

**INDUCCIÓN A LAS DEFENSAS ANTIHERBIVORÍA EN *GLOSSOPHORA KUNTHI*  
(PHAEOPHYCEAE, DYCTIOTALES): EXPERIMENTOS IN SITU.**

Erasmó Macaya y Martín Thiel.

I Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

emacaya@ucn.cl

Palabras claves: Inducción, defensas, antiherbivoría, in situ, *Glossophora kunthi*.

**RESUMEN**

La herbivoría es uno de los principales factores que afecta la distribución y abundancia de las macroalgas, para evitarla las algas han desarrollado diferentes mecanismos incluyendo las defensas químicas y morfológicas. Estas pueden ser generadas en forma constante “defensas constitutivas” o producidas en función de agentes externos “defensas inducibles”. Se ha reportado hasta el momento defensas inducibles en varias especies de algas pardas, sin embargo todos los experimentos se han llevado a cabo bajo condiciones de laboratorio o en acuarios ubicados en el exterior. Sin embargo tales resultados pueden no ser relevantes bajo condiciones naturales de terreno. En el presente estudio fueron examinados el efecto *in situ* de diferentes niveles de pastoreo (directo, indirecto y presencia de herbívoros) en las defensas de *Glossophora kunthii*. La palatabilidad de las algas luego de ser expuestas a los diferentes tratamientos fue examinada utilizando talos frescos y alimento artificial preparado en base a agar con los extractos lipofílicos de las especies. Los resultados indican una regulación de las defensas en *G. kunthii* inducida sólo por pastoreo directo, lo cual fue confirmado tanto para talos frescos como para alimento artificial. Se confirma de esta manera la respuesta inducible demostrada anteriormente en condiciones semi-controladas para *G. kunthii* lo que permite concluir una activa participación de esta especie en la interacción planta-herbívoro.

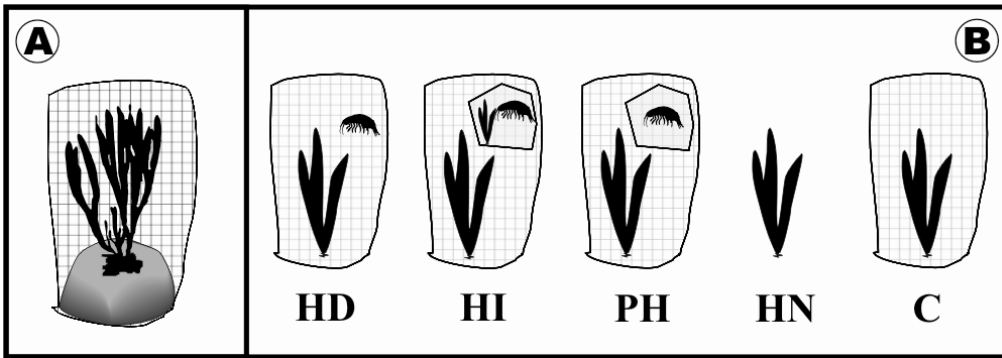
**RESUMEN AMPLIADO**

Las macroalgas han desarrollado diferentes mecanismos para evitar la herbivoría (Lubchenco & Gaines, 1981), entre ellos las defensas químicas y morfológicas son las más utilizadas. Estas pueden ser generadas en forma constante “defensas constitutivas” o producidas en función de agentes externos “defensas inducibles” (Hay, 1996). La producción de defensas se asume como costosa (Hay & Fenical, 1988) porque utilizan recursos que podrían ser destinados a crecimiento o reproducción. En este sentido las defensas constitutivas requieren utilizar recursos aún cuando los consumidores no están presentes (Cronin & Hay 1996). En contraste, las defensas inducibles permiten el gasto de energía sólo cuando los consumidores han sido detectados (Cronin & Hay 1996). Cabe destacar que la mayoría de los trabajos realizados en inducción de las defensas en macroalgas han sido realizados bajo condiciones de laboratorio o en estanques ubicados en el exterior (e.g. Pavia & Toth, 2000, Taylor et al., 2002), no existiendo evidencia hasta el momento de métodos de inducción llevados a cabo *in situ*. Foster (1992) plantea la necesidad de determinar si ciertas algas reducen sus defensas en el medioambiente natural

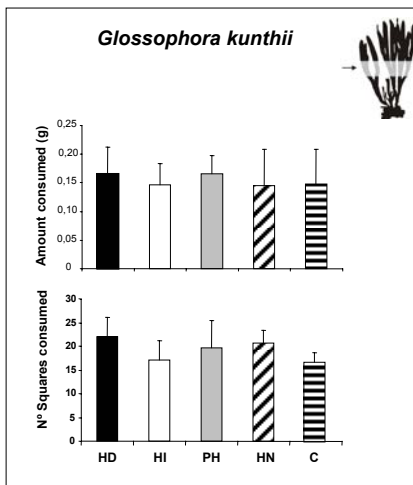
dado que puede haber respuestas diferentes a las de laboratorio, considerando la compleja interacción de factores presentes en terreno. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto *in situ* de diferentes niveles de herbivoría sobre las defensas de *Glossophora kunthii*.

La colecta de *G. kunthii* fue realizada en el sector intermareal de Totoralillo (30° 03' S, 71°28'W) mientras que los experimentos fueron realizados en el intermareal de Bahía la Herradura (29°58' S; 71°21' W). Para todos los experimentos se utilizó el anfípodo *Parhyalella ruffoi*, debido a que esta especie consume una amplia variedad de macroalgas incluyendo *G. kunthii* (Macaya et al. *en revisión*). Para determinar la inducción *in situ* de plantas de *G. kunthii*, se procedió a manipular la cantidad y ubicación de los anfípodos, utilizando para ello bolsas de malla fina (1 mm) cubriendo plantas completas de *G. kunthii* ver Fig. 1A, se utilizaron 4 niveles diferentes de herbivoría: directa (HD), indirecta (HI), presencia de herbívoros (PH), natural (HN) además de un grupo control (C) el cual fue mantenido sin herbívoros ver Fig.1B. Transcurridas dos semanas se retiraron las bolsas y se procedió a extraer las frondas, con las cuales se llevó a cabo experimentos de preferencia alimenticia utilizando algas frescas y alimento artificial preparado con los compuestos lipofílicos de cada una de las especies. En ambos casos se utilizó de trozos de alga (o alimento artificial) provenientes de diferentes tratamientos, los que fueron ofrecidos a los anfípodos ya sea solos (no-elección) o en pares (elección) cubriendo todas las combinaciones posibles. Se emplearon trozos provenientes de la zona basal como de la zona media, debido a que anteriormente se demostró inducción de las defensas en distintas partes del alga (Macaya et al. *en revisión*). Transcurridos 3 días se procedió a medir el consumo por parte de los anfípodos.

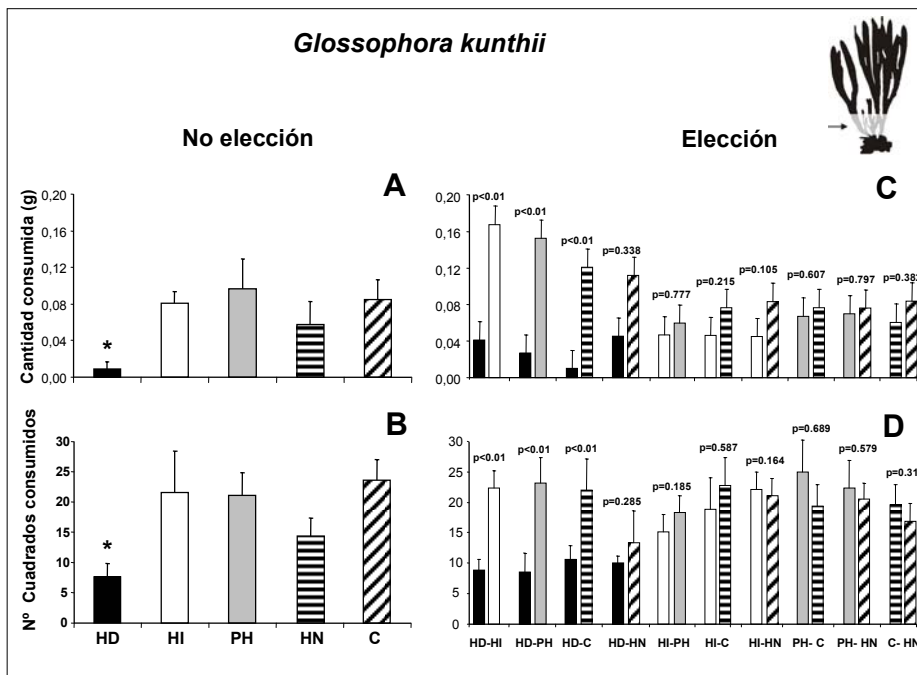
Al cabo de dos semanas en terreno las plantas recuperadas mostraban buen aspecto y sin signos de estrés (coloración y textura normales). Los resultados muestran que no hubo inducción de las defensas en zonas medias de *G. kunthii* lo cual fue ratificado tanto para algas frescas (Fig. 2A) como para comida artificial (Fig. 2B), en el caso de la zona basal claramente la herbivoría directa tuvo un efecto inductor de las defensas, lo que fue confirmado para algas frescas y comida artificial tanto en experimentos de elección (Fig. 3A-B) como no elección (Fig. 3C-D). Estos resultados confirman la presencia de defensas inducibles en zonas basales de *G. kunthii* reportada anteriormente por Macaya et al. (*en revisión*), ya que esta zona representa el lugar de soporte para el talo completo, similares resultados han sido demostrados para *Sargassum filipendula* por Taylor et al. (2002). Este corresponde al primer estudio que demuestra defensas inducibles en condiciones naturales, lo cual permite concluir una activa participación de esta especie en la interacción planta-herbívoro.



**Figura 1.** Esquema del experimento de inducción utilizado. (A) *Glossophora kunthii* cubierta por la malla de exclusión de herbívoros y (B) Diferentes niveles de herbivoría utilizados, HD=Hervivoría directa, HI= Hervivoría indirecta, PH=Presencia de herbívoros, HN=Herbivoría natural y C=control sin herbívoros.



**Figura 2.** Consumo de partes medias de *Glossophora kunthii* por el anfípodo *Parhyalella ruffoi* luego de los experimentos de inducción en terreno. Experimentos de no elección utilizando alga fresca (A) y alimento artificial (B). Barras de error representan + 1 D.S. (n=5 replicas para cada tratamiento). Para abreviaciones vea Figura 1.



**Figura 2.** Consumo de partes basales de *Glossophora kunthii* por el anfípodo *Parhyalella ruffoi* luego de los experimentos de inducción en terreno. Experimentos de no elección utilizando alga fresca (A) y alimento artificial (B). Experimentos de elección utilizando alga fresca (C) y alimento artificial (D). Barras de error representan + 1 D.S. (n=5 replicas para cada tratamiento). \* indica tratamientos significativamente diferentes. Para abreviaciones vea Figura 1.

## Referencias

- Cronin, G. 2001. Resource Allocation in Seaweeds and Marine Invertebrates: Chemical Defense Patterns in Relation to Defense Theories. In: McClintock, J. and Baker W. (Eds.), Marine Chemical Ecology. CRC Press, Boca Raton, pp. 325–353.
- Cronin, G. & M.E. Hay. 1996. Induction of seaweed chemical defenses by amphipod grazing. *Ecology* 77: 2287-2301.
- Foster, M.S. 1992. How important is grazing to seaweed evolution and assemblage structure in the North- east Pacific?. In: John, D. M., Hawkind, S. J. And Price J. H. (Eds.), Plant –Animal Interactions in the Marine Benthos. Oxford University Press. pp. 61-86.
- Hay, M.E. 1996. Marine chemical ecology: What is known and what is next? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 200:103-134.

- Hay, M. E. & W. Fenical. 1988. Marine Plant-Herbivore Interactions: The Ecology of Chemical Defense. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19:111-145.
- Lubchenco, J. & S.D. Gaines. 1981. A unified approach to marine plant-herbivore interactions. I. Populations and communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12:405-437.
- Macaya, E. E. Rothäusler, M. Thiel, M. Molis & Martin Wahl. Induction of defences and within-plant variation on palatability in two brown algae from the northern-central coast of Chile: effects of mesograzers and UV radiation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* (*en revision*)
- Pavia, H. & B.G. Toth. 2000. Inducible chemical resistance to herbivory in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*. *Ecology* 81:3212-3225.
- Taylor, R.I., E Sotka & M.E. Hay. 2002. Tissue-specific induction of herbivore resistance: seaweed response to amphipod grazing. *Oecologia* 132: 68-76.