



Financiado por
la Unión Europea

EUCDs COL01: Soluciones basadas en la naturaleza para la
adaptación al cambio climático en ciudades costeras y sistemas
insulares en Colombia



MEJORES PRÁCTICAS DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ARRECIFES CORALINOS

Anastazia T. Banaszak



CEMarin

ZMT
LEIBNIZ-ZENTRUM
für Marine Tropenforschung



IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



CORALIUM

18 de enero del 2024



Mejores prácticas de soluciones basadas en la naturaleza: arrecifes coralinos

Anastazia T. Banaszak

Arrecifes coralinos

Estructuras subacuáticas construidas principalmente por corales



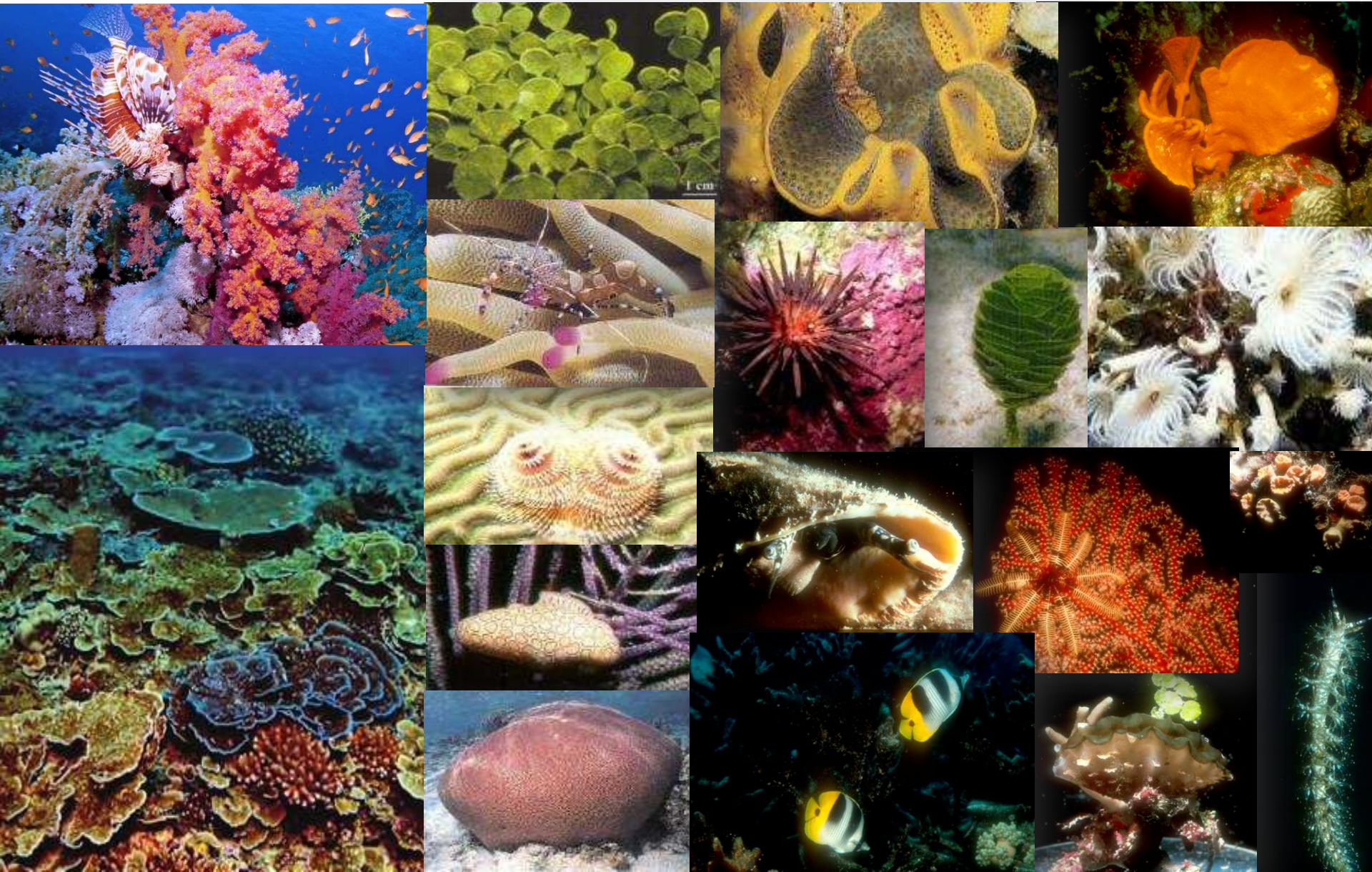
Foto: Lorenzo Álvarez Filip

- Estructuras geológicas
- Distribución tropical
- Aguas transparentes
- Valor: \$36 billones USD/año
- 600 millones de personas dependen directamente
- La mayoría en países de ingresos limitados



Ecosistema megadiverso

25% especies marinas
Ocupan < 1% del superficie oceánico



Forman barreras someras que reducen el oleaje y protegen las costas, playas y construcciones



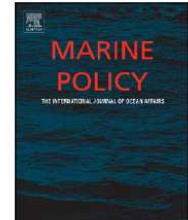
Importancia de arrecifes para turismo



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Marine Policy

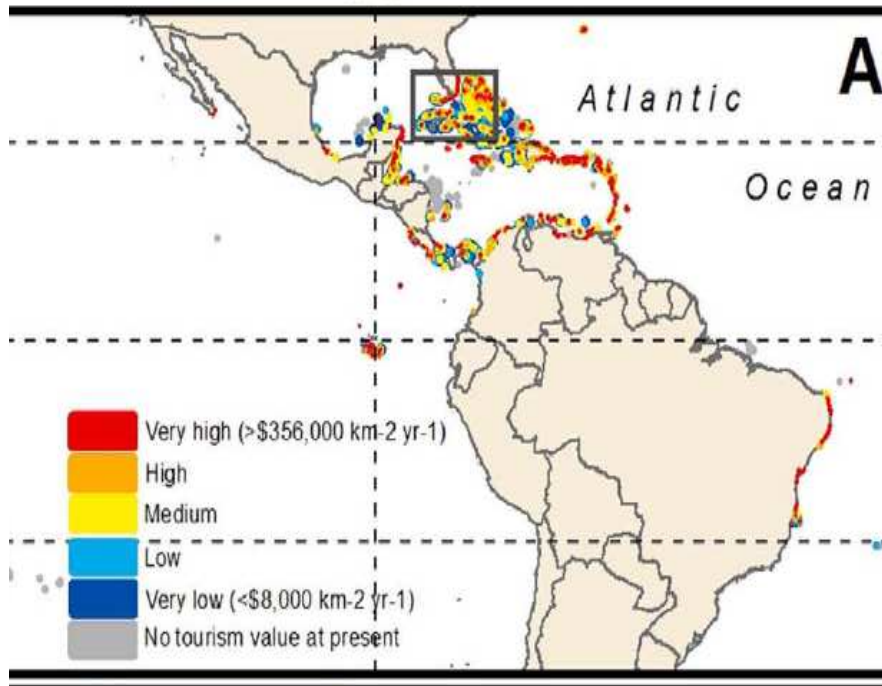
journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpol



Mapping the global value and distribution of coral reef tourism



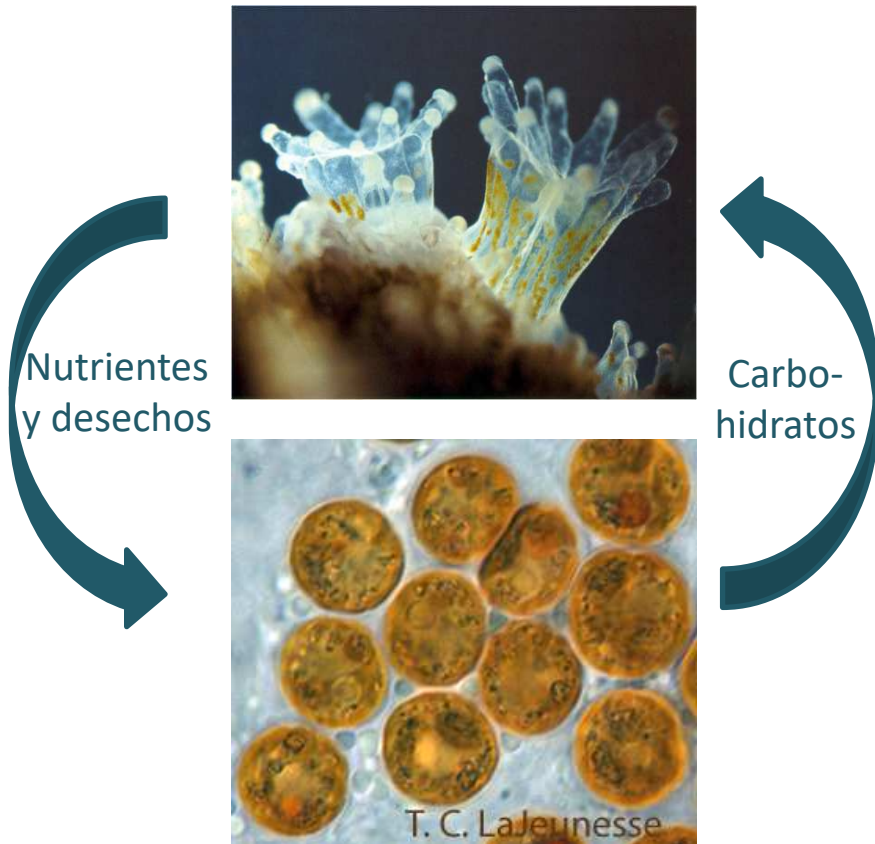
Mark Spalding^{a,*}, Laretta Burke^b, Spencer A. Wood^{c,d}, Joscelyne Ashpole^{e,1}, James Hutchison^{e,2},
Philine zu Ermgassen^{e,f,3}



Valor total del turismo asociado
a arrecifes en México:
\$3,000 Millones USD/año

¿Que es un coral?

- Animal (filo cnidaria) que produce un esqueleto
 - Forma simbiosis con microalgas y muchos otros microbios
 - Eficiente reciclaje entre ellos
- Blanqueamiento (expulsión de simbiontes)
 - Incremento en temperaturas superficiales del mar
 - Corales viven cerca de su límite térmico



Importancia de *Acropora palmata* (Coral Cuerno de Alce)

Crece rápido,
forma la base
del arrecife y
la cresta
arrecifal

Estructura
compleja
crea hábitat

Es una especie clave en la
construcción de arrecifes en
el Caribe

Fotos: Sandra
Mendoza
Quiroz



Acropora palmata provee hábitat y refugio



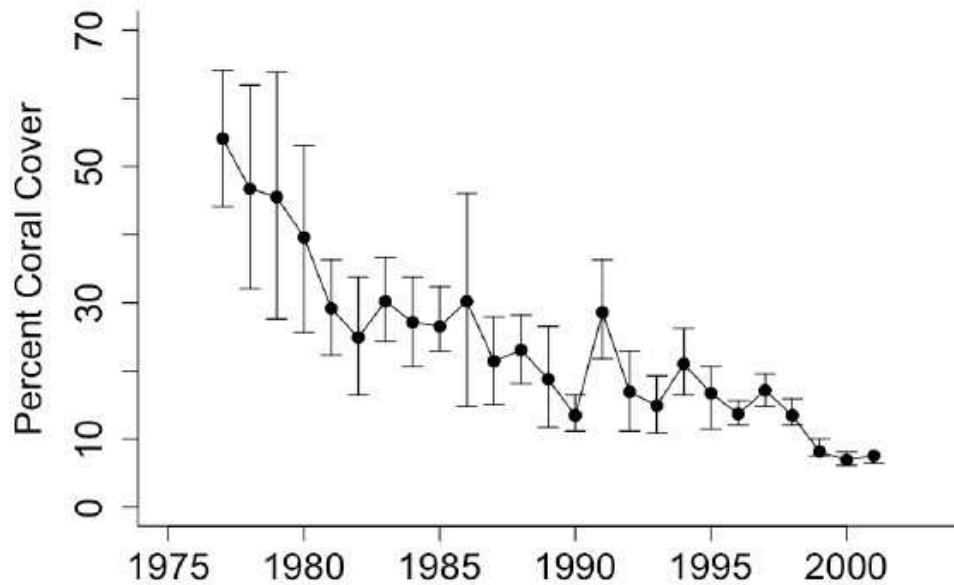
- Sobre el coral
- Sobre el primer nivel
- En el primer nivel
- Entre las ramas
- La base del coral



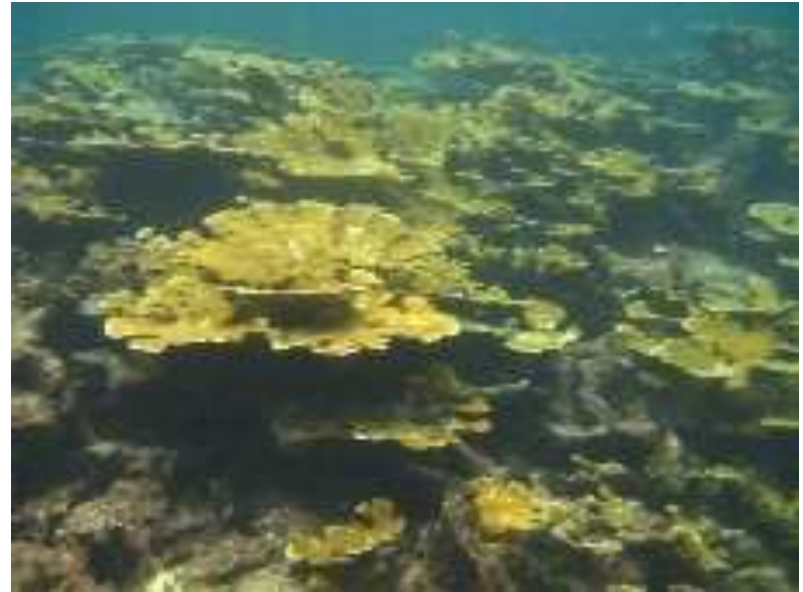
Datos: Gandhi Ramírez
Tesis de Licenciatura

Foto: Gandhi Ramírez

Estatus de *Acropora palmata*: ¿Qué tanto hemos perdido en las últimas décadas?



Gardner *et al.* 2003 Science



Colapso estructural y funcional del
ecosistema arrecifal

Jackson *et al.* 2014

Estado crítico de *Acropora palmata* y *A. cervicornis*

- CITES Apéndice II
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: lista roja de especies amenazadas
- Norma Oficial Mexicana (NOM-059) con protección especial



CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES
OF WILD FAUNA AND FLORA



Appendices I, II and III

NOT EVALUATED	DATA DEFICIENT	LEAST CONCERN	NEAR THREATENED	VULNERABLE	ENDANGERED	CRITICALLY ENDANGERED	EXTINCT IN THE WILD	EXTINCT
NE	DD	LC	NT	VU	EN	CR	EW	EX

Taxonomy [top]

Kingdom	Phylum	Class	Order	Family
ANIMALIA	CNIDARIA	ANTHOZOA	SCLERACTINIA	ACROPORIDAE

Scientific Name: *Acropora palmata*

Species Authority: (Lamarck, 1816)

Common Name/s:
English – Elkhorn Coral



NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Invertebrados							
FAMILIA	GENERO	ESPECIE	SUBESPECIE	SINONIMIA	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION	CATEGORIA
Acroporidae	Acropora	palmata			cuerno de alce		Pr

2.2.4 Sujetas a protección especial (Pr)

La crisis de los arrecifes coralinos:

Para 2050: Pérdida de 70-90% de
arrecifes a nivel mundial
(Hoegh-Guldberg et al. 2018)

La mayoría de las especies de corales
están en riesgo de extinción (Carpenter et
al. 2008; Actualización de la lista roja de la UICN)



Impulsores de cambio:

Cinco más importantes a nivel global



1. Cambios en el uso de suelo
 - Desarrollo urbano y turístico
 - Agricultura/maricultura
 - Escorrentía/Sedimentación
2. Explotación directa de especies
 - Sobrepesca
3. Cambio climático
 - blanqueamiento
4. Contaminación
 - Nutrientes
 - Plásticos
5. Especies invasivas
 - Pez león
6. Enfermedades
 - Scleractinian Coral Tissue Loss Disease (SCTLD):
 - 20 especies de corales

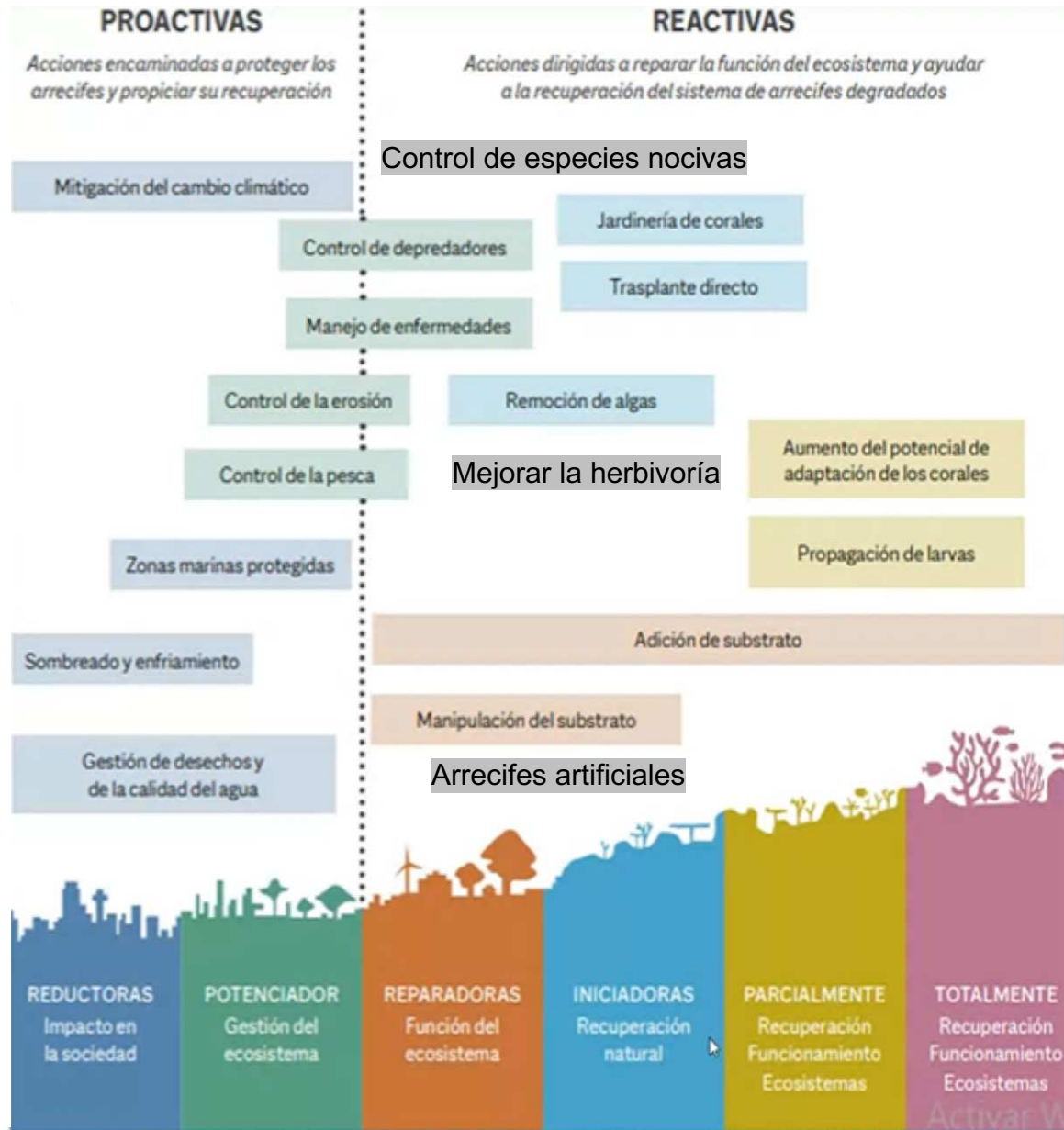


Protección y restauración de arrecifes coralinos

Es el proceso de asistir en la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido.

La restauración ayuda a colocar el ecosistema en una trayectoria hacia la recuperación para que pueda persistir por sí mismo en su estado natural.

Uno de los principales retos es lograr una **restauración efectiva a gran escala** a través de enfoques **efectivos en costos** para restaurar la salud e integridad de un sistema.



Reto: El tamaño del área impactada vs nuestra capacidad para restaurarla en el contexto del cambio climático global

A grandes escalas, probablemente el método de restauración más efectivo es a base de producción de reclutas sexuales (Hardisty et al. 2019)



Escala vs capacidad

3,500,000 hectáreas (2050)

Bayraktarov et al 2020 reportó 1 ha promedio (12 proyectos)
entonces fueron 12 hectáreas intervenidas en el Caribe

No podemos restaurar todo

Escalar métodos
Optimizar efectividad



CORALIUUM

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL
PARA LA CONSERVACIÓN DE ARRECIFES

Investigación

- Ecología de arrecifes coralinos
- Biología de corales escleractinios
- Genética poblacional
- Biología reproductiva
- Desarrollo de etapas tempranas
- Crio-conservación



Aplicación a la restauración

- Optimizar técnicas de restauración
- Escalar la restauración
- Repositorio genético de corales
- Transferir conocimiento
- Comunicar y educar

Ciclo de vida de *Acropora palmata*

Desarrollo Embrionario

Desarrollo Larval

Desove

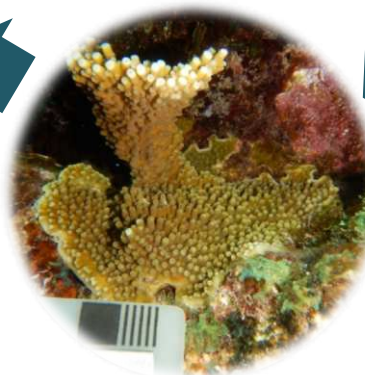
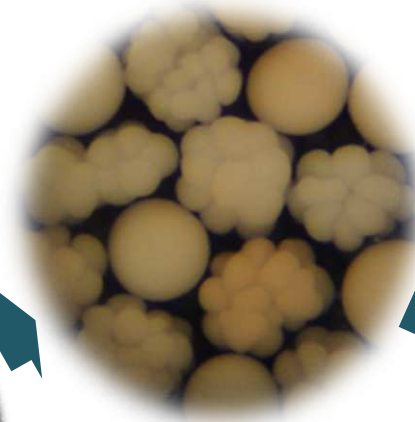
La reproducción sexual permite que los organismos se adapten a cambios en su medioambiente

Crecimiento

Asentamiento

Madurez sexual

Fragmentación



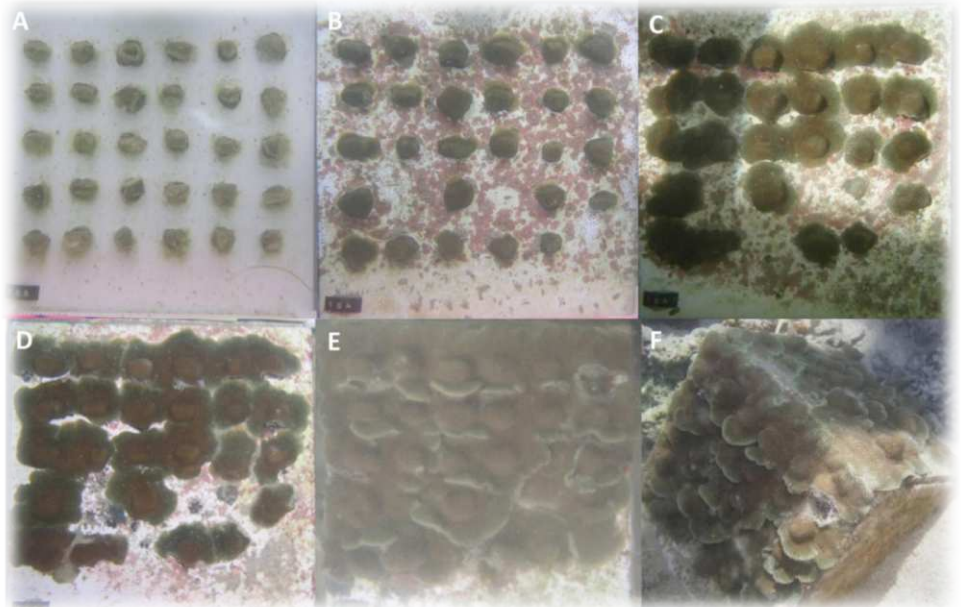
Propagación asexual (fragmentación)

- Inició hace dos décadas con la recolecta de “fragmentos de oportunidad”
- Naturalmente por tormentas o huracanes
- Daño provocado por anclas o encallamientos
- Fragmentos de tamaños variados rescatados del fondo
- Fragmentos podados de colonias donadoras (generalmente reproductoras)
- Mantenidos en viveros protegidos de sedimentación y depredadores
 - *In situ* o *ex situ*
 - Incrementar biomasa y cobertura
- Resultados de sobrevivencia a nivel del Gran Caribe son muy variables a los 5 años (entre 20 y 100% mortalidad)

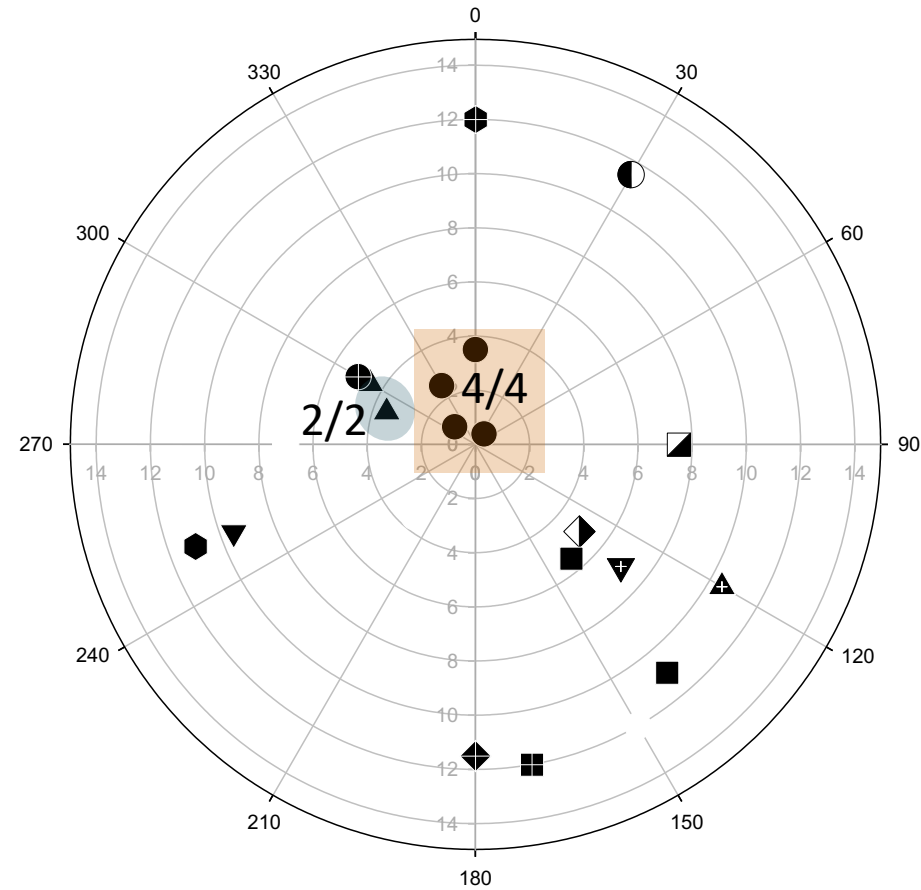
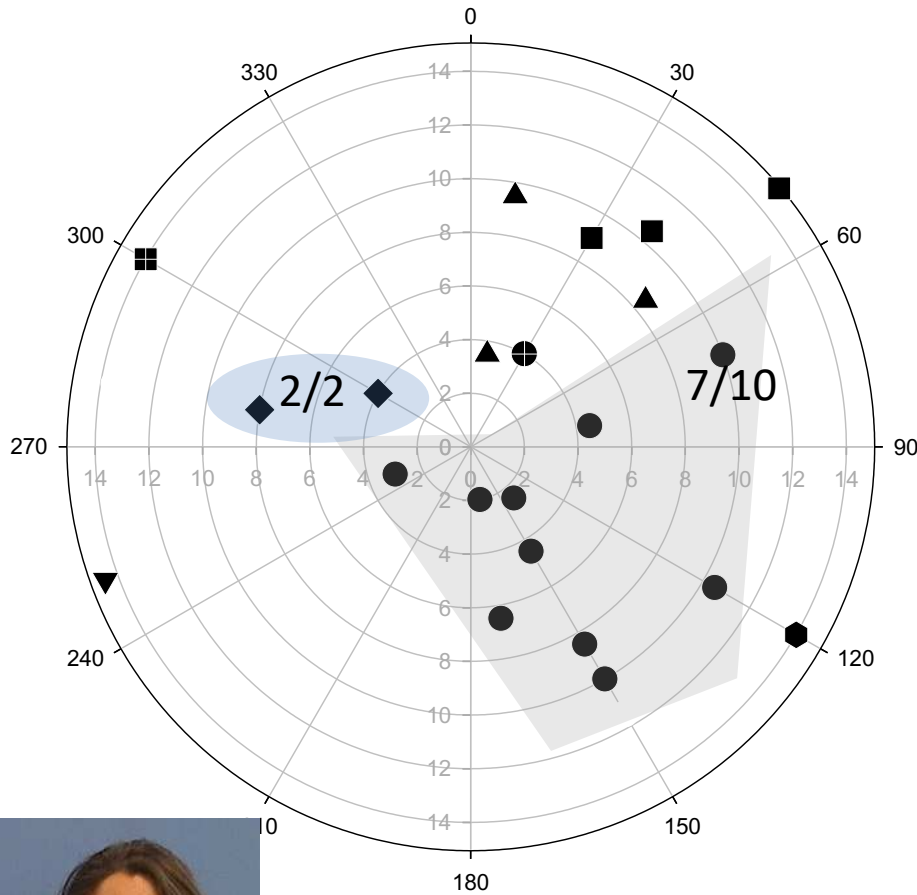


Propagación asexual (microfragmentación)

- Fragmentos de un pólipo hasta < 5 cm recortados con sierra comercial
- Crecen hasta 8 veces más rápido
- Fragmentos de la misma colonia pueden fusionar formando un tapete
- Se puede usar para cubrir estructuras artificiales o bien tapizar colonias muertas
- Generalmente se usa con colonias masivas y reproductoras



Mapas de colonias por genotipo afectadas por síndromes blancos



Datos: tesis de maestría de Kelly Gómez Campo



- Desde 2007, investigamos la **reproducción sexual de corales** en el Caribe
- Aplicamos este conocimiento a la producción de corales para su uso en la **restauración de arrecifes**
- Desarrollamos **técnicas de bajo costo**
- **Capacitamos** interesados en las técnicas



La meta es cerrar el ciclo de vida para que las poblaciones sean reproductivamente viables y autosostenibles y que estos mismos apoyen en su propia restauración



PeerJ Hubs
Published on behalf of



Long-term survival, growth, and reproduction of *Acropora palmata* sexual recruits outplanted onto Mexican Caribbean reefs

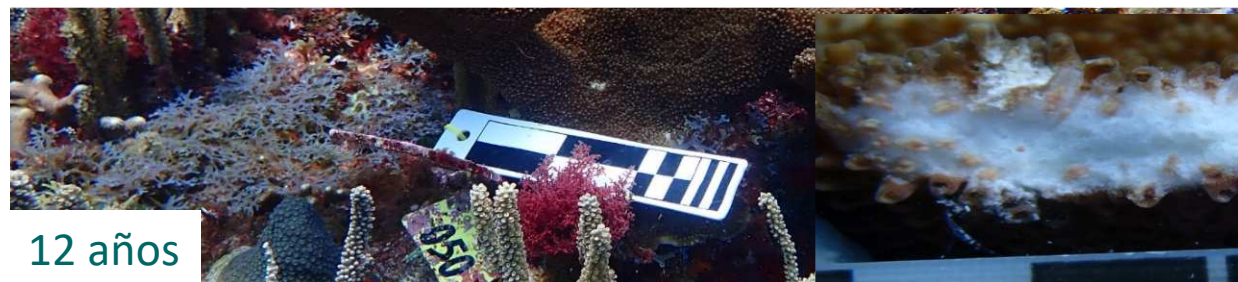
Sandra Mendoza Quiroz^{1,2}, Aurora Urania Beltrán-Torres³,
Maria Victoria Grosso-Becerra², Daniela Muñoz Villareal⁴,
Raúl Tecalco Rentería^{1,2} and Anastazia T. Banaszak²

¹ SECORE International, Miami, FL, United States of America

² Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico

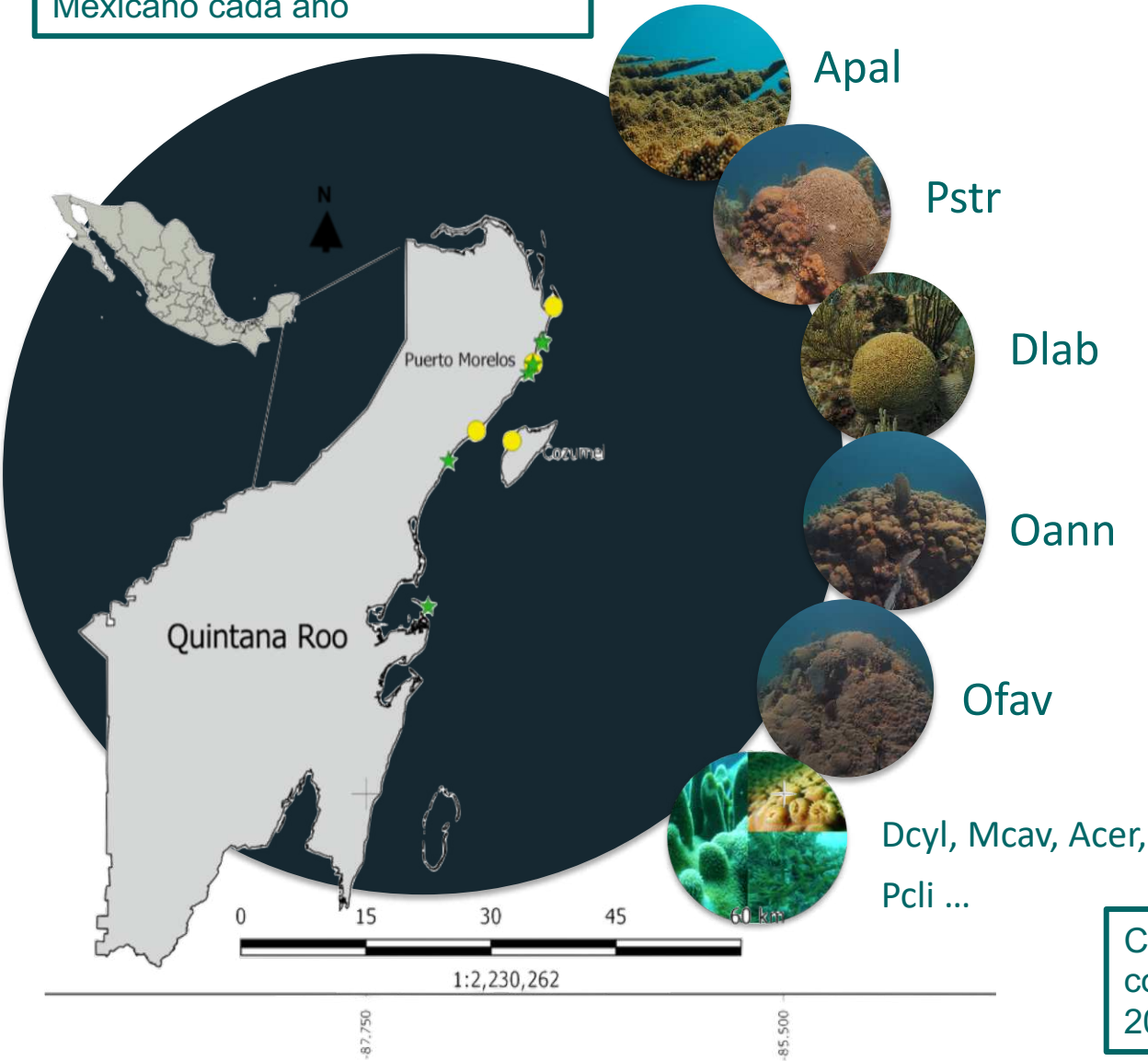
³ Jardín Botánico, El Colegio de la Frontera Sur, Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico

⁴ Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Magdalena, Colombia



Con colaboraciones monitoreamos diferentes especies y sitios

Publicamos las predicciones de desoves de corales para el Caribe Mexicano cada año



Cancún

Puerto Morelos

Punta Venado

Cozumel

Akumal

Punta Allen

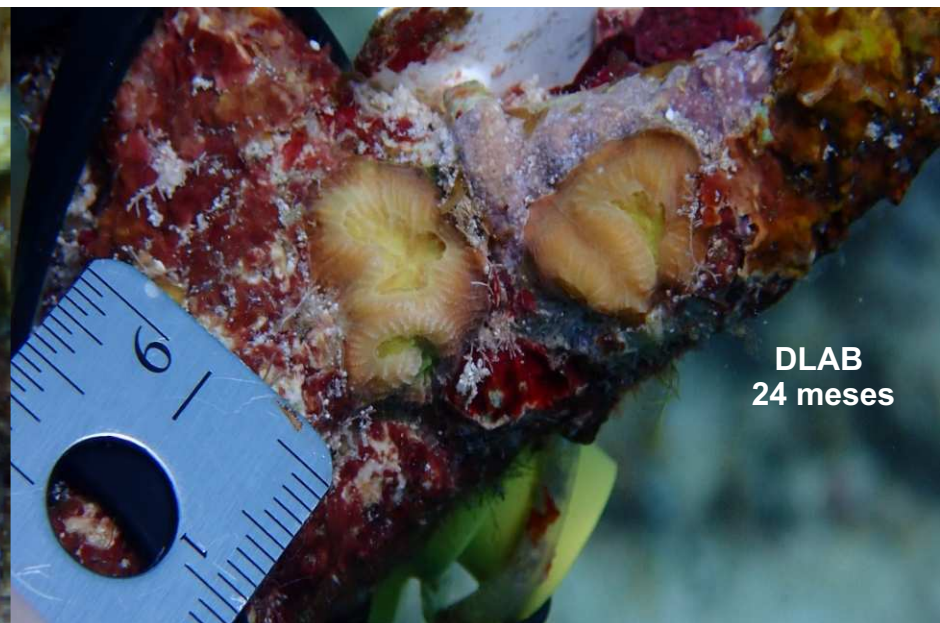
Contamos con datos de desoves de corales del Caribe Mexicano (2007-2023)

Experiencia con el cultivo y siembra de corales masivos:

Orbicella faveolata, *O. annularis*, *Diploria labyrinthiformis*, *Pseudodiploria strigosa*



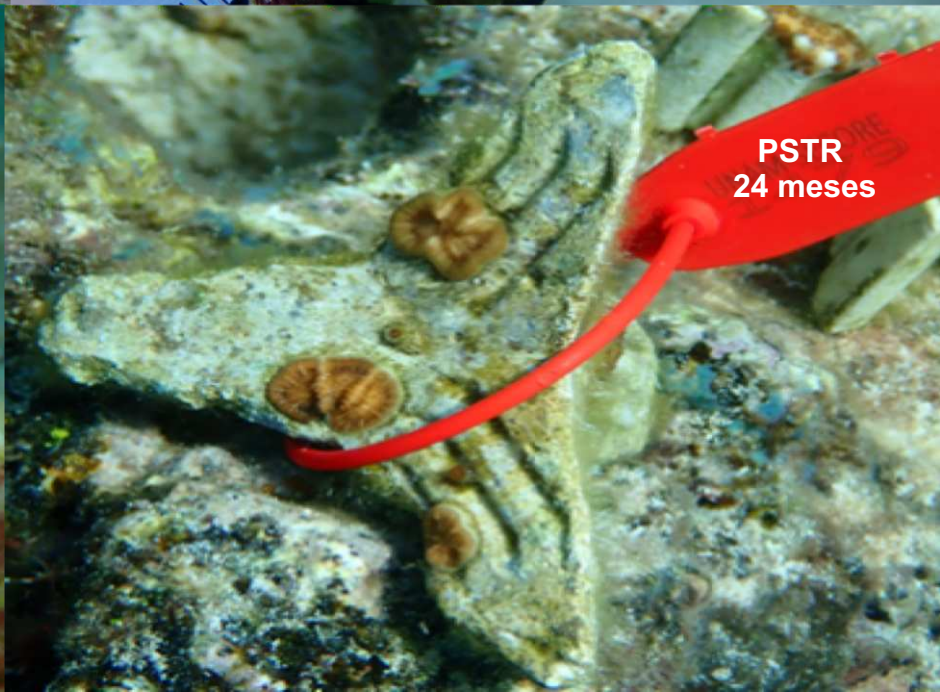
OFAV
18 meses



DLAB
24 meses



OANN
18 meses



PSTR
24 meses

Escalamiento en sistemas ex situ



Capacidad

28 incubadoras

1,600 L

2000 sustratos

>1 millón embriones

200,000 bebés



Engorda de corales en acuarios



Monitoreo y
limpieza de
corales bebés



- **Siembra en arrecifes**

- *Acropora palmata*
- *Orbicella faveolata*
- *Orbicella annularis*
- *Diploria labyrinthiformis*
- *Pseudodiploria strigosa*



Desarrollo de métodos costo-efectivos a escala

Costo:15,000 por año

PROBLEMA: Escala (hectáreas)

OBJECTIVO: Reducir costos

- Limitar tiempo en tierra
- Reducir costos laborales

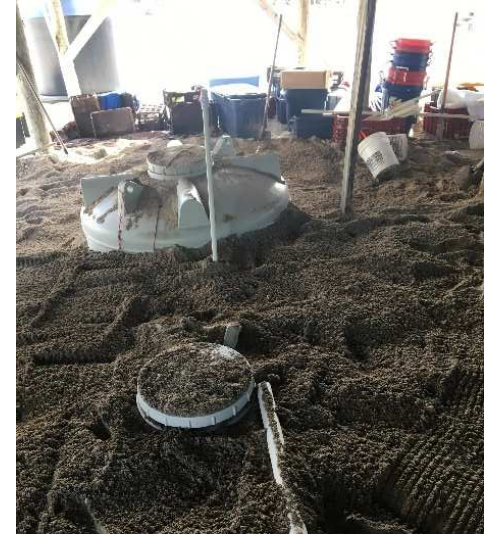
MÉTODO: Siembra a 2-4 semanas

- ✓ Recolecta de gran escala
- ✓ Albercas flotantes
- ✓ Acondicionamiento de sustratos
- ✓ Asentamiento en sustratos que se auto-ancan
- ✓ Siembra y monitoreo



Desarrollo de laboratorios móviles

Costo: \$500 por año



Calabash Caye, Belice

Akumal, México

Cozumel, México

Punta Allen, México

Bayahibe, Republica

Dominicana

Islas Vírgenes (EUA)

Alianza



FUNDACIÓN
Carlos Slim



Biorepositorio Mexicano de Coral

Crio-conservación: Es el proceso para enfriar y almacenar células, tejidos u órganos a temperaturas muy bajas (-196°C) para guardarlos para su uso en el futuro

- Aplicarla a corales
- >1,000 muestras de esperma de coral crio-conservado (6 especies)
- Poblaciones de distintos sitios y ambientes
- Producción de crio-bebes sembrados en arrecifes
- Vitricación de larvas en proceso de desarrollo

Grosso-Becerra et al 2021 Coral Reefs

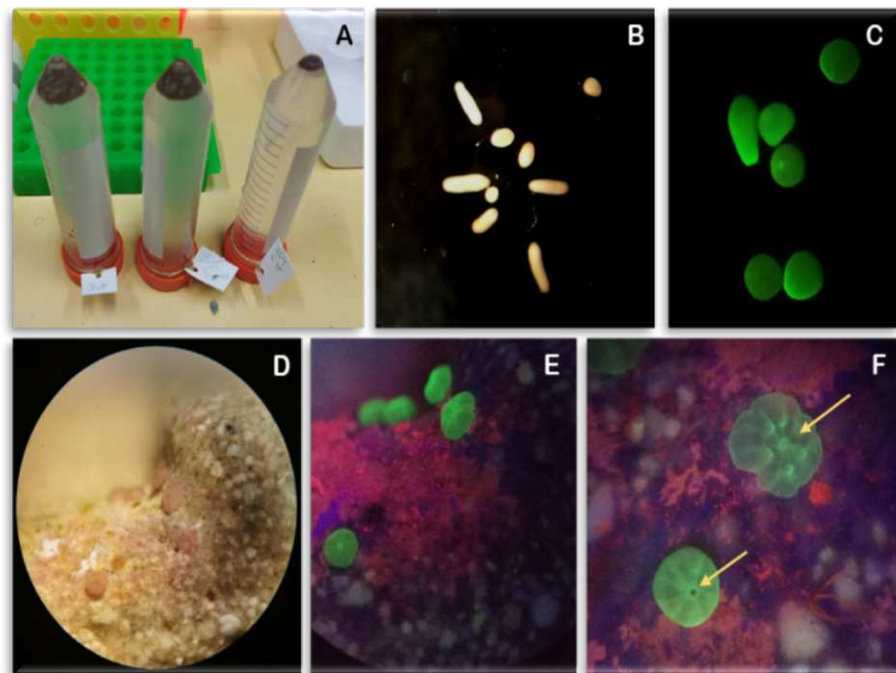


Foto: Ellen Muller



Fotos: Archivo Coralium



CORALIUM

Con el invaluable apoyo de:



secore
international



Ejemplos de la importancia de crio-conservación





- *Diploria labyrinthiformis*
- 9 colonias de un parche

Coral Reefs

<https://doi.org/10.1007/s00338-021-02098-7>

REPORT

Cryopreservation of sperm from the brain coral *Diploria labyrinthiformis* as a strategy to face the loss of corals in the Caribbean

M. V. Grosso-Becerra^{1,3} • S. Mendoza-Quiroz^{1,2} • E. Maldonado³  • A. T. Banaszak¹ 



Paul Selvaggio



Sandra Mendoza Quiroz

- Colonia en el biorepositorio
- Crio-bebes sembrados en el arrecife



Programa Internacional para Fortalecer Capacidades



Comunicación social y educativa

LA VIDA DE UN CORAL



Guía para profesores y alumnos para el estudio de la reproducción sexual de los corales y la restauración de los arrecifes coralinos en Quintana Roo, México.



¿CÓMO SE REPRODUCEN LOS CORALES?

ESTA GUÍA CUENTA CON REALIDAD AUMENTADA

INSTRUCCIONES DE USO

1. Descarga la App CORALUM en tu teléfono o tableta.
2. Pulsa el icono del visor.
3. Enfoca las imágenes señaladas con dicho icono.

¿QUÉ SON LOS CORALES?

¿Animales, plantas o rocas?
¡Los corales son animales! Un pólipos es la unidad básica del coral. Un coral está formado por muchos pólipos y aunque cada uno de ellos es un individuo, juntos forman una colonia. Se consideran organismos sésiles puesto que no pueden moverse de lugar y la colonia está pegada al substrato, es decir, pegada al fondo marino. Los corales duros secretan un



Guía práctica para la restauración con base en la producción de reclutas sexuales de corales con énfasis en *Acropora palmata*



Anastazia T. Banaszak



GUÍA PRÁCTICA PARA LA RESTAURACIÓN CORALINA

CON BASE EN LA PRODUCCIÓN DE RECLUTAS SEXUALES CON ÉNFASIS EN *ACROPORA PALMATA*

Dra. Anastazia T. Banaszak

Laboratorio de Investigación Integral para la Conservación de Arrecifes, Unidad Académica de Sistemas Arrecifales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM.



Alianza



FUNDACIÓN Carlos Slim



Restauración en el contexto del cambio climático global

Reducir las amenazas climáticas globales

- disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero
- aumentar el secuestro de carbono, preferiblemente a través de soluciones basadas en la naturaleza



Mejorar las condiciones locales

- aumentar la protección de los ecosistemas
- mejorar la resiliencia de los arrecifes coralinos







Science-based restoration

banaszak@cmarl.unam.mx

FB: Coralium: La vida de un coral

IG: Coraliumlab

Twitter: Coraliumlab