Cantabria en los 55 mm de diámetro, es alcanzada por un erizo de crecimiento medio a una edad de entre seis años y medio y seis años y nueve meses.

- 5.6.6. Entre la talla de primera madurez y la talla mínima de captura transcurren aproximadamente cuatro estaciones de puesta.
- 5.6.7. El reclutamiento de *Paracentrotus lividus* es denso-dependiente por lo que es aconsejable mantener siempre densidades moderadas de erizos en las zonas explotadas con objeto de que los nuevos individuos puedan asentarse con éxito. En este sentido, mantener estrictamente la talla mínima de captura puede ser de gran importancia de cara a la explotación sostenible de la especie.
- 5.6.8. En la población analizada la velocidad de crecimiento es elevada, el reclutamiento constante y la tasa de mortalidad natural mínima tras alcanzar cierta talla. Estas tres características permiten asumir que las condiciones de desarrollo de la especie son como mínimo tan buenas como las de otras zonas donde el erizo es explotado con éxito y de hecho presentan uno de los crecimientos más rápidos de los observados en la bibliografía. No obstante, hay que tener en cuenta que se trata de datos obtenidos en una única población con unas condiciones ambientales específicas. Por esta razón, son necesarios más estudios antes de poder generalizar los datos sobre la dinámica poblacional de la especie obtenidos en este estudio al conjunto de las poblaciones cántabras y de otras zonas del Mar Cantábrico.