



¿ Por qué los arrecifes de coral necesitan herbívoros?

Manuel F. Olmeda Saldaña

Departamento de Ciencias Marinas

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

Simposio/Taller / Importancia, Condición y Manejo de los Arrecifes de Coral

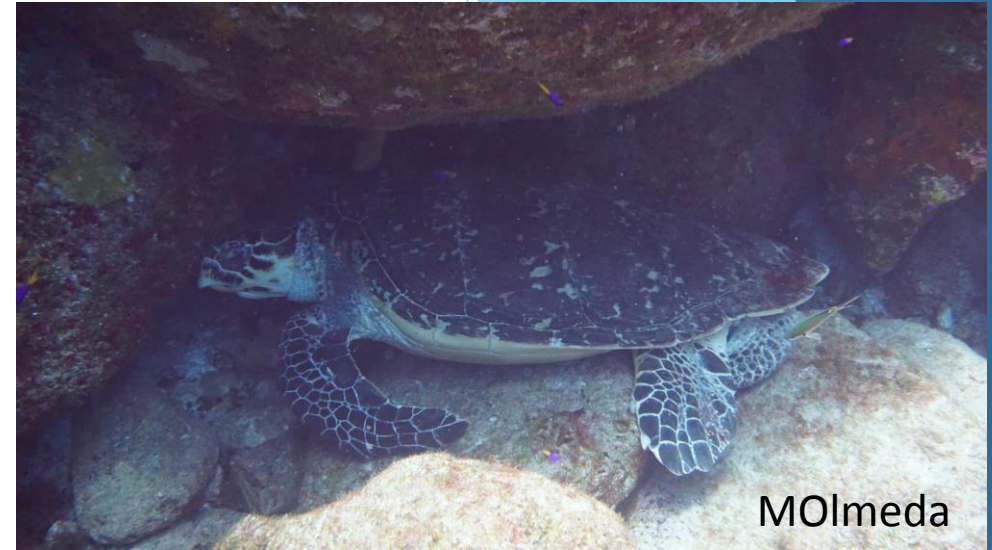
21 de Junio de 2018

Bosquejo

- ▶ Herbívoros importantes de los arrecifes de coral
- ▶ Efecto de las algas en los arrecifes de coral
- ▶ Evento de mortandad de erizo negro de espinas largas (*Diadema antillarum*)
- ▶ Proyecto de restauración de poblaciones de *D.antillarum*
- ▶ Estudio de efectos de herbívora de *D.antillarum* en los arrecifes de coral

¿Que son herbívoros?

- ▶ Dieta consiste de plantas.
- ▶ Hierbas marinas y algas.
- ▶ Tortugas
 - ▶ (Carey de Concha (*Eretmochelys imbricata*))
- ▶ Manati caribeño (*Trichechus manatus*)
- ▶ ¿ Qué herbívoros son importantes para los arrecifes de coral?



Herbívoros mas importantes de los arrecifes de coral



Pez cirujano(*Acanthurus tractus*)



Pez doctor(*Acanthurus chirurgus*)

Herbívoros mas importantes de los arrecifes de coral

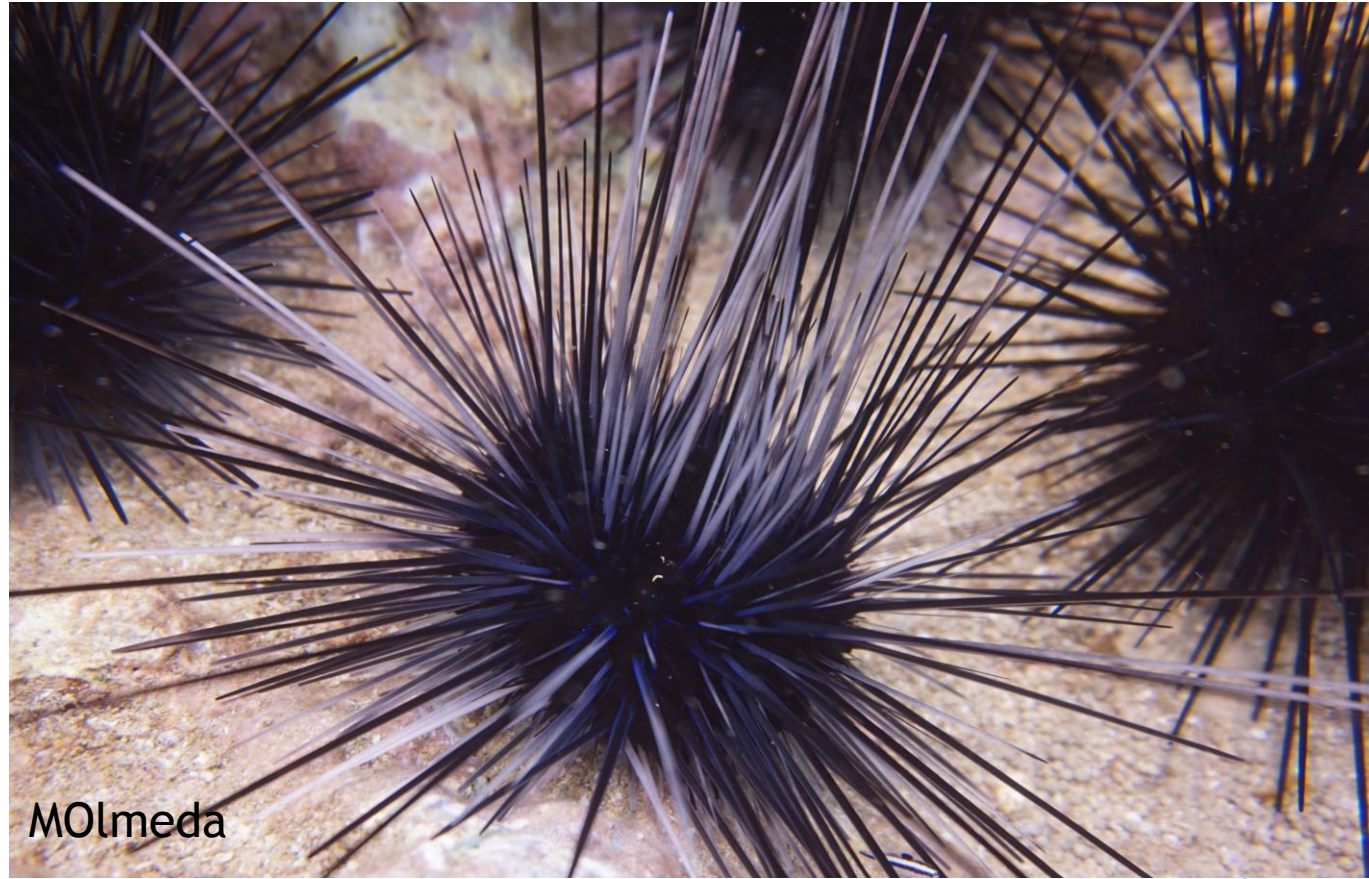


Loro chaporra (*Sparisoma viride*)



Loro manchado (*Sparisoma viride*)

Herbívoros mas importantes de los arrecifes de coral



MOImeda

Erizo negro de espinas largas (*Diadema antillarum*)

Herbívoros mas importantes de los arrecifes de coral



MOLmeda

Erizo blanco (*Tripneustes ventricosus*)



MOLmeda

Erizo de arrecife (*Echinometra viridis*)

Algas

- ▶ Protistas, no son plantas como las hierbas marinas
- ▶ Crecen rápido y son alimento para muchas especies marinas
- ▶ Algunas especies son indicadores para que otros organismos se asienten



Algas

- ▶ Tres grupos de algas:
 - ▶ **Alga verde (Chlorophyta):** *Halimeda opuntia*, , *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Spirogyra*, *Ulva*.
(<http://www.seaweed.ie/algae/chlorophyta.php>)
 - ▶ **Alga parda(Phaeophyta):***Dictyota bartayresiana*, *Lobophora variegata*, *Laminaria* and *Saccharina*, *Fucus*, *Sargassum muticum*.
(<http://www.seaweed.ie/algae/phaeophyta.php>)
 - ▶ **Alga roja (Rhodophyta):***Palmaria*, *Delesseria*, *Chondrus*, *Ramificaria textilis*
(<http://www.seaweed.ie/algae/rhodophyta.php>)



O.Lopez

Arrecife saludable vs. no saludable

Arrecife X



Arrecife Y



¿ Las algas son malas?

▶ Si hay densidades alta

¿Por qué hay muchas algas en los arrecifes de coral?

▶ Tormentas o huracanes

▶ Eutroficación

▶ Sobrepesca

▶ Crecimiento mas rápido que arrecifes de coral

▶ Un problema adicional...

Problemas actuales de los arrecifes de coral

- ▶ Blanqueamiento
- ▶ Acidificación de océanos
- ▶ Calentamiento Global
- ▶ Enfermedades
- ▶ Sobrepesca
- ▶ Eutroficación
- ▶ **Crecimiento de macroalgas**



M.Olmeda

Tiburón de arrecife(
Carcharhinus perezii)



Mero cabrilla(*Epinephelus
guttatus*)



Damiselas



Stegastes planifrons

Arrecife saludable vs. no saludable

Arrecife saludable

- ▶ Alta diversidad de organismos
 - ▶ Muchas corales
- ▶ Muchas peces y otros organismos
- ▶ No muchas algas

Arrecife no saludable

- ▶ Diversidad es baja
 - ▶ Pocos corales
 - ▶ Pocos peces
 - ▶ Muchas algas
- ▶ Corales no están saludables (blanqueamiento)

Plaga blanca tipo II

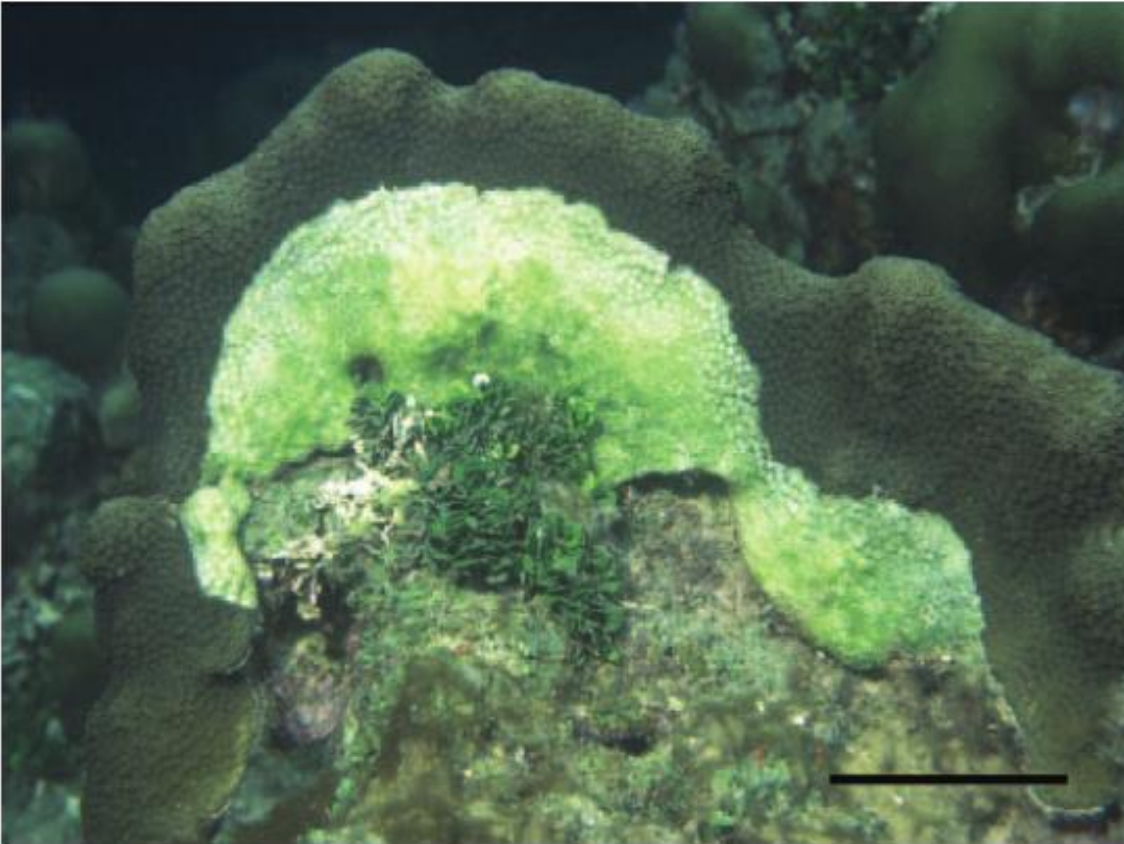


Figure 1 White plague on colony of the Caribbean reef-building coral *Montastraea faveolata* with the green alga *Halimeda opuntia* growing at the point of origin of the disease. The central portion of the colony has been recently killed by the disease. Photograph taken at 8 m depth at Carmabi Buoy Zero, Curaçao. Scale bar: 10 cm (Photo by M. Nugues).

Nugues M. et al. 2004

Hipoxia

2 K. L. Barott *et al.* *Competition between corals and algae*

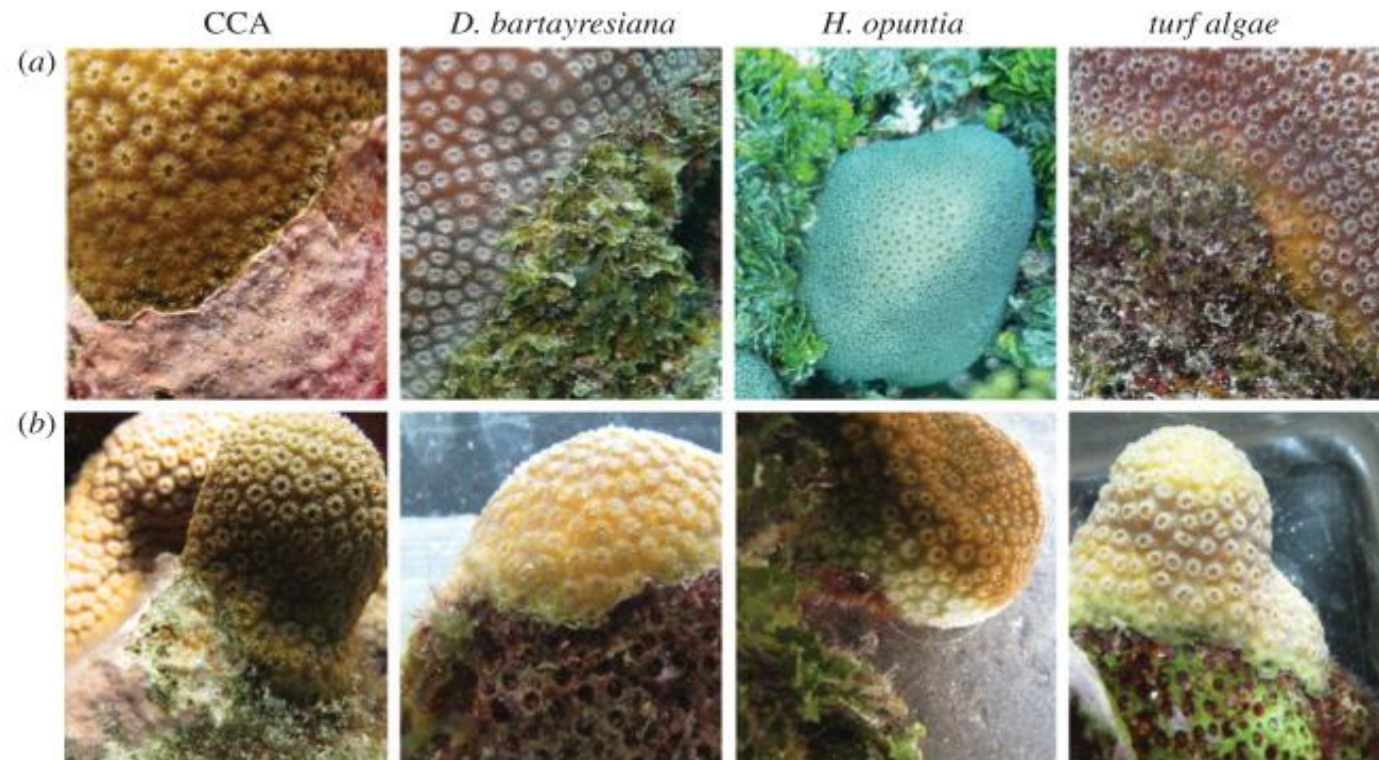


Figure 1. Typical interaction zones between the coral *Montastraea annularis* and the four types of algae examined. (a) Intact interactions and (b) interactions after algal removal.

(Barrot *et al.* 2012)

Inhibición de crecimiento

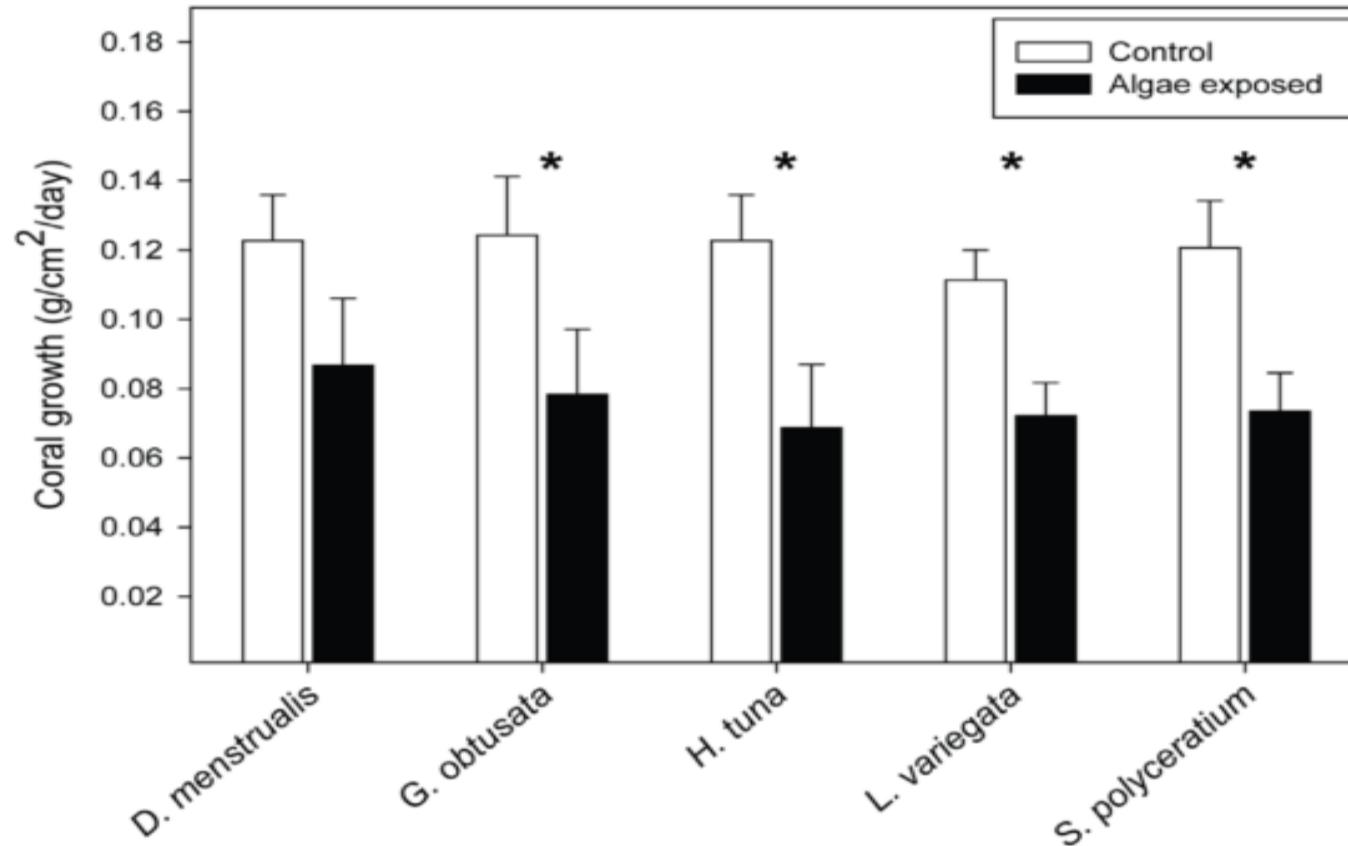
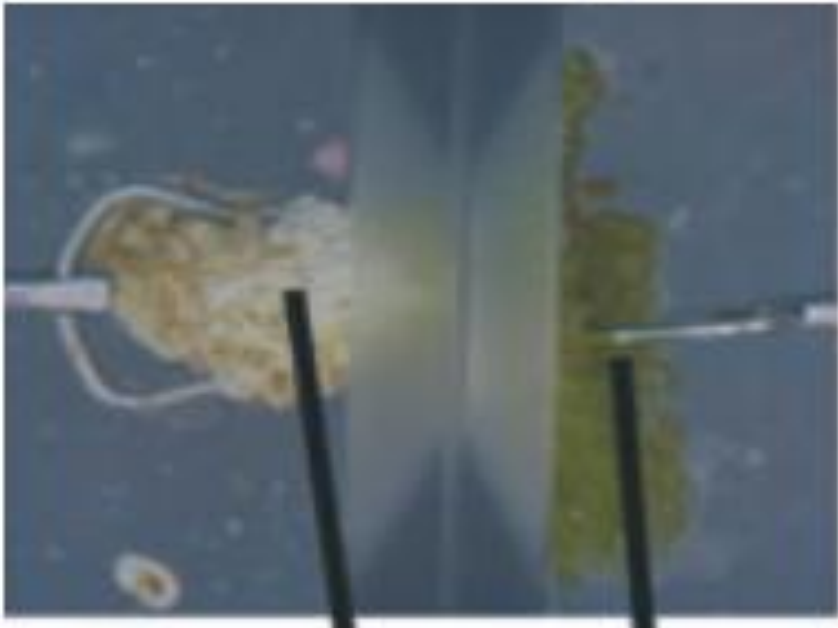


Figure 1. Effects of treatments on coral growth. Comparisons of growth rates (means \pm SE) between corals competing with one of five macroalgal species vs. control corals. Each algal treatment in the block design had its own paired controls that had no algae. The number of controls were constant among treatments except when lost due to storm damage; in that instance the corresponding control was removed from the analysis. Statistics are from paired t-tests. *P*-values are based on Bonferroni-Holm correction for multiple comparisons with the controls. * $p < 0.05$. doi:10.1371/journal.pone.0044246.g001

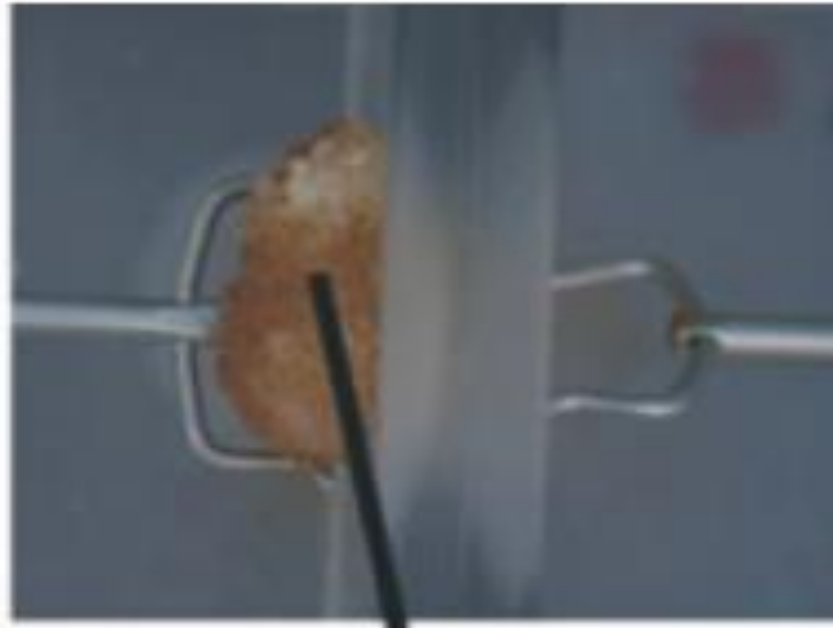
(Titlyanov, E. A, et al. 2007)

Efectos indirectos

Coral & Algae



Coral alone



(Smith, J. E., et. al 2006)

Diadema antillarum, Philippi 1845

- ▶ Especie clave
- ▶ Distribuido en el Caribe occidental
- ▶ Habitan diferentes ecosistemas
- ▶ Movimiento nocturno
- ▶ Gregario
- ▶ Territoriales



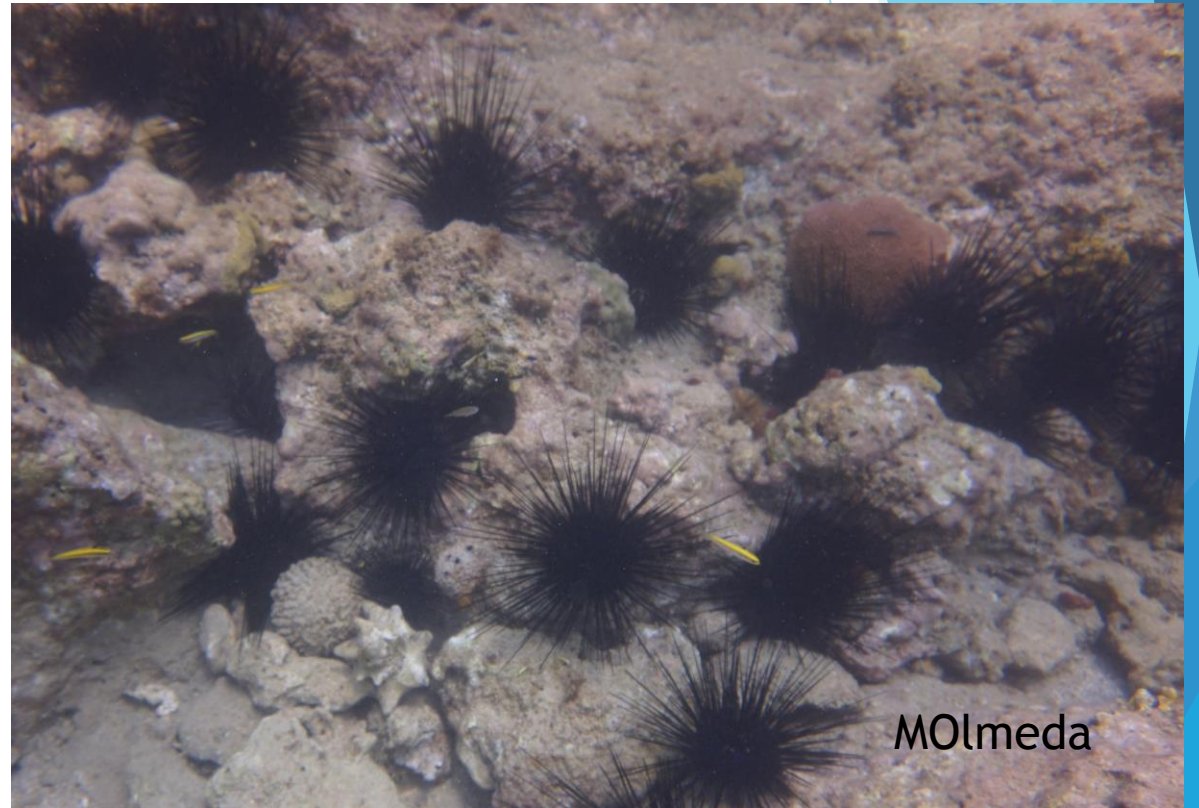
(McClanahan & Muthiga, 2007; Ogden & Carpenter, 1987), (Robert C Carpenter, 1984; Tuya, Martin, & Luque, 2004

Evento de mortandad

- ▶ 1983
- ▶ Primer reporte en Panamá(H. a Lessios, Robertson, & Cubit, 1984)
- ▶ 98-100% mortalidad en el Caribe(H. A. Lessios, 2016)
- ▶ Consecuencia mas crítica fue reducción de pastoreo(“grazing”). (Mumby, 2006)
- ▶ Condiciones favorable para crecimiento de algas(Bruno, Sweatman, Precht, Selig, & Schutte, 2009)

Pre-evento de mortandad

- ▶ Investigación biológica comienza para reducir
- ▶ Especie nociva
- ▶ 4-40 x m² pre-evento mortandad
- ▶ Se especula que la sobrepesca de depredadores dio lugar a altas densidades.

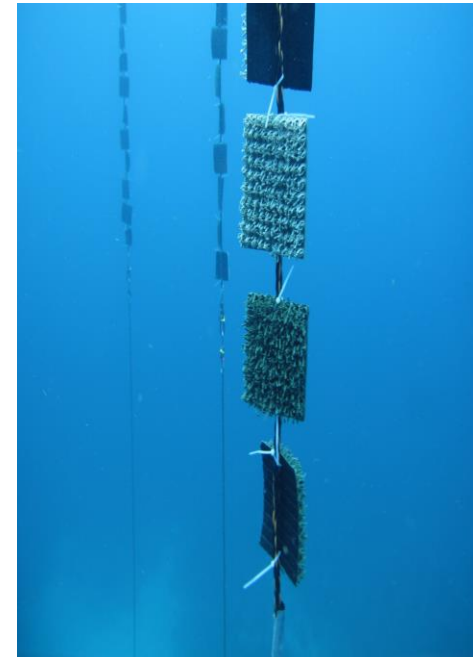
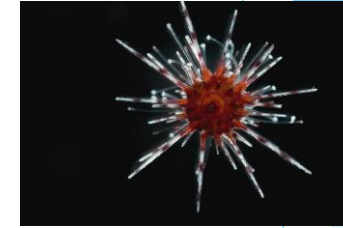


Post-Evento de mortandad

- ▶ 30 años después: recuperación modesta(H. A. Lessios, 2016)
- ▶ Las densidades de población son aproximadamente el 12% de las anteriores a la extinción (H. A. Lessios, 2016)

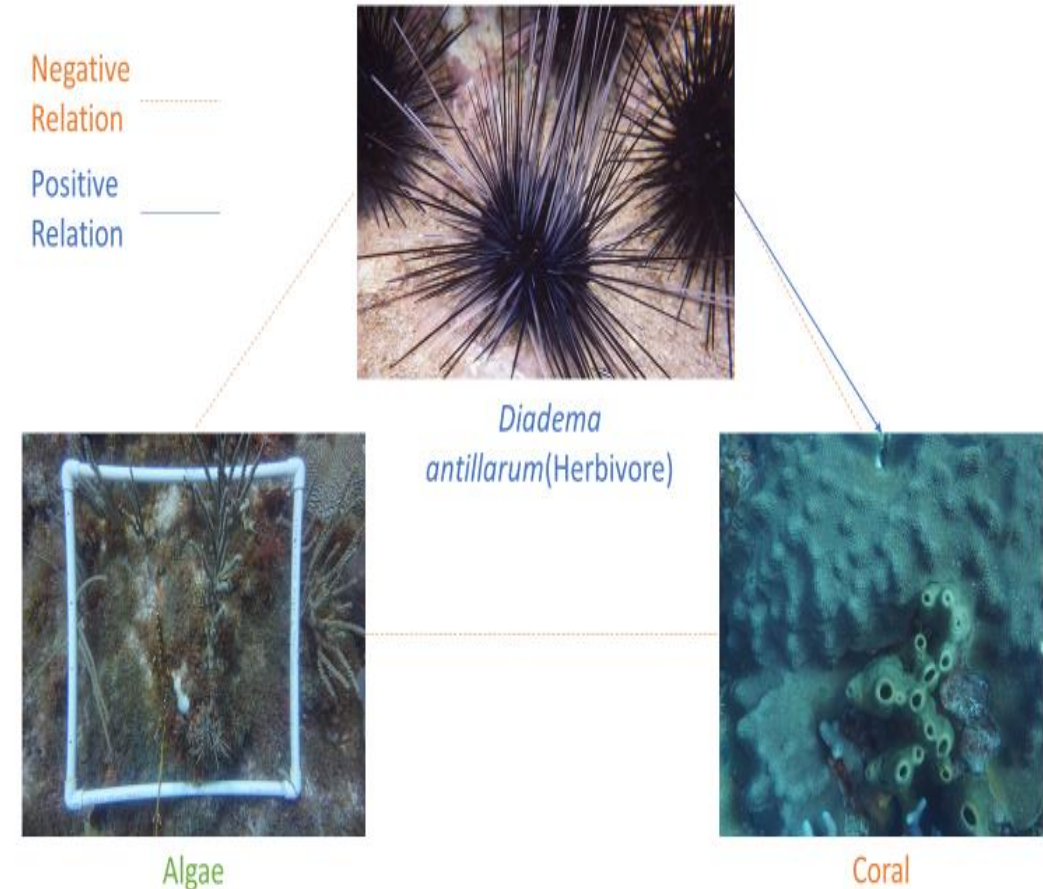
Ciclo de vida y método de cultivo

- La historia de vida de *Diadema* es complejo
 - Adultos liberan los gametos en el agua
 - Etapa de plancton
 - Etapa de asentamiento (los bebes)
 - Adultos
- Se colectan los bebes de *Diadema*
- Se transfieren al laboratorio
- Los bebes se crían en tanques
- Los erizos adultos se transfieren al arrecife



Hipótesis

- ▶ Esperamos:
 - Disminución de cobertura de algas
 - Aumento en sustrato de reclutamiento de corales
- ▶ 75% de estudios son experimentos observacionales
- ▶ 25% experimentos manipulativos (encontre Pseudoreplicación)
- ▶ La falta de manipulación experimental o demasiado viejo



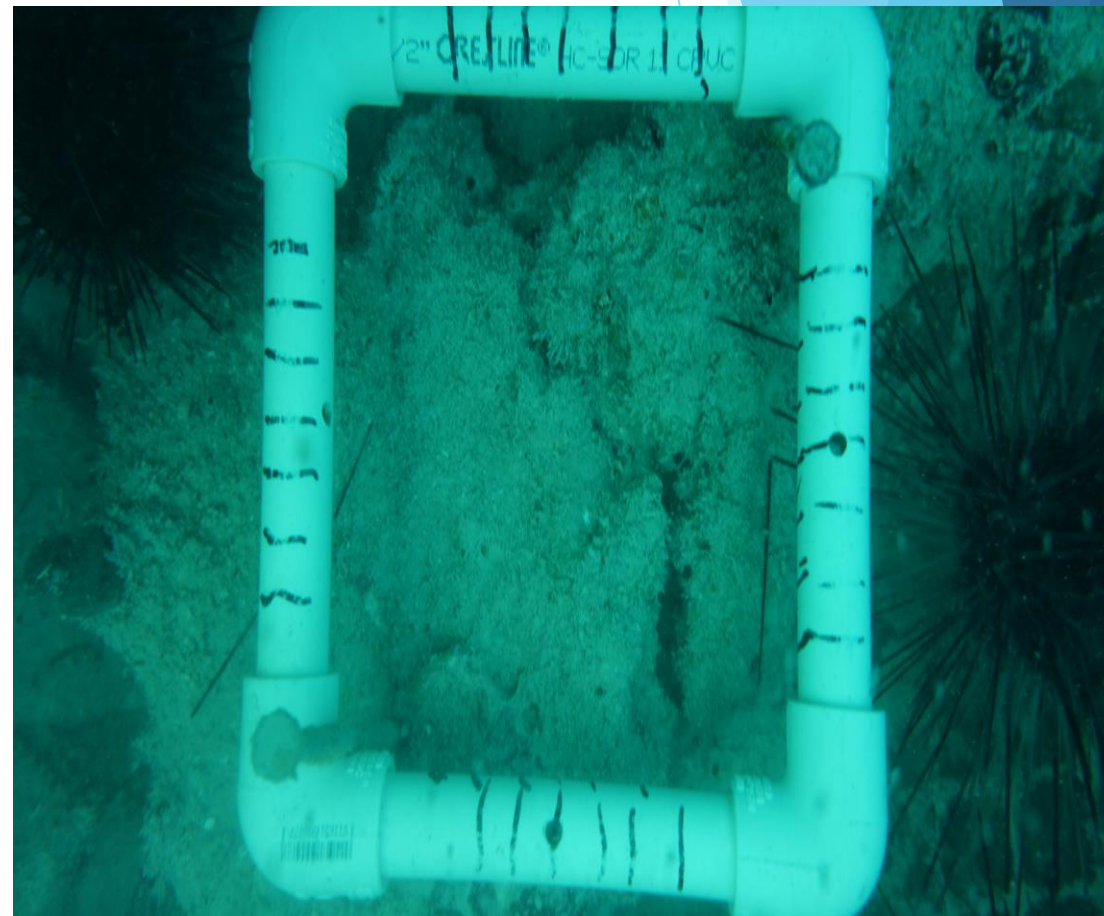
Diseño experimental

- ▶ 21 jaulas por sitio(3 controles)
 - ▶ 2 sitios
 - ▶ 9 rugosos
 - ▶ 9 flats
- ▶ 11.6ft largo = 1 metro cuadrado
- ▶ “PVC Coated Poultry netting”
- ▶ “Plastic Black Hardware Net”
- ▶ Manipular densidades
 - ▶ 1/5/10 erizo(s) por jaula
- ▶ Manipular rugosidad
 - ▶ Alta y baja.



¿ Qué quiero encontrar?

- ▶ ¿ Densidad optima?
- ▶ Contribuir datos de restauracion a manejadores de reservas marinas.
- ▶ Comprobar si *D.antillarum* puede actuar como “biocontrol” de algas.
- ▶ Priorizar restauracion de poblaciones de *D.antillarum*.



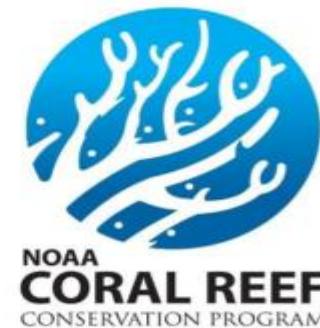
¿ Por qué los arrecifes de coral necesitan herbívoros? (Adam et al., 2015)

- ▶ No todos los herbívoros son idénticos.
 - ▶ Loros
 - ▶ Cirujanos
 - ▶ Erizos
- ▶ Efectos de las algas:
 - ▶ Competencia por sustrato
 - ▶ Enfermedades
 - ▶ Hipoxia
 - ▶ Vector patógenos
 - ▶ Inhibición de crecimiento

**Managing herbivores for their impacts on Caribbean coral reef ecosystems:
A summary report for managers and practitioners**

Prepared for NOAA's Coral Reef Conservation Program

Thomas C. Adam, Deron E. Burkepile, Benjamin I. Ruttenberg, and Michelle J. Paddack



¿ Por qué los arrecifes de coral necesitan herbívoros?

(Adam et al., 2015)

- ▶ La herbívora es un proceso clave para los arrecifes de coral ya que pueden excluir las algas que tienen efectos negativos en el crecimiento, asentamiento y sobrevivencia.
- ▶ Estos beneficios son más efectivos en casos que otros estresores como sedimentación y contaminación sean limitados.
- ▶ El erizo negro de espina larga, *Diadema antillarum*, es muy efectivo controlando algas y facilitando condiciones para corales. Pero, no muchas poblaciones se han recuperado después del evento de la mortandad del 1983.
- ▶ Esto crea un desafío continuo de gestión para mantener la calidad del hábitat bentónico en los arrecifes del Caribe

Agradecimientos

- ▶ Graduate committee:
 - ▶ Stacey Williams PhD
 - ▶ Juan J. Cruz Motta PhD
 - ▶ Ernesto Weil PhD
- ▶ Tania Metz Estrella



References

- ▶ Adam, T. C., Burkepile, D. E., Ruttenberg, B. I. & Paddock, M. J. (2015) *Managing Herbivores for Their Impacts on Caribbean Coral Reef Ecosystems : A Summary Report for Managers and Practitioners*.
- ▶ Barott, K. L., Rodriguez-Mueller, B., Youle, M., Marhaver, K. L., Vermeij, M. J. a., Smith, J. E., & Rohwer, F. L. (2012). Microbial to reef scale interactions between the reef-building coral *Montastraea annularis* and benthic algae. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1733), 1655-1664. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2155>
- ▶ Hughes, T. P., Graham, N. A. J., Jackson, J. B. C., Mumby, P. J., & Steneck, R. S. (2010). Rising to the challenge of sustaining coral reef resilience. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(11), 633-642. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.07.011>
- ▶ Nugues, M. M., Smith, G. W., Van Hoodonk, R. J., Seabra, M. I., & Bak, R. P. M. (2004). Algal contact as a trigger for coral disease. *Ecology Letters*, 7(10), 919-923. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00651.x>
- ▶ Smith, J. E., Shaw, M., Edwards, R. A., Obura, D., Pantos, O., Sala, E., ... Rohwer, F. L. (2006). Indirect effects of algae on coral: Algae-mediated, microbe-induced coral mortality. *Ecology Letters*, 9(7), 835-845. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00937.x>
- ▶ Titlyanov, E. A., Yakovleva, I. M., & Titlyanova, T. V. (2007). Interaction between benthic algae (*Lyngbya bouillonii*, *Dictyota dichotoma*) and scleractinian coral *Porites lutea* in direct contact. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342(2), 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.11.007>
- ▶ Vega Thurber, R., Burkepile, D. E., Correa, A. M. S., Thurber, A. R., Shantz, A. A., Welsh, R., ... Rosales, S. (2012). Macroalgae Decrease Growth and Alter Microbial Community Structure of the Reef-Building Coral, *Porites astreoides*. *PLoS ONE*, 7(9), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044246>