



Monitoreo de factores  
bióticos y abióticos en  
el bosque de *Annona  
glabra* en la Reserva  
Natural Humedal Punta  
Tuna en Maunabo,  
Puerto Rico

Elsie Rivera Ocasio Ph.D.  
Concepción Rodríguez-Fourquet Ph.D.  
Departamento de Biología  
Universidad de Puerto Rico en Bayamón



# ¿Cómo se define un humedal costero?

Aumenta la humedad del suelo

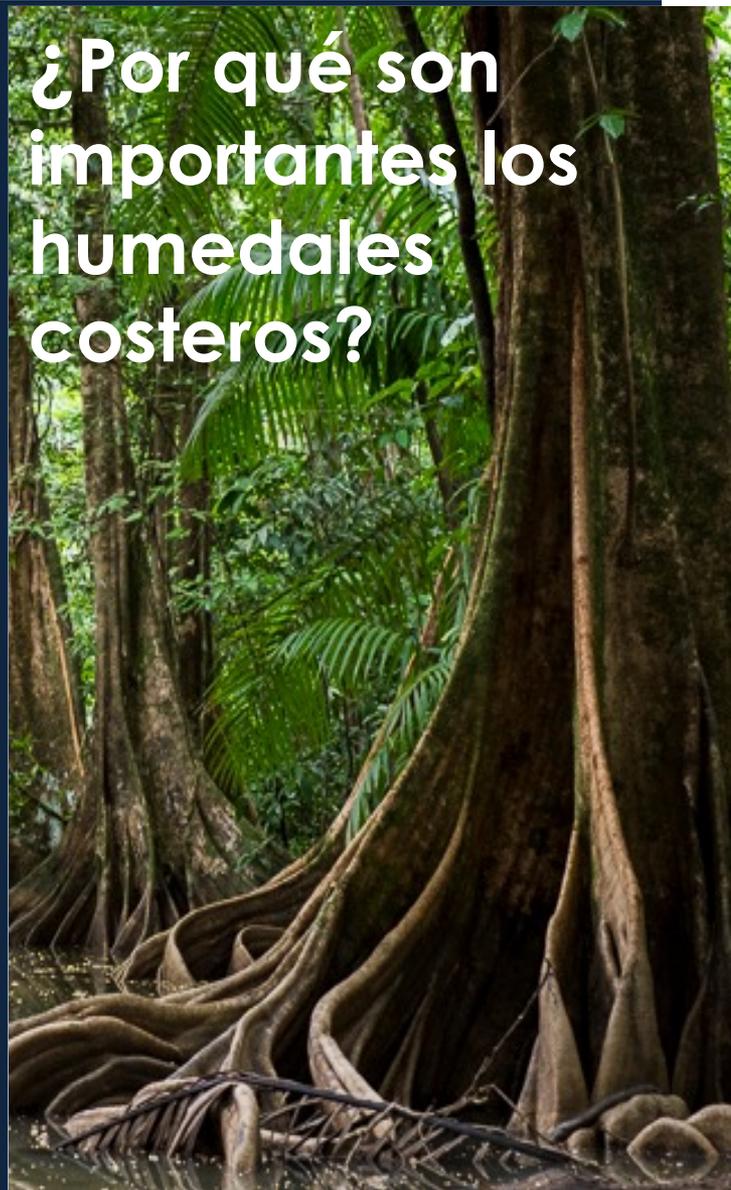


Zonas de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres

## Características principales

- Suelo, sujetos a inundaciones periódicas o permanentes
- Suelos anóxicos (falta de oxígeno)
- Vegetación altamente adaptada
- Procesos de descomposición lentos
- La materia orgánica se acumula (produce más rápido de lo que se descompone - actúan como reservas de carbono)

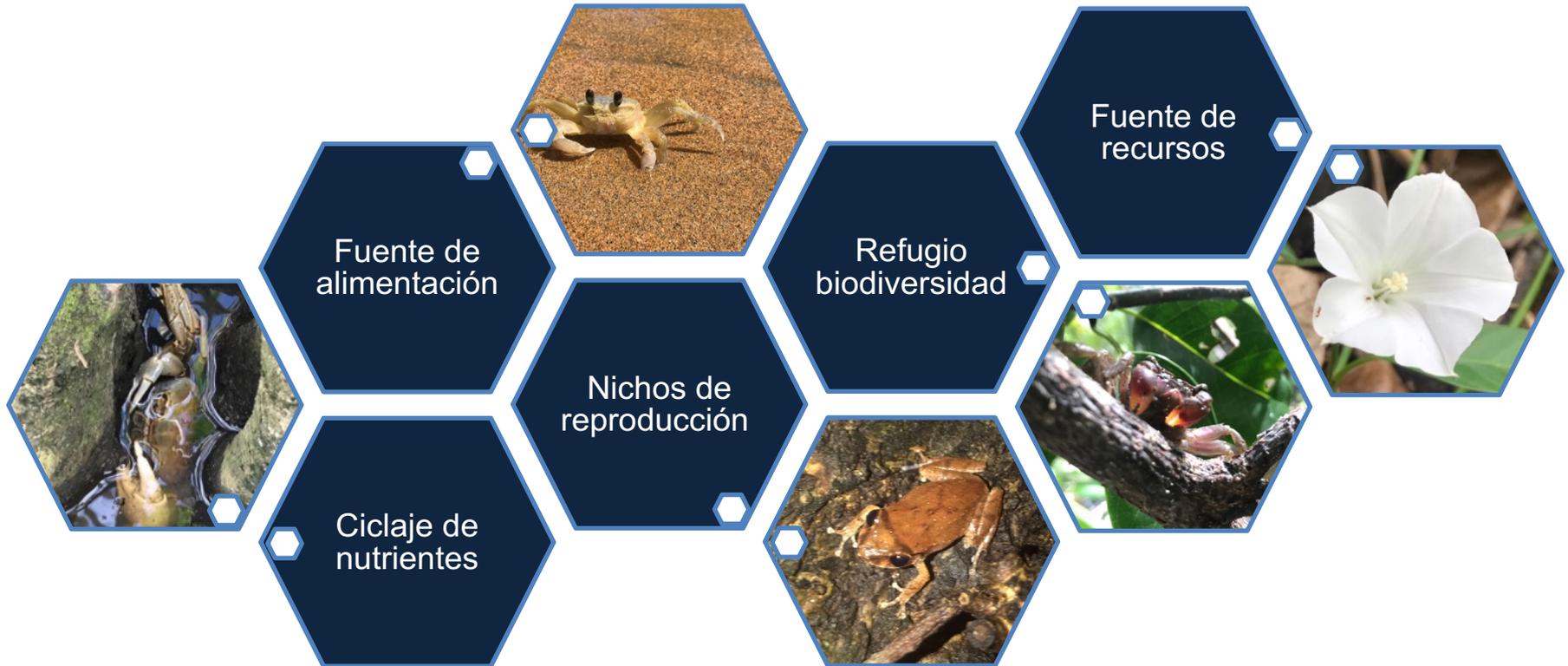
# ¿Por qué son importantes los humedales costeros?



## Importancia ecológica

- Acumulan agua dulce y ayudan a mitigar inundaciones.
- Purifican el agua y recogen sedimentos que de otra manera terminarían en los ecosistemas marinos.
- Contribuyen significativamente en el ciclo de nutrientes.
- Actúan como bancos de carbono lo que disminuye su acumulación en la atmósfera.

# Importantes para biodiversidad y procesos de ecosistema





## ¿Por qué son importantes los humedales costeros?

### Importancia económica

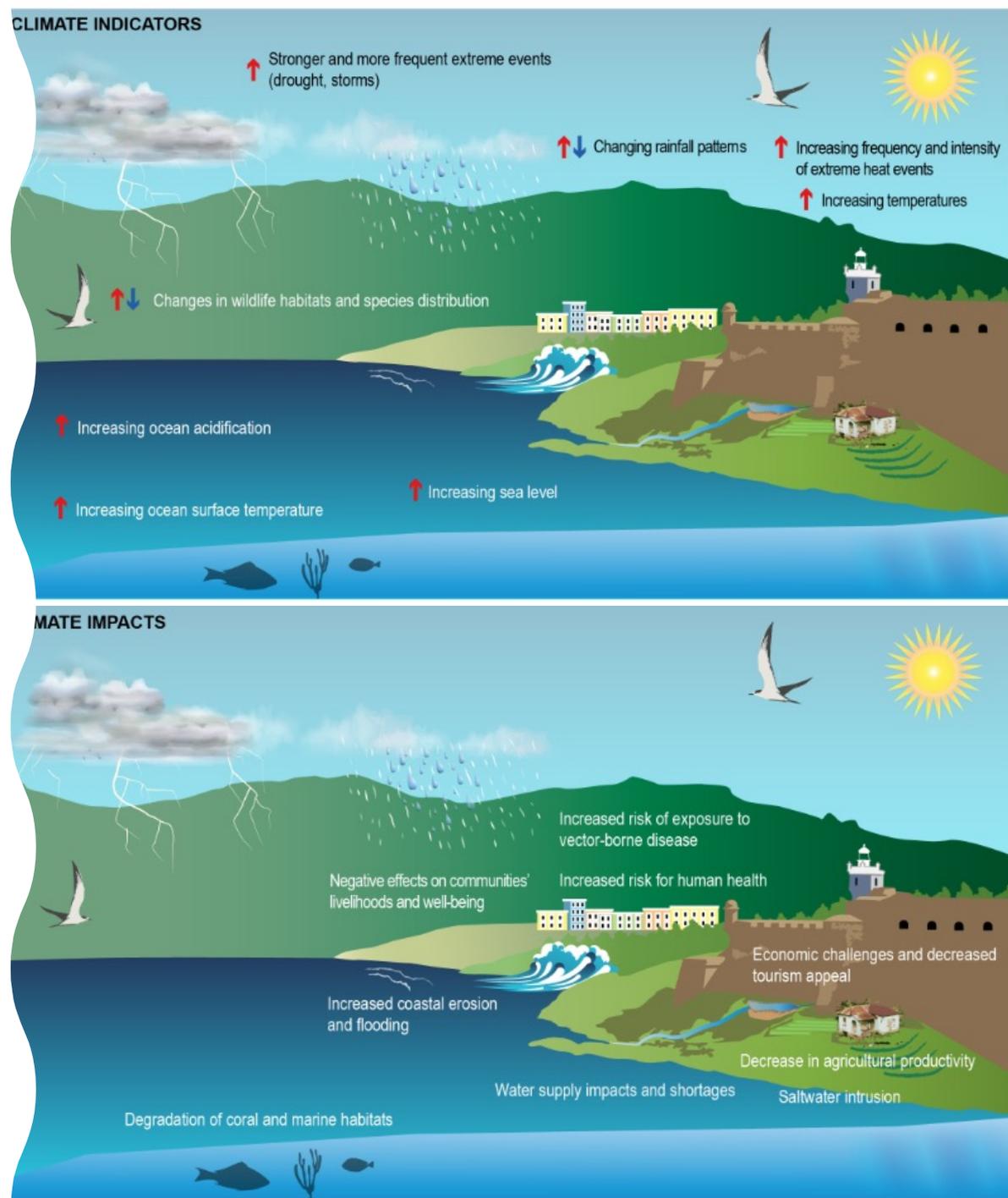
- Ayudan a proteger las costas e infraestructuras
  - (ej., protección por oleaje, tormentas y huracanes)
- Proveen recursos importantes para la economía.
- Áreas de recreación y recurso para actividades pasivas.

# ¿Qué amenazas enfrentan estos ecosistemas?

## Cambio climático

### Δ factores abióticos

- Aumento en el nivel del mar causa:
- Aumento en:
  - Intrusión salina
  - Cambios en el hidropereodo
    - Cambio en el nivel freático
    - Tiempo que pasan inundadas las raíces
    - Aumento del estrés fisiológico
- Efecto erosivo de marejadas



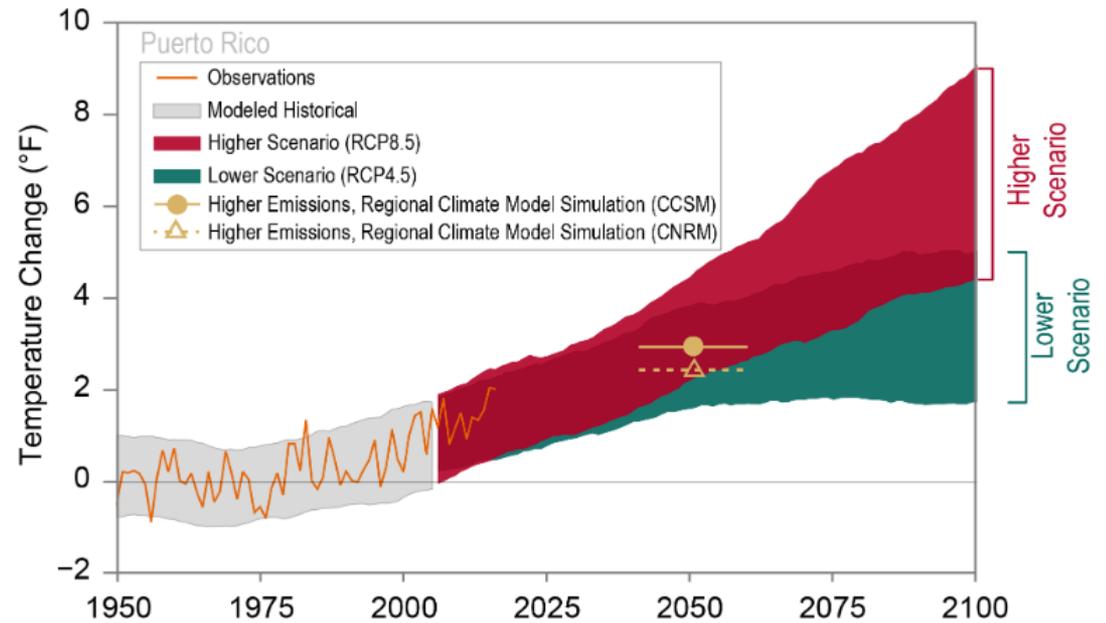
# ¿Qué amenazas enfrentan estos ecosistemas?



Aumento en la frecuencia de  
marejadas, tormentas y huracanes

¿CÓMO ESTÁN  
RESPONDIENDO LOS  
HUMEDALES COSTEROS EN EL  
CARIBE y EN PUERTO RICO AL  
CAMBIO CLIMÁTICO?

Observed and Projected Temperature Change for Puerto Rico

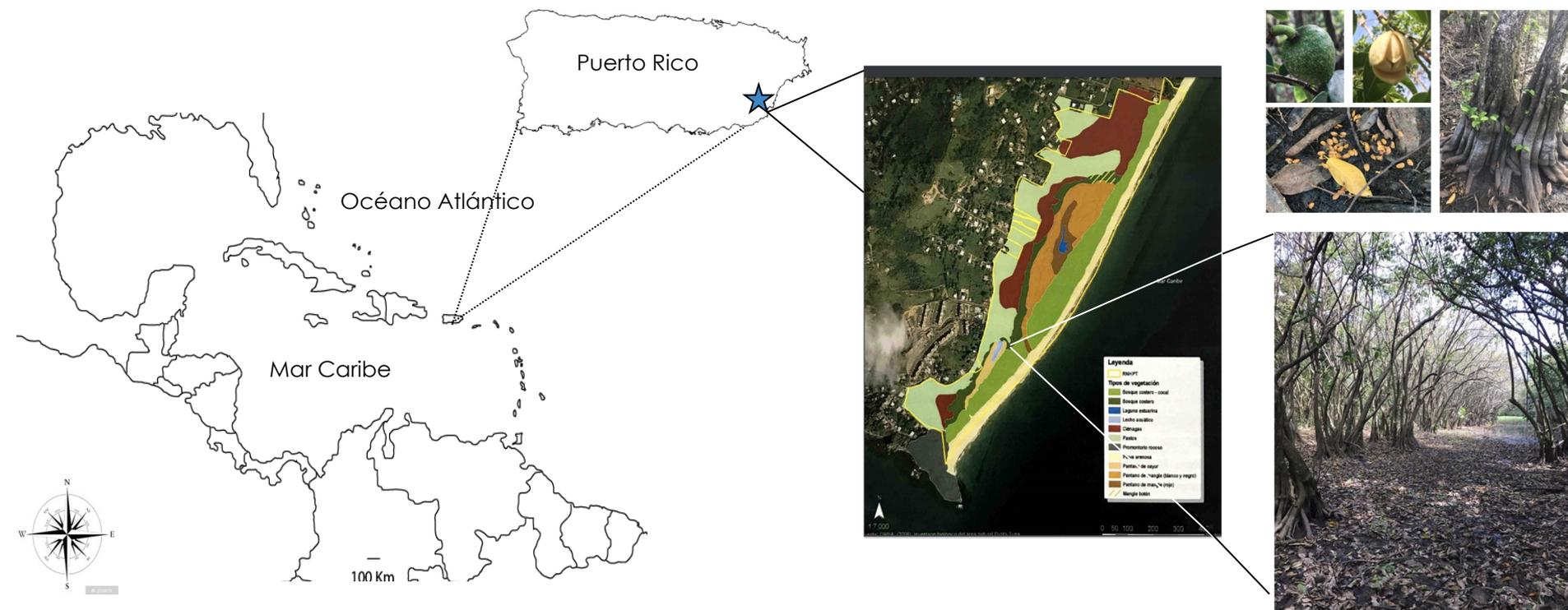


# Reserva Natural Humedal Punta Tuna-Maunabo-PR

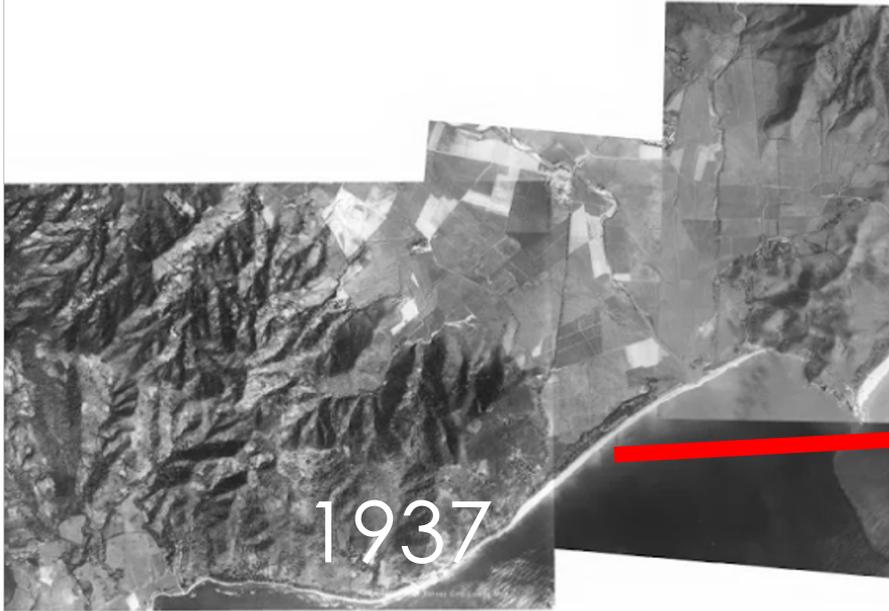
Representa una de las pocas áreas en la región con manglares y especies de humedales dulces y salobres

Reserva natural establecida por autogestión comunitaria

Reserva comanejada entre la comunidad y la agencia gubernamental responsable de la administración y manejo de áreas naturales protegidas



# Fragmento de humedal histórico



- Conversión de humedales a terrenos de agricultura
- Desarrollo urbano en áreas costeras
- Fragmentación y drenaje para desarrollo de carreteras





Zona principalmente Agrícola

Foto aérea  
de 1937



Villas del Faro

Reserva Natural  
Humedal Punta Tuna

7760

Zona principalmente residencial y de  
conservación

Foto aérea  
de 2017



¿Cómo esta respondiendo el humedal Punta Tuna a los fenómenos atmosféricos y los cambios asociados al cambio climático?

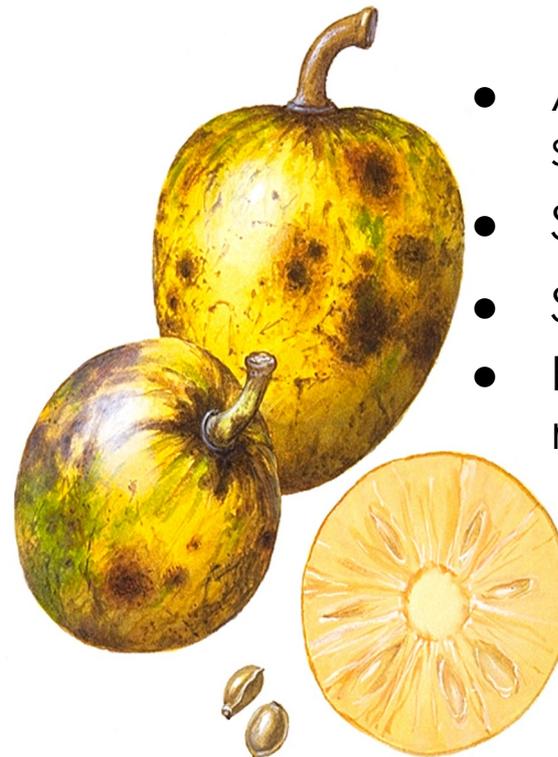
- No se observan estadios juveniles o establecimiento de plántulas en las áreas del bosque maduro de *A. glabra*

¿Está la falta de plantas juveniles de *A. glabra* asociada con factores bióticos o abióticos en esta localidad?

# *Annona glabra*-cayur, manzana de pantano



Reino	Plantae	Plantas
Familia	Annonaceae	Familia de la guanabana
Género	<i>Annona</i>	<i>Annona</i>
Especie	<i>Annona glabra</i>	cayur, manzana de pantano



- Approx 100 semillas/fruto
- Son comestibles
- Se usan para hacer jugo
- Propiedades medicinales-
  - Anti cáncer y anti malaria

[Hien](#) et al (2015) Chemical constituents of the *Annona glabra* fruit and their cytotoxic activity. [Pharm Biol.](#) 2015;53(11):1602-7. doi: 10.3109/138802



# Objetivos

- Determinar la estructura y dinámica de los individuos adultos y juveniles de *A. glabra*.
- Determinar la variación espacial y temporal de factores abióticos en distintas áreas asociadas a *A. glabra* (Ej. temperatura, humedad relativa, temperatura suelo, nivel freático, salinidad)
- Determinar qué rol juega el cangrejo, *C. guanhumi* en la sobrevivencia y reclutamiento de plántulas de *A. glabra* (L.).

# ¿Esta la falta de plantas juveniles de *A. glabra* asociada con factores bióticos o abióticos en Punta Tuna?

Ecología forense



## Cambio Climático

temperatura  
nivel de mar  
frecuencia e intensidad de huracanes

¿Qué factores inducen la respuesta?

Entrada de agua superficial (dulce)  
lluvia, escorrentías, marejadas

Condiciones del aire

### Elementos bióticos

Predadores de semillas  
Cangrejos

Dispersores de semillas  
Cangrejos  
Iguanas  
tortugas

Polinizador  
Insectos  
Pájaros

Herbívoros  
Cangrejos  
Iguanas  
insectos

Especies Hongos

Especies Bacterias



## Zona de germinación

Condiciones edáficas

Entrada de aguas subterráneas  
Entrada de la cuña salina-nivel freático

Salinidad  
Nivel freático-nivel de inundación

### Elementos abióticos

Temperatura  
Velocidad del viento  
Humedad relativa  
Dureza del suelo  
irradiación Solar  
Nivel de inundación

Temperatura  
pH  
niveles de oxígeno  
Concentración de nutrientes

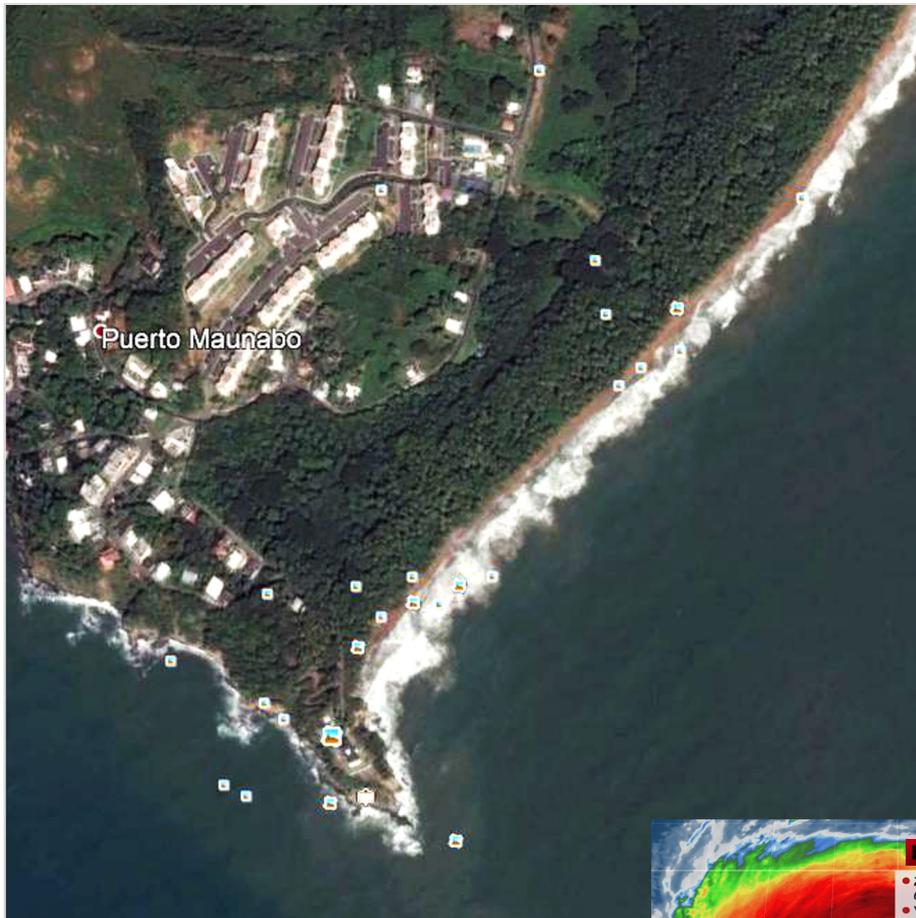
## Rizosfera

¿Está la falta de reclutamiento de juveniles de *A. glabra* en Punta Tuna asociada con una variación en factores abióticos como salinidad y nivel de inundación?



**H<sub>a</sub>:** Los suelos con mayor salinidad resultaran en menos germinación, menor crecimiento, y mayor mortalidad de plántulas de *A. glabra* que en suelos con menor salinidad.

# Cambio drástico en el paisaje



13 de diciembre de 2016  
Google Earth



22 de septiembre de 2017  
NOAA



# Cambio drástico en el paisaje



Foto: Jesús Quiñones Llópiz

# Defoliación

Antes de Irma

Después de Irma  
Antes de María

Después de María





¿Qué encontramos en  
Punta Tuna?

Bosque de *A. glabra*  
después del Huracán  
María

# Métodos

## Monitoreo factores abióticos



Salinidad



LUZ



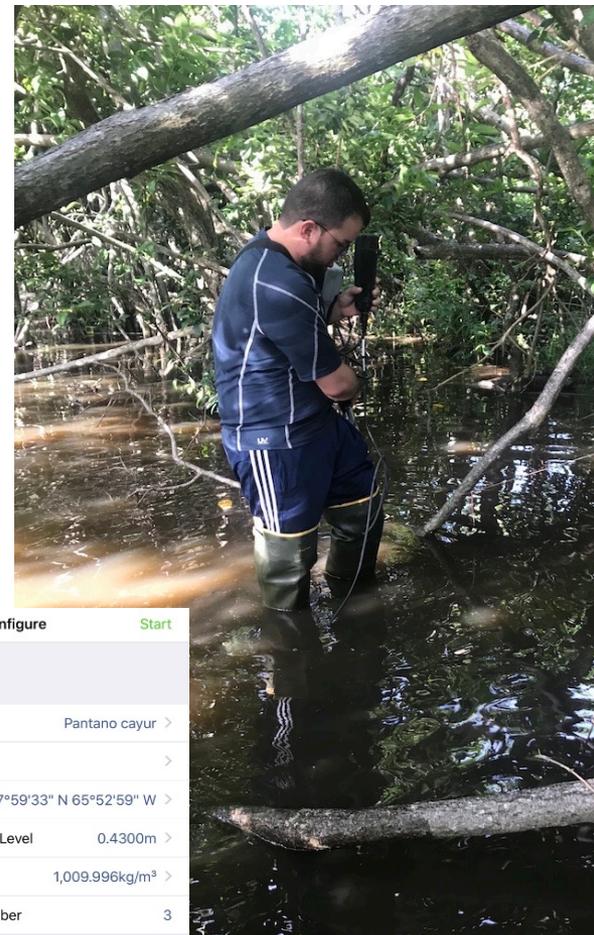
Temperatura



Humedad relativa



Nivel freático



Cancel      **Configure**      Start

DEPLOYMENT INFO

Name	Pantano cayur >
Group	>
Location	17°59'33" N 65°52'59" W >
Reference Water Level	0.4300m >
Water Density	1,009.996kg/m³ >
Deployment Number	3

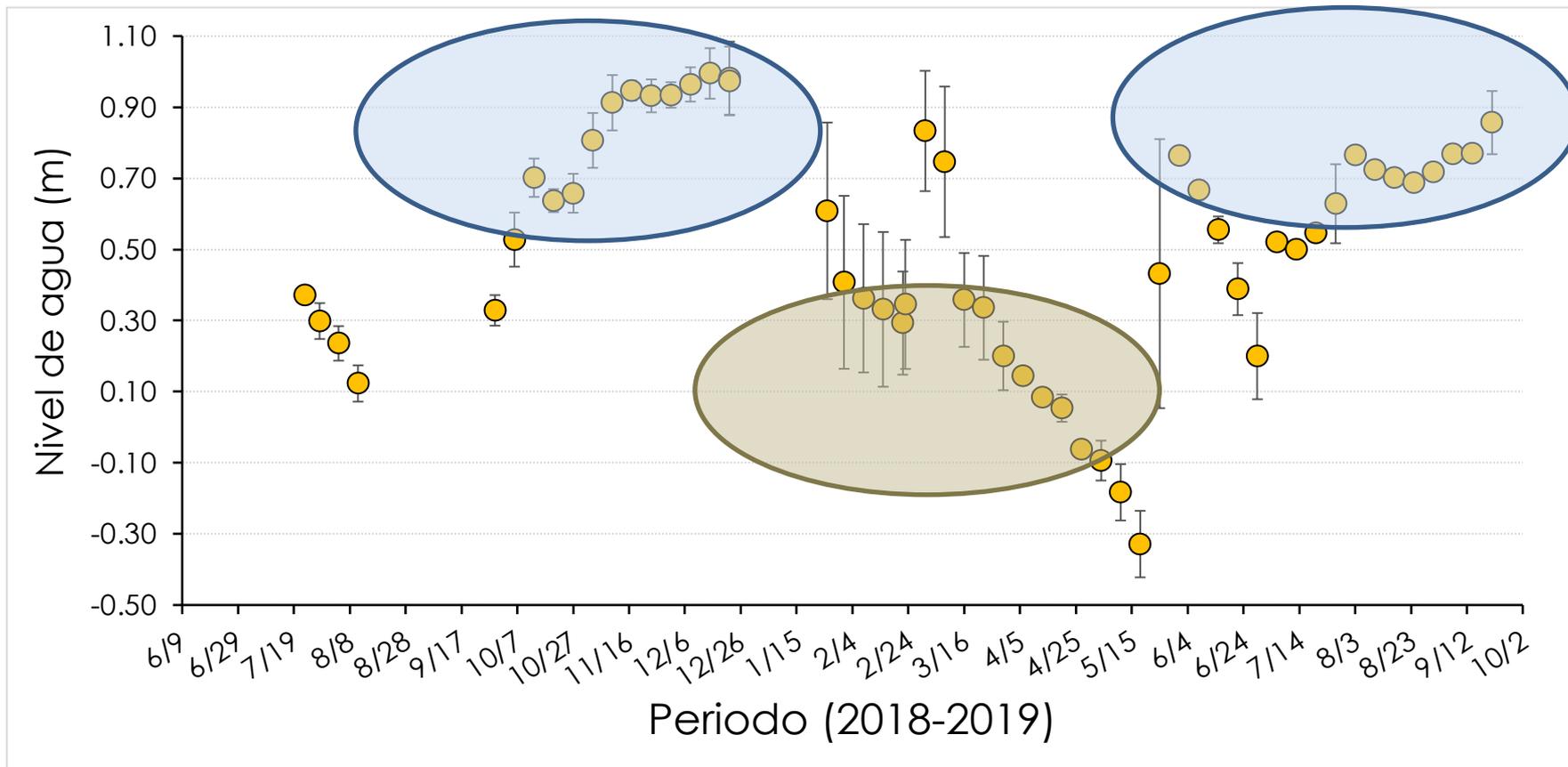
LOGGING SETUP

Logging Interval	10m >
Logging Duration	~247.1 days ⓘ
Start Logging	Now >
Stop Logging	When memory fills >

SENSOR & ALARM SETUP

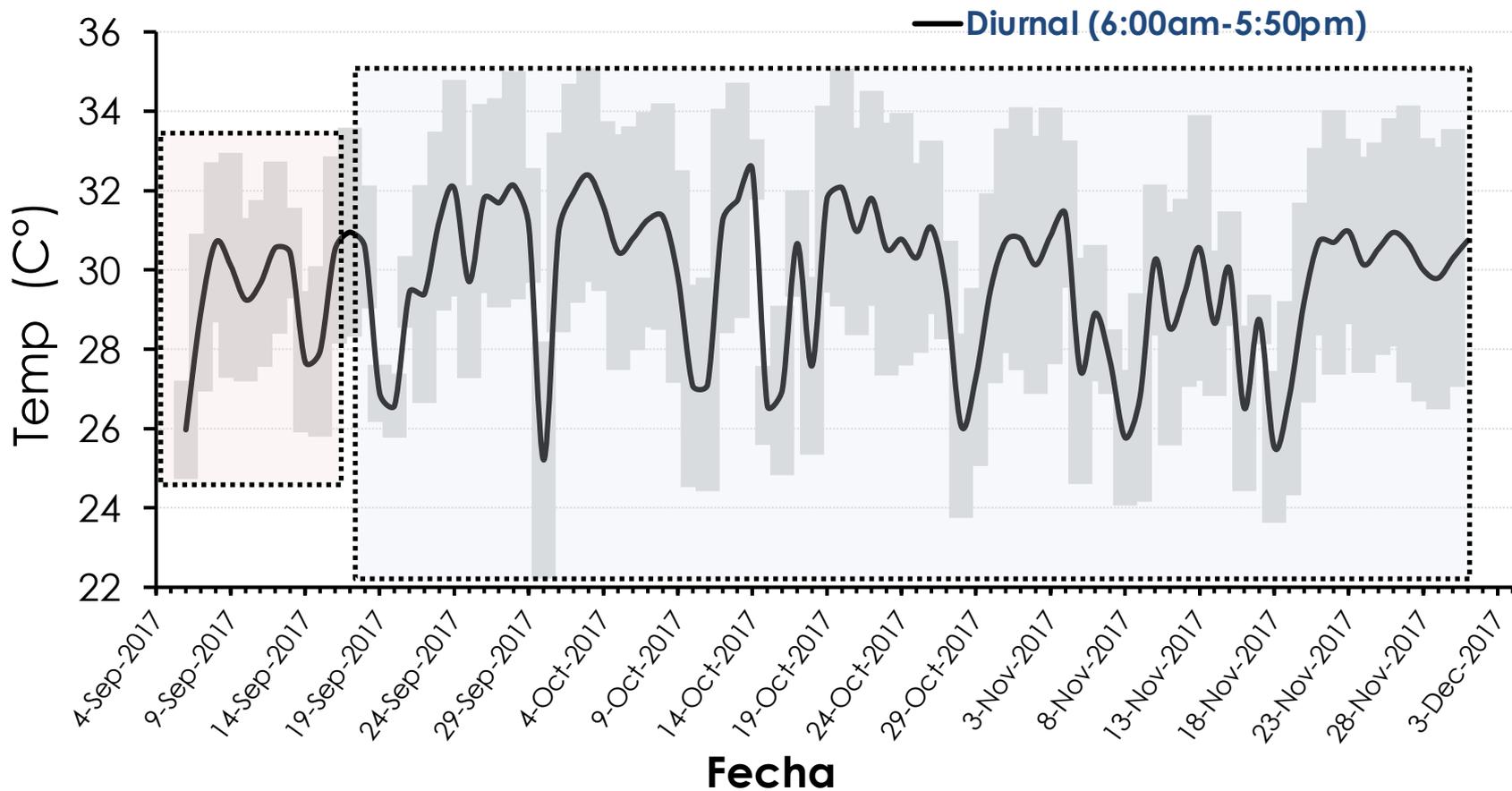
# Resultados

## Monitoreo factores abióticos



# Resultados

## Monitoreo factores abióticos



# Métodos- Estructura de vegetación



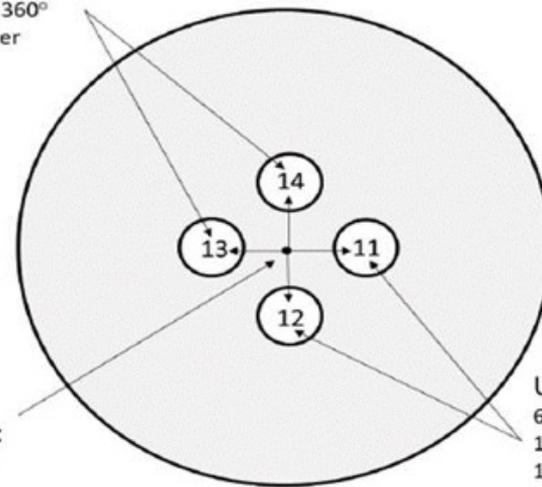
- **2 Parcelas circulares** estructura de vegetación
- Programa de Inventario y Análisis de Bosques, (FIA por sus siglas en inglés-USDA-FS 2002, Marcano Vega et al., 2015).

## Urban Microplots:

6.8 ft. radius  
13 - 12.0 ft. @ 270°  
14 - 12.0 ft. @ 360°  
From plot center

## Urban Plot

Plot Center:  
48.0 ft. radius



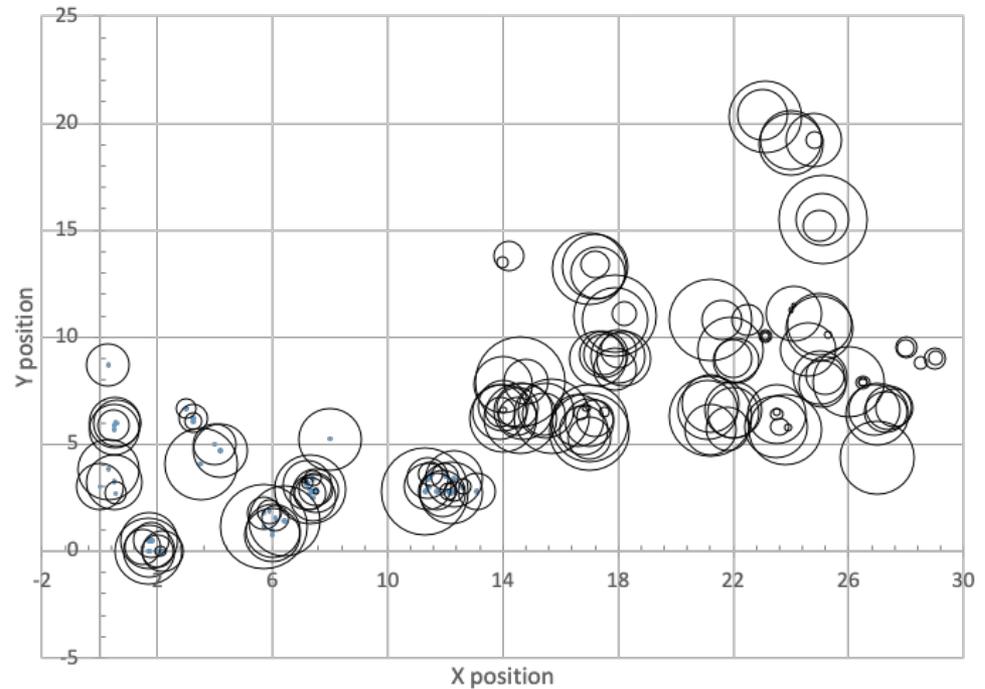
Urban Microplots:  
6.8 ft. radius  
11 - 12.0 ft. @ 90°  
12 - 12.0 ft. @ 180°  
From plot center

# Métodos

## Estructura de vegetación

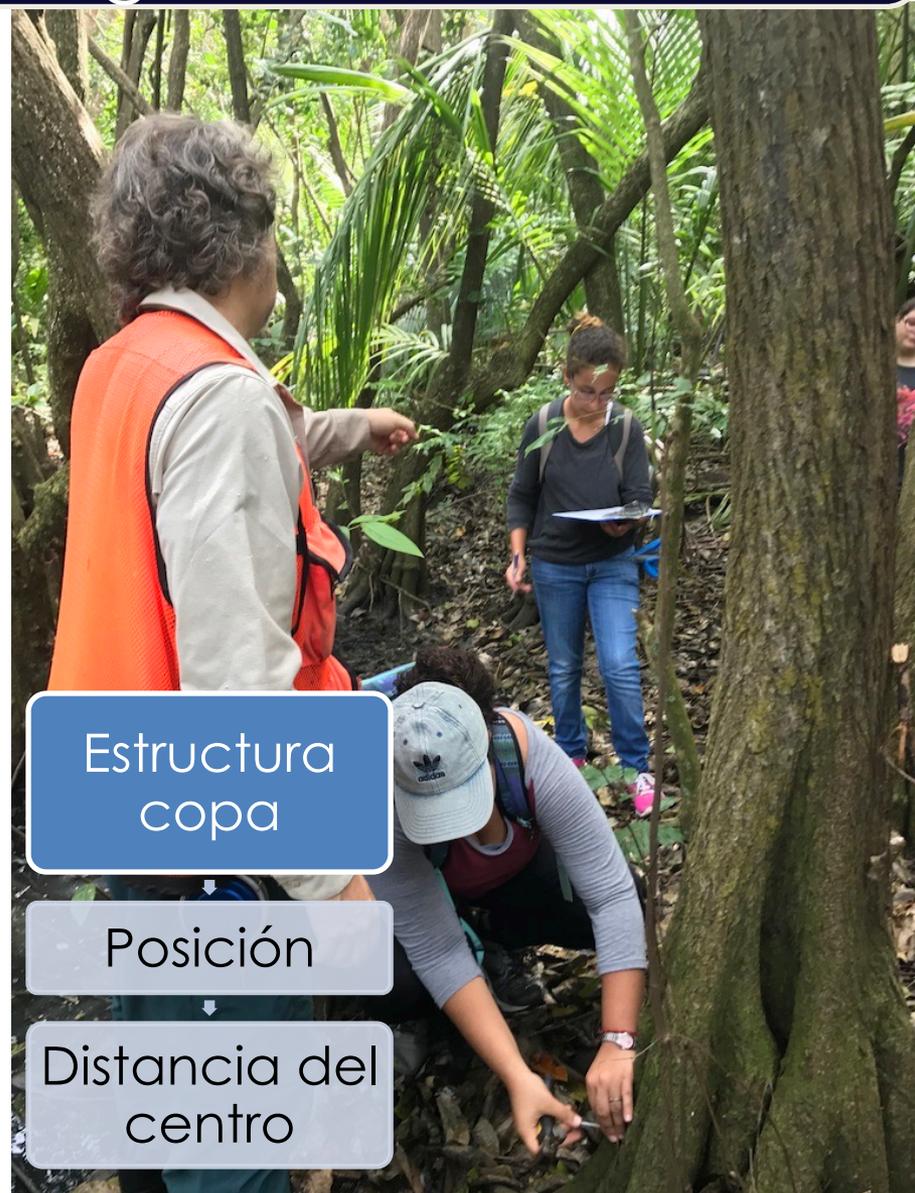


- 1 **Parcela rectangular** ubicando todos los tallos con DBH >1 cm y posicionando los individuos en posición x, y



# Métodos

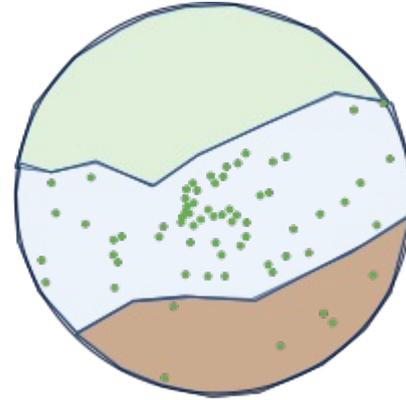
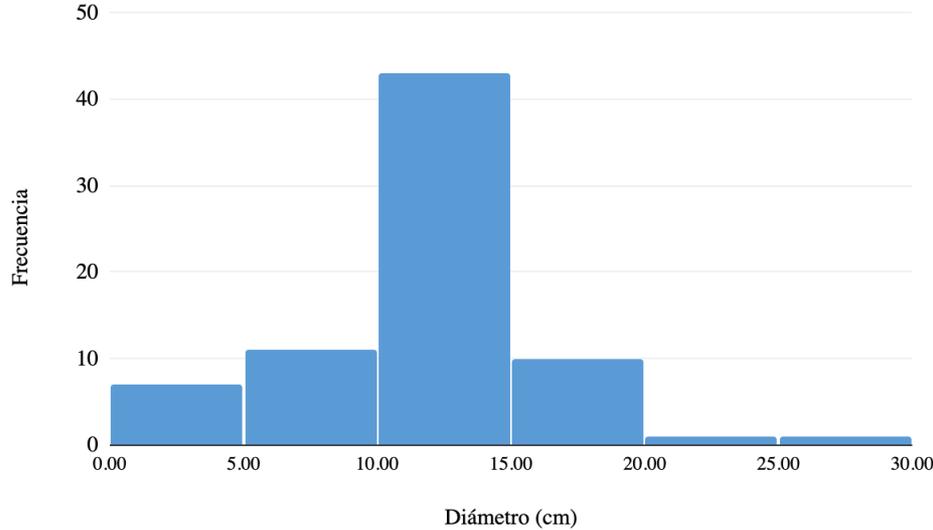
## Estructura de vegetación



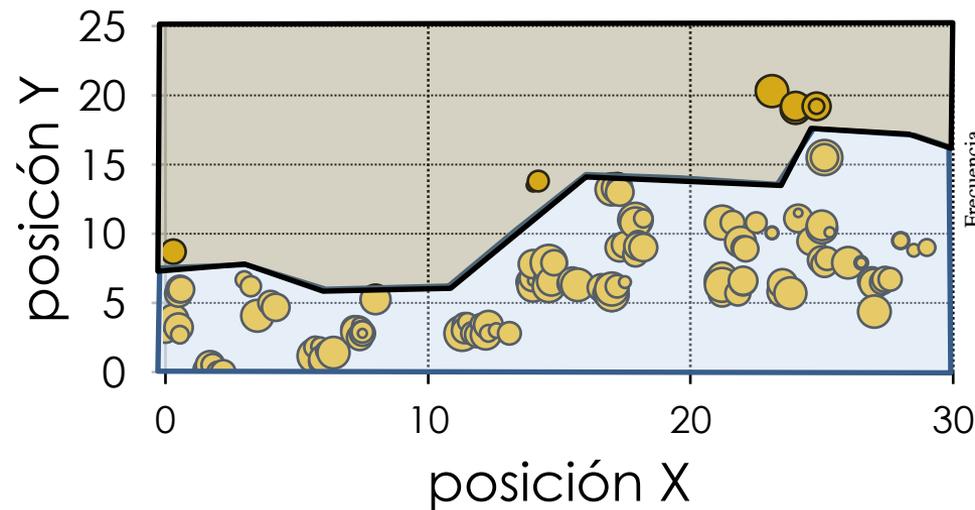


# Resultados

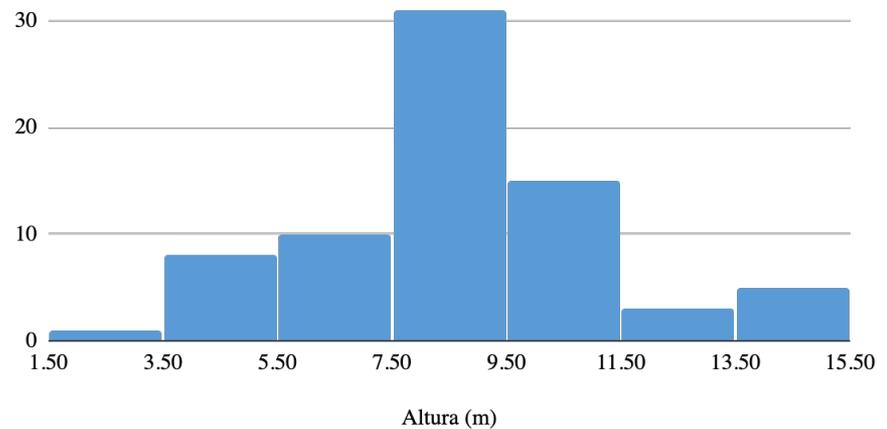
## Estructura de vegetación



✓ Dominado por árboles 10-15 cm

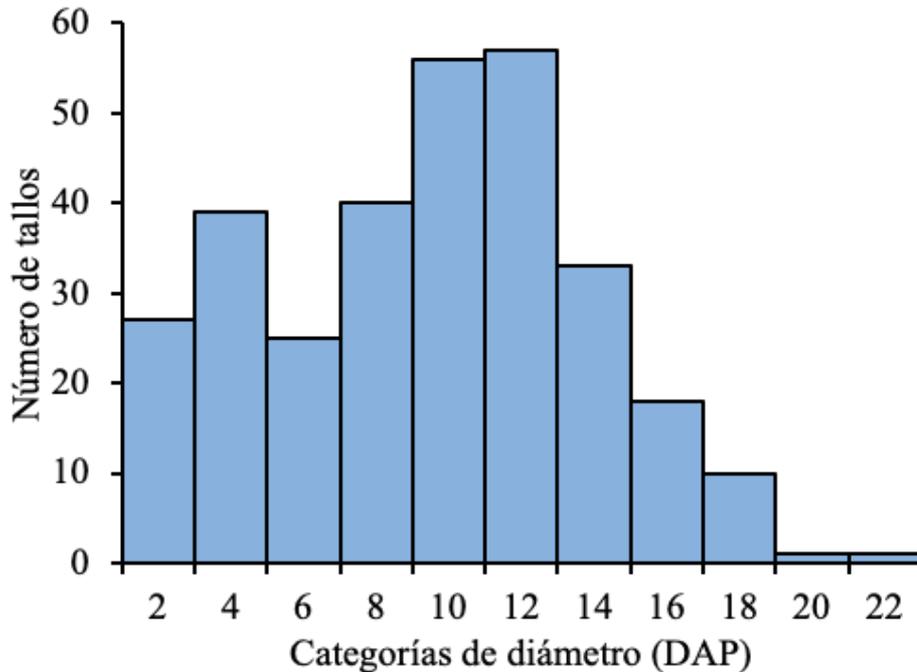


✓ Promedio de altura 7.5-11.5 cm



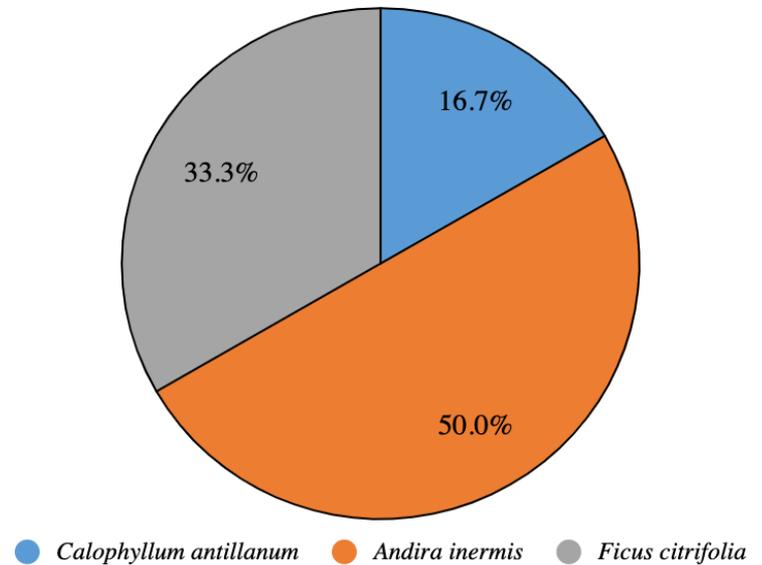
# Resultados

## Estructura de vegetación



Los tallos de 1-4 cm son rebrotes, esta es la respuesta a la restructuración del meristemo apical de muchos de los árboles luego del paso del huracán

Distribución de nuevas plántulas en las sub-parcelas circulares.



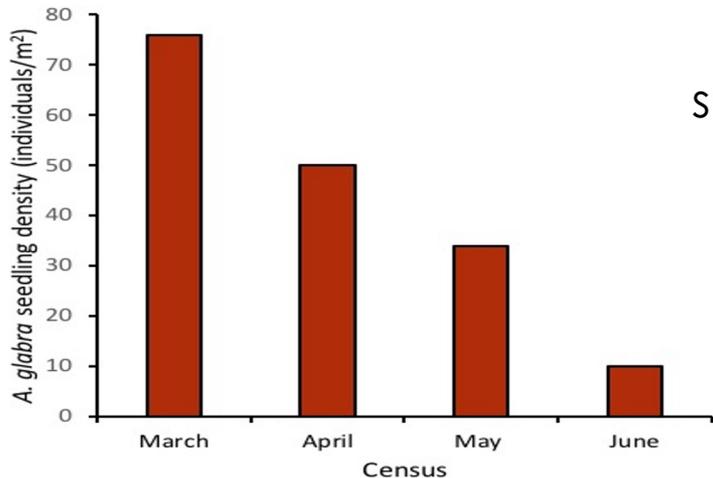
Si se consideran todas las especies de plantas las mas pequeñas o cercanas a 1cm son plántulas de otras especies



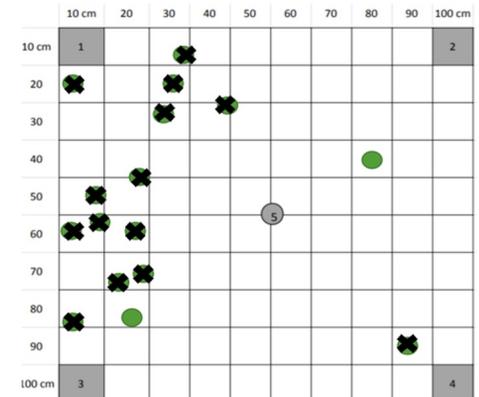
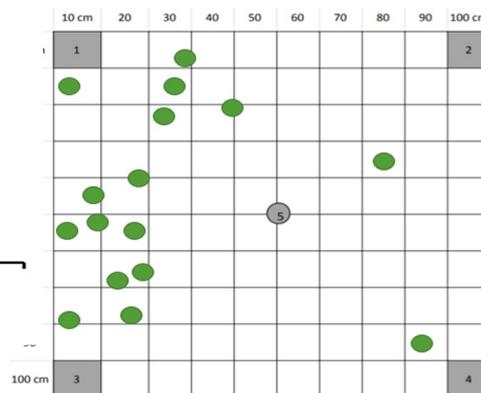
# Resultados

## Distribución y desarrollo plántulas *A. glabra*

- ✓ 100 % mortalidad de plántulas
- ✓ Alta heterogeneidad espacial y temporal de las condiciones abióticas en el campo.
- ✓ No hubo correlación entre factores abióticos (i.e., luz, pH del suelo, salinidad y temperatura) y crecimiento y/o densidad de las plántulas ( $r=0.04$ ,  $p>0.05$ ).

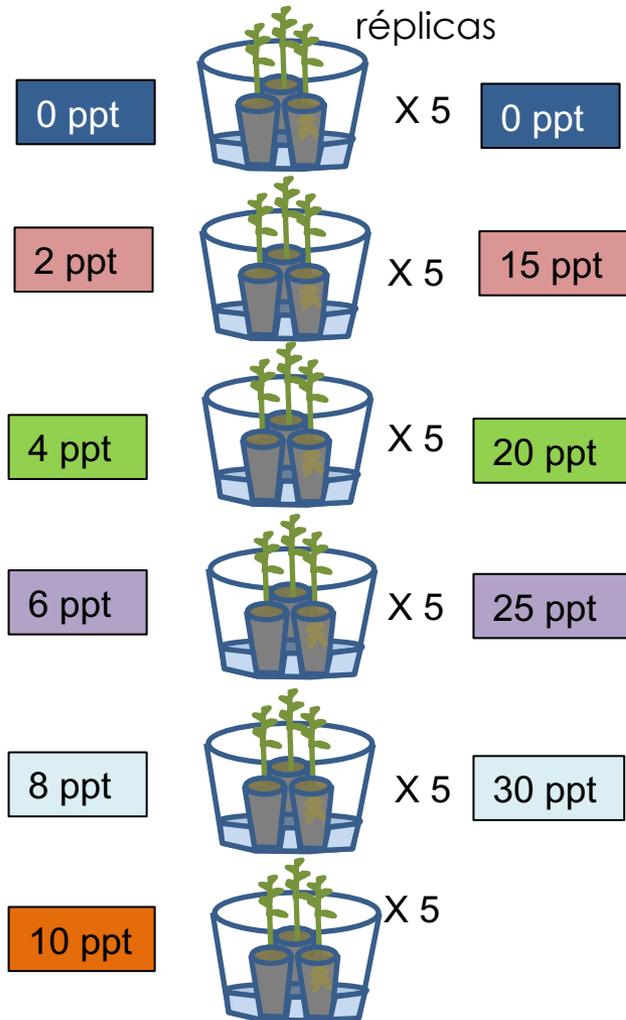


75 plántulas el 86% murió en los 5 meses subsiguientes y el 100% murió antes de los 6 meses.



# ¿Cómo afecta la salinidad el crecimiento y sobrevivencia de las plántulas de *A. glabra*?

Tratamientos de salinidad

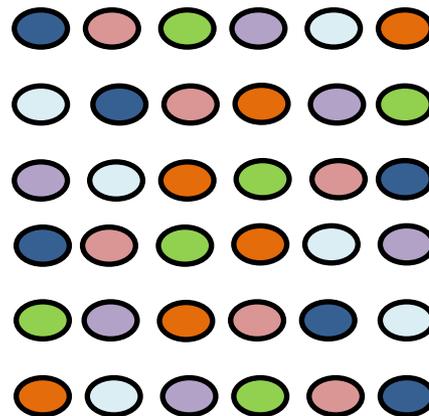


## Experimento ex-situ de tolerancia a salinidad

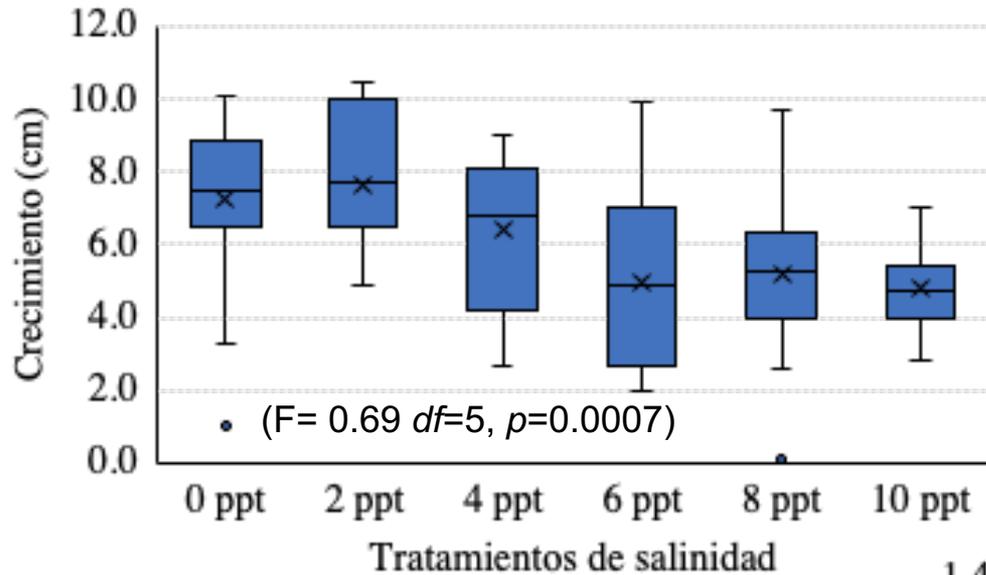
Determinar el efecto de salinidad sobre la germinación y el crecimiento de *A. glabra* utilizando condiciones controladas de salinidad.

- Crecimiento
- Número de hojas
- Relación de tallo a raíces/tratamiento

Diseño de bloques aleatorios

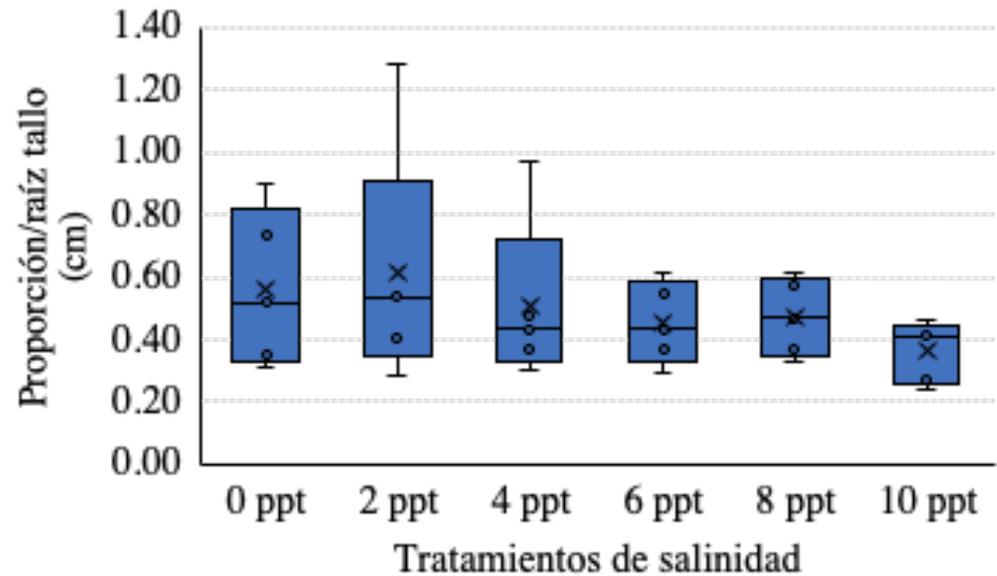


# ¿Cómo afecta la salinidad el crecimiento y sobrevivencia de las plántulas de *A. glabra*?



Disminuyen crecimiento mas no causan mortalidad, la mortalidad aumenta a partir de 20ppt

No se ha observado efecto sobre la redistribución de carbono en tejidos





## Conclusión

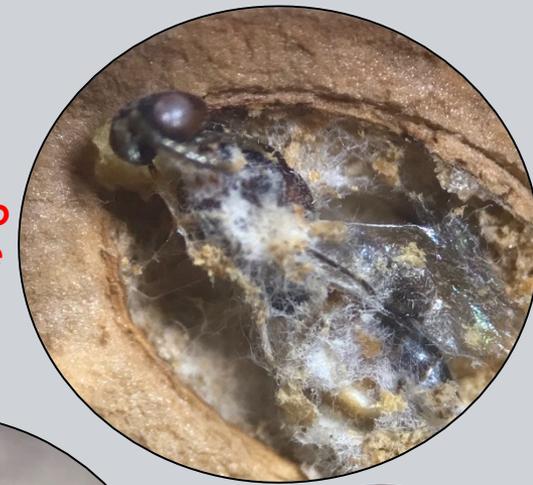
- Las semillas y plántulas de *A. glabra* no están directamente afectadas ni por los factores abióticos (salinidad, pH, humedad, temperatura, luz).
- En los años de este estudio hemos encontrado 1 solo recluta.
- El impacto que tienen los jueyes en la sobrevivencia de *A. glabra* no es significativo.
- Otros factores que merecen ser explorados, la presencia de avispas parasitoides y coleópteros en las semillas de *A. glabra*.

# Depredadores de semillas *A. glabra*.

*Annona* seed wasp  
(*Bephratelloides*  
*paraguayensis*), una  
especie de avispa.

Nuevo descubrimiento  
para la jurisdicción de  
Estados Unidos

En proceso-  
Acuerdo UPRB-USDA  
Aphis



a) Curculionidae-*Coccotrypes rhizophorae*



- Existe la posibilidad de que la infección de semillas por estas especies interfiera con la germinación
- Hemos observado que algunas semillas contienen todos los estadios del ciclo de vida de ambas especies tanto del coleoptero como de la avispa

# Humedal de *A. glabra*: ecosistema con alta resiliencia

19 de septiembre de  
2017

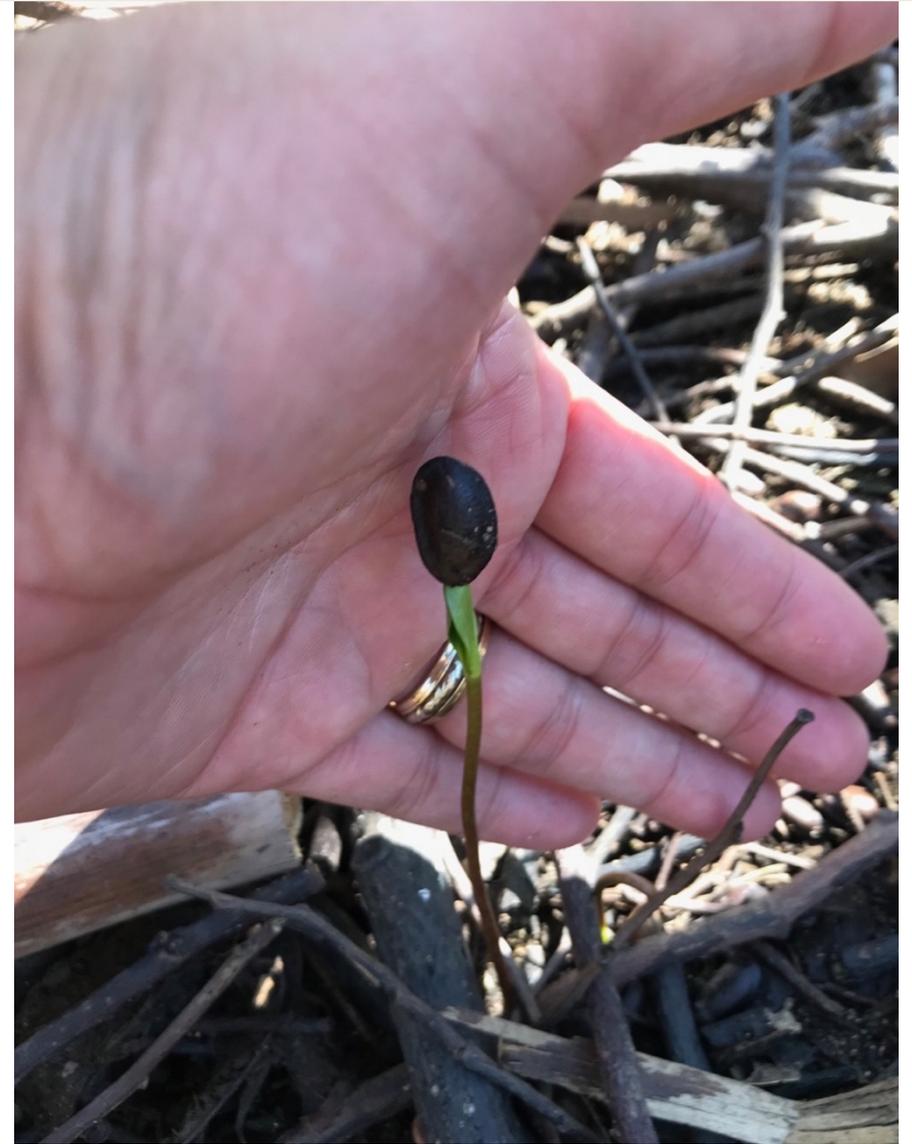
29 de septiembre de  
2017

29 de septiembre  
de 2018



El 80% de los árboles adultos de *A. glabra* sobrevivieron, su madera es flexible y resistente

Germinación significativa de cayur (*Annona glabra*) en áreas donde estaban establecidas las especies de mangle.



¿Está la falta de reclutamiento de juveniles de *A. glabra* en Punta Tuna asociada con una variación en factores abióticos como salinidad y nivel de inundación producto del cambio climático?

Nuevos factores bióticos

???

Nuevas condiciones en factores abióticos

# Agradecimientos



Agradecemos a los estudiantes subgraduados de investigación de UPRB, al Comité Pro-Desarrollo de Maunabo, el Departamento de Recursos Naturales y la Universidad de PR en Bayamón

Preguntas?

