

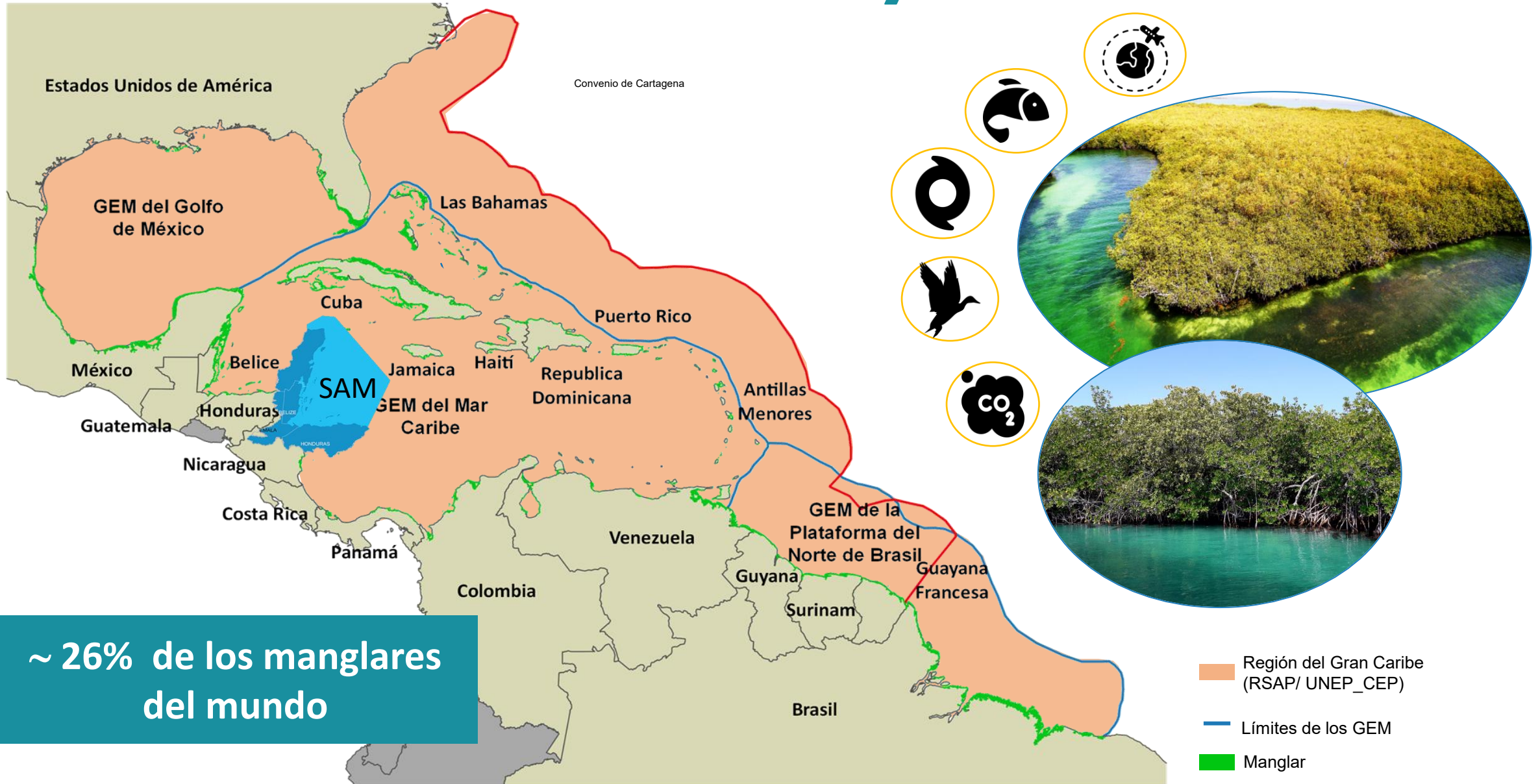


# Manual para la restauración Ecológica de Manglares del Sistema Arrecifal Mesoamericano

Dr. Claudia Teutli-Hernández ;Dr. Jorge Alfredo Herrera Silveira,, Dr. Diana Cisneros-de la Cruz, Dr. Daniel Arceo-Carranza, Biol. Mar. Andrés Canul-Cabrera, M. C. Javier Pedro Toral-Robles, Biol. Oscar Pérez-Martínez, Q. I. Daniela Sierra-Oramas, Biol. Karla Zenteno, Biol. Heimi Us-Balam, Biol. Eunice Pech, Dr. Francisco Comín.



# El Gran Caribe y el SAM



~ 26% de los manglares del mundo

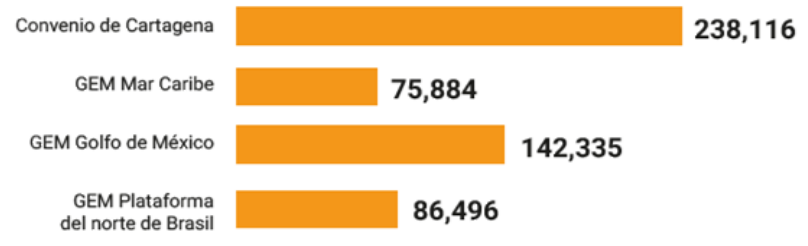
Región del Gran Caribe (RSAP/ UNEP\_CEP)

Límites de los GEM

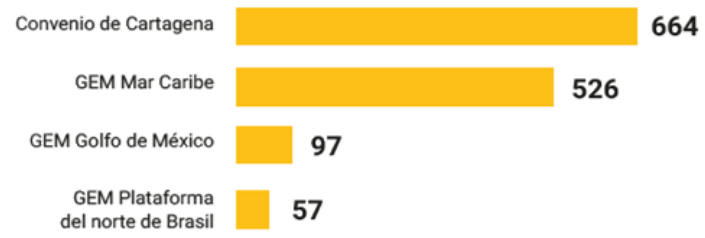
Manglar



**Hectáreas de manglar perdidas y degradadas**



**Sitios de manglar con potencial de restauración**

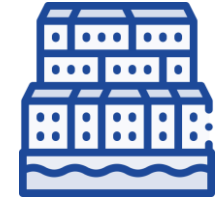
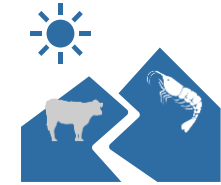


- Estados Unidos de América- EUA
  - México- MEX
  - Honduras- HON
  - El Salvador- SLV
  - Nicaragua- NIC
  - Costa Rica- CRI
  - Panamá- PAN
  - Colombia- COL
  - Ecuador- ECU
  - Venezuela- VEN
  - Guayana Francesa – GUF
  - Brasil- BRA
  - Antillas-ANT
- Árbol      Arbusto

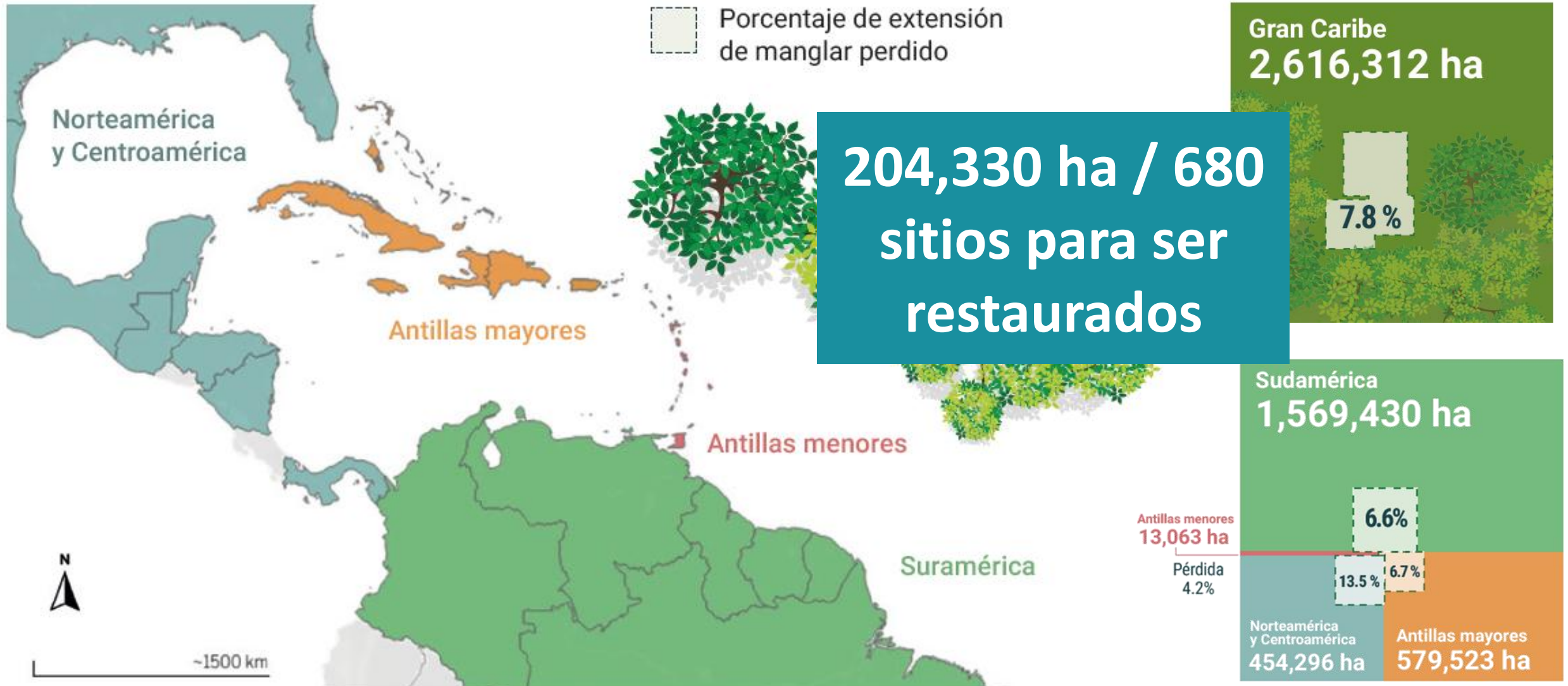


# Amenazas a los manglares en el Gran Caribe

| Amenaza                            | Causa                                  | País  |
|------------------------------------|--|---|
| Cambio de uso de suelo             | Establecimiento de granjas camaroneras | Brasil <sup>1</sup>   |
|                                    | Ganadería y tala incidental            | Guyana <sup>2</sup>   |
|                                    | Desmonte                               | Martinica <sup>3</sup> , Honduras <sup>14</sup> y Guatemala <sup>15</sup> |
| Desarrollo urbano                  | Construcción de carreteras             | México <sup>4,5</sup>   |
|                                    | Construcción de puentes                | Aruba <sup>6</sup>  |
| Extracción de productos maderables | Producción de carbón                   | Granada <sup>7</sup> , Jamaica <sup>8</sup> y Guatemala <sup>14</sup>     |
| Eventos naturales                  | Destrucción por huracanes              | Puerto Rico <sup>9</sup> y México <sup>10</sup>                           |
|                                    | Azolvamiento de canales                | México <sup>11</sup>  |
| Industria                          | Minería y extracción de recursos       | Venezuela <sup>12</sup>   |
|                                    | Derrame de hidrocarburos               | Panamá <sup>13</sup>  |



# Extensión de manglar perdido en el GC



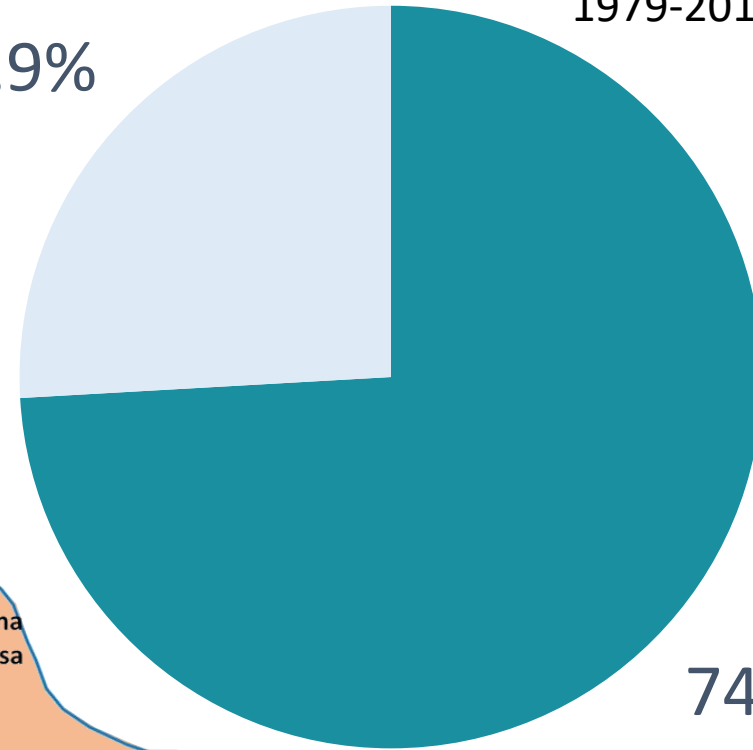
# ¿Cuáles han sido los esfuerzos de restauración en el SAM y el Gran Caribe?



Región insular  
25.9%

112 fuentes de información consultadas

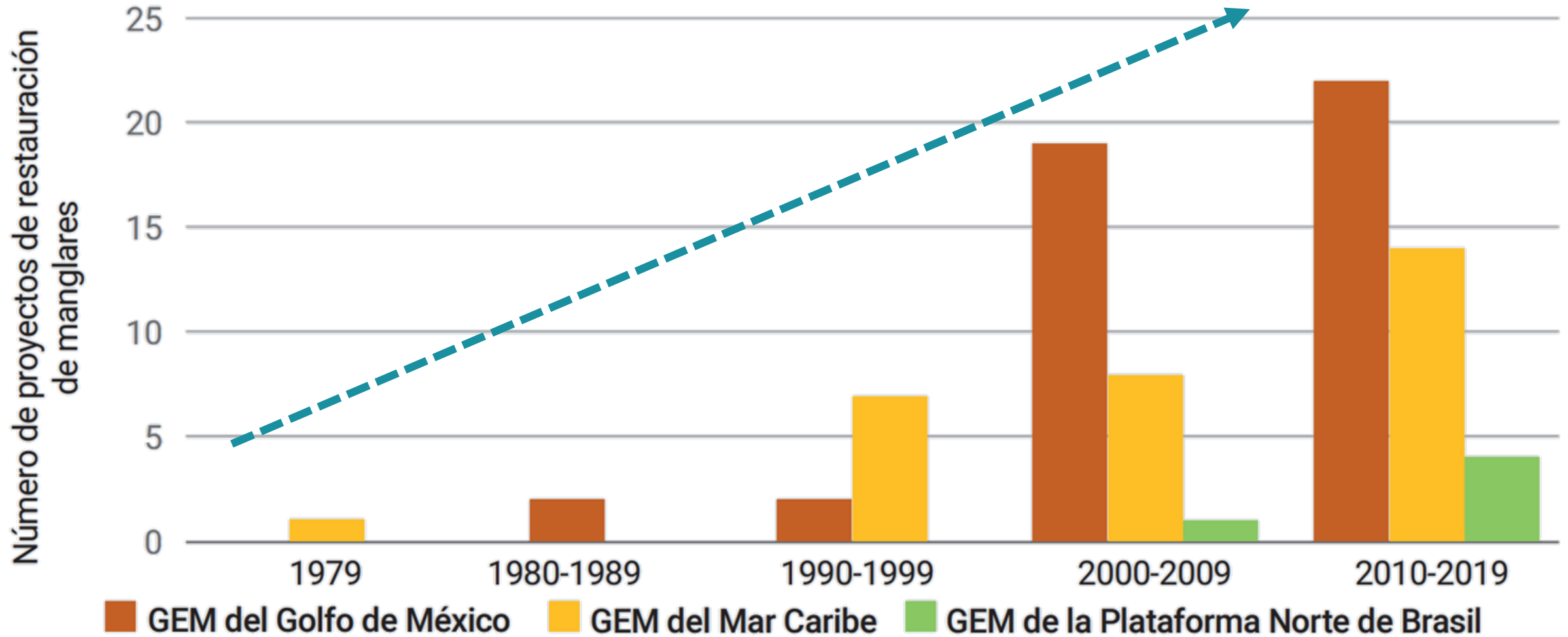
1979-2019, 27 países y territorios



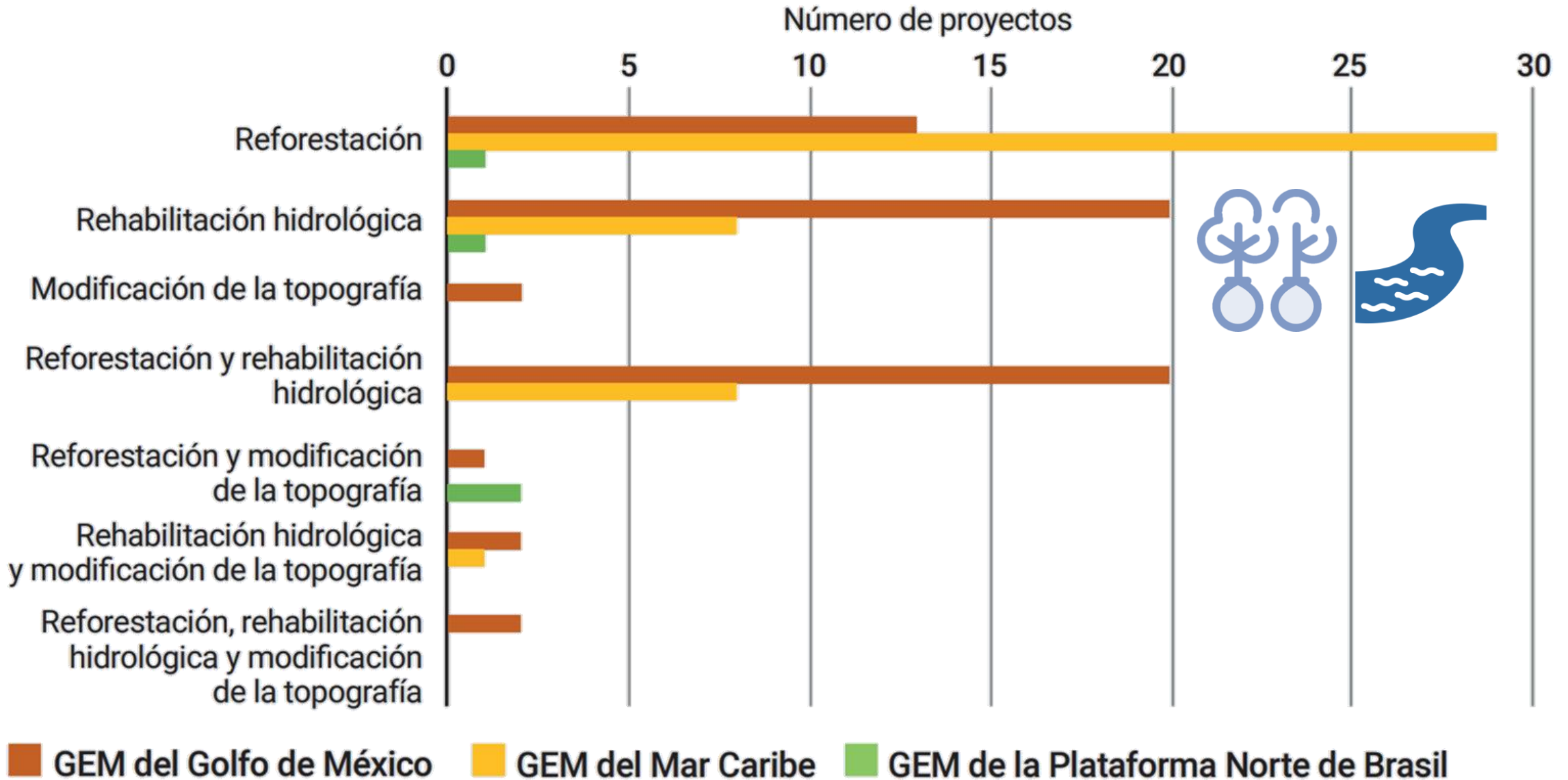
74.1%  
Región continental

**Mucha información no esta completa**

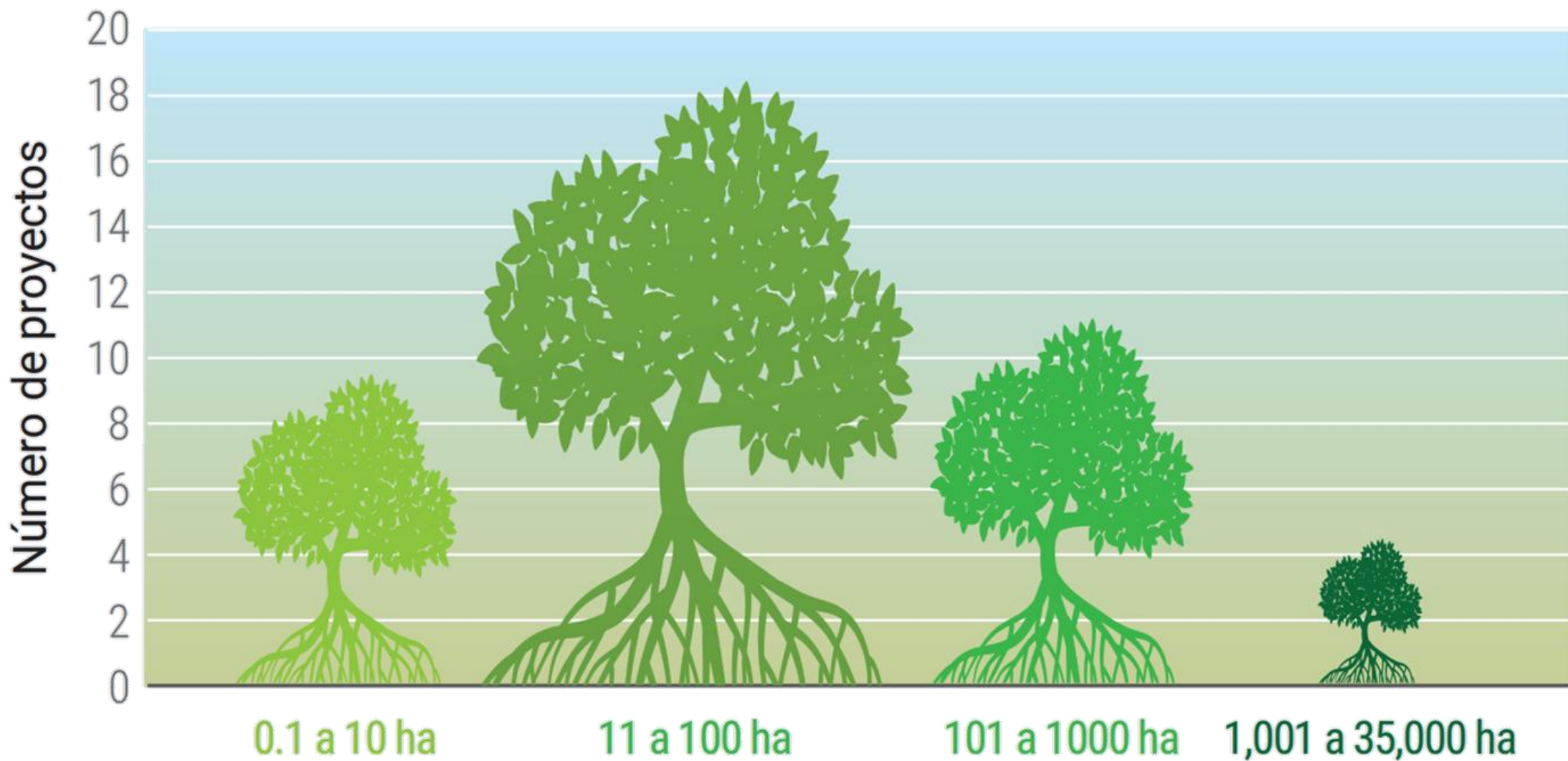
# Incremento de proyectos de restauración



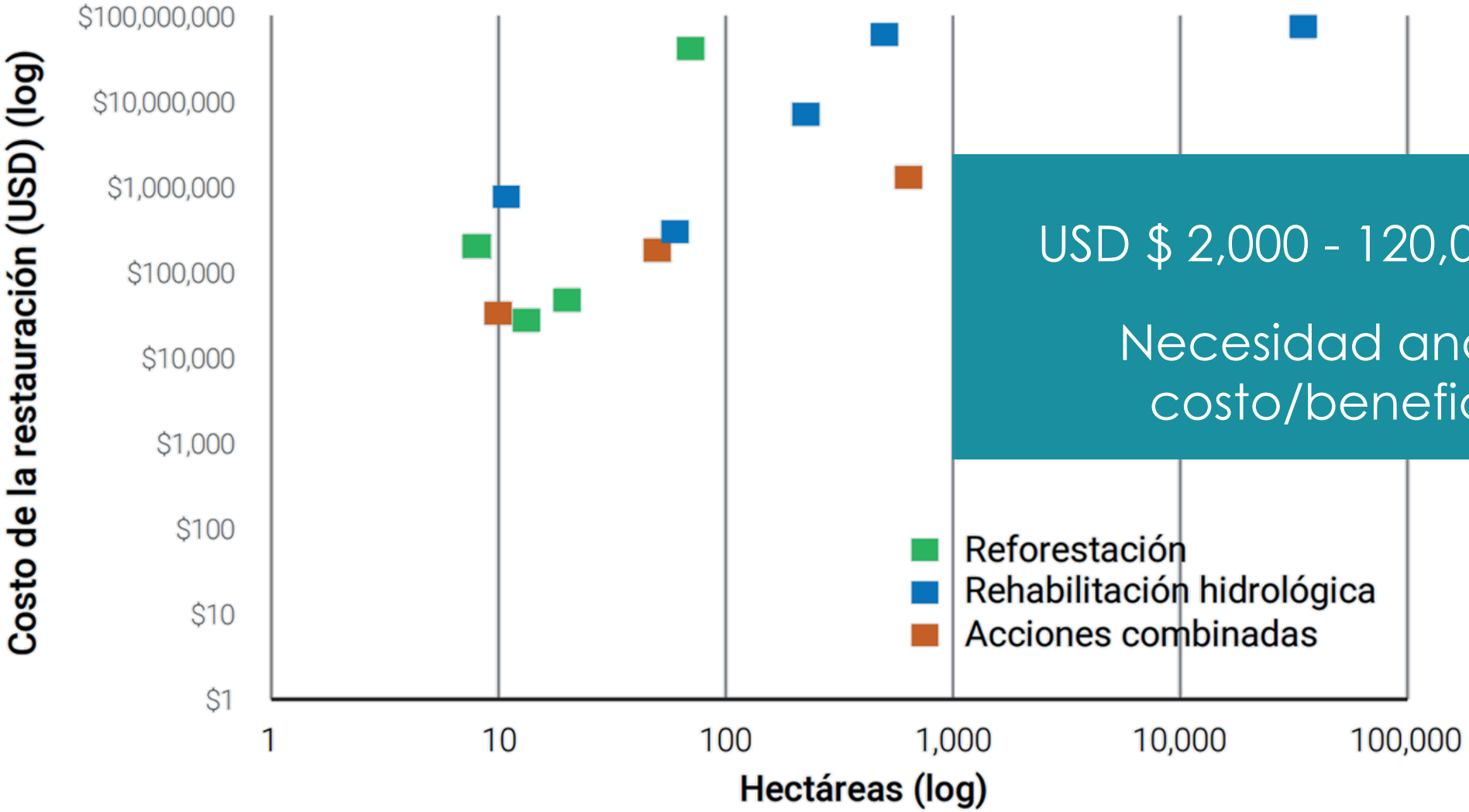
# ¿Cómo se ha realizado la restauración?



# Extensión de los proyectos de restauración



# Costo de la restauración en el Gran Caribe

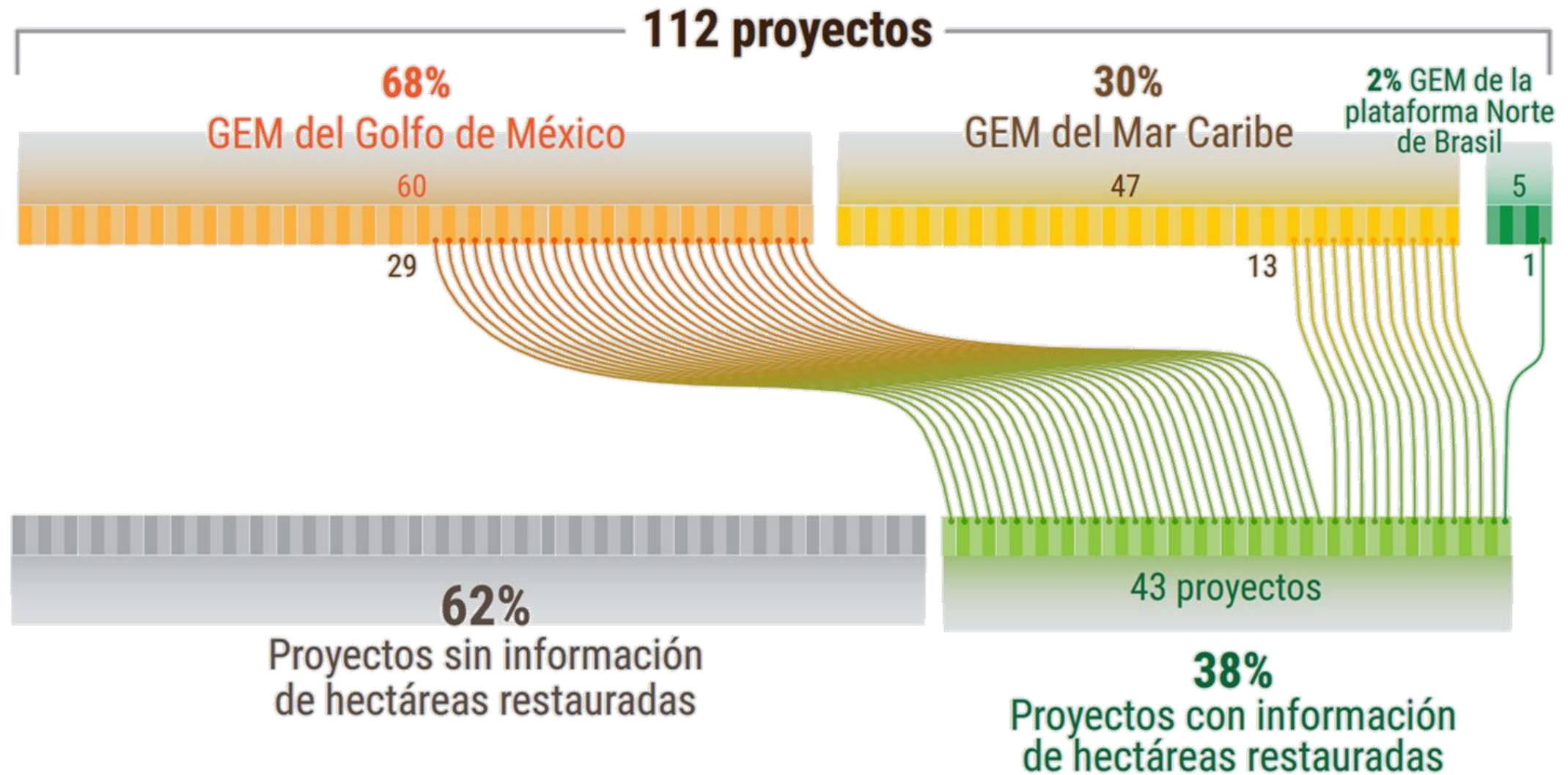


USD \$ 2,000 - 120,000 / ha

Necesidad análisis costo/beneficio

- Reforestación
- Rehabilitación hidrológica
- Acciones combinadas

# Resultados de la restauración en el Gran Caribe



# La restauración en el Gran Caribe

Reforestación y rehabilitación hidrológica principales acciones de restauración

No se refleja la capacitación a comunidades y actores involucrados

Falta reportar costos, necesidad de análisis costo- beneficio, mostrar el éxito o no éxito

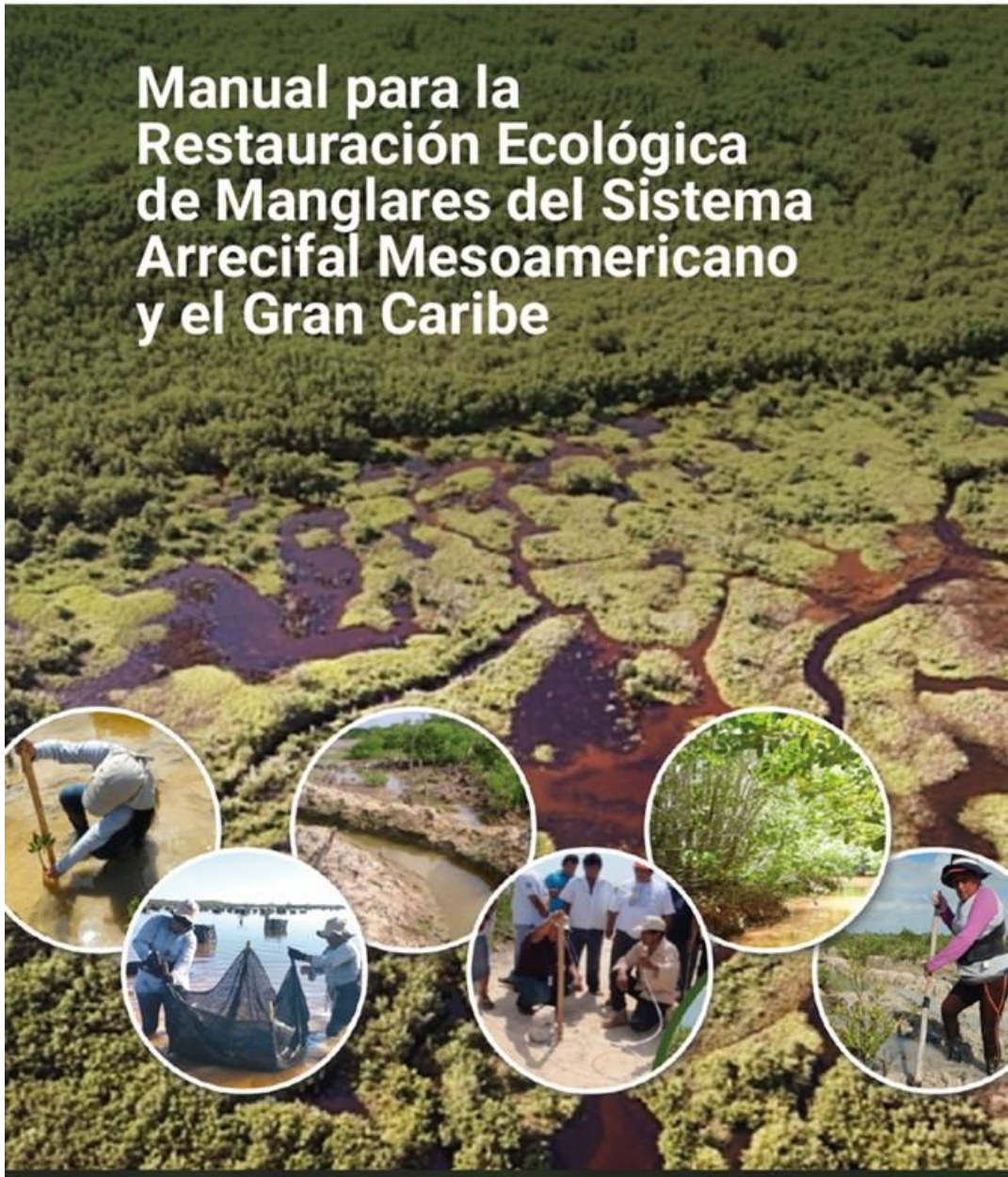
Estrategia de restauración ecológica que haga mas eficiente y eficaz la restauración

# Manual para la Restauración Ecológica de Manglares del SAM y el Gran Caribe

Dr. Claudia Teutli-Hernández, Dr. Jorge Alfredo Herrera Silveira, Dr. Diana Cisneros-de la Cruz, Dr. Daniel Arceo-Carranza, Biol. Mar. Andrés Canul-Cabrera, M. C. Javier Pedro Toral-Robles, Biol. Oscar Pérez-Martínez, Q. I. Daniela Sierra-Oramas, Biol. Karla Zenteno, Biol. Heimi Us-Balam, Biol. Eunice Pech, Dr. Francisco Comín.



# Manual para la Restauración Ecológica de Manglares del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe



# Estrategia de restauración ecológica de manglares



1

# Conformación del grupo de trabajo



Acuerdos institucionales o de grupo



Continuidad y apropiación del ecosistema y los servicios que provee.



Planeación e implementación de la restauración ecológica



Sustentabilidad financiera y responsabilidad social



# 2

## Identificación del sitio y definición de objetivos y metas



### Sitio conservado cercano

Permite asegurar la disponibilidad de propágulos y semillas y así evitar el uso de viveros, disminuyendo el costo de restauración.



### Accesibilidad al sitio

Considerar el tiempo y costo para los viajes, fácil de ubicar, el sitio pueda ser usado con fines de demostración y capacitación.



### Certeza y cantidad de financiamiento

El monto del financiamiento está relacionado con la accesibilidad del sitio, el área, el nivel de deterioro, entre otros.



### Permisos de la autoridad y consenso de la comunidad

Tener el permiso de la autoridad y consentimiento de la comunidad autóctonas antes de iniciar los proyectos de restauración.



### Factores de presión antrópica

Se deben considerar las presiones antrópicas del sitio y el cambio de uso de suelo para la viabilidad a largo plazo.



### Objetivo del área a restaurar

El área debe adecuarse al objetivo que se desea alcanzar.



### Oportunidad para ciencia y educación ciudadana

Cuál es el potencial educativo y de investigación con el desarrollo del proyecto.



### Fuente de agua cercana

Ubicar fuentes de agua (dulce/salobre/salada), para permitir la desalinización del sitio o salinización según sea el caso.



### Beneficios a la comunidad

Beneficios directos a la comunidad (pesca, madera, apicultura, etc.).



### Seguridad

Evitar poner en riesgo a las personas involucradas en las acciones de restauración de los sitios seleccionados.



### Vinculación con otros proyectos

El intercambio de experiencias e información de proyectos que se hayan ejecutado.



### Tenencia de tierra y estatus de protección

Se debe contar con algún tipo de seguridad jurídica que, permita que la restauración y sus beneficios perduren en el tiempo.



### Nivel de perturbación

Considerar de acuerdo con los recursos disponibles y el costo de las acciones necesarias para su recuperación.

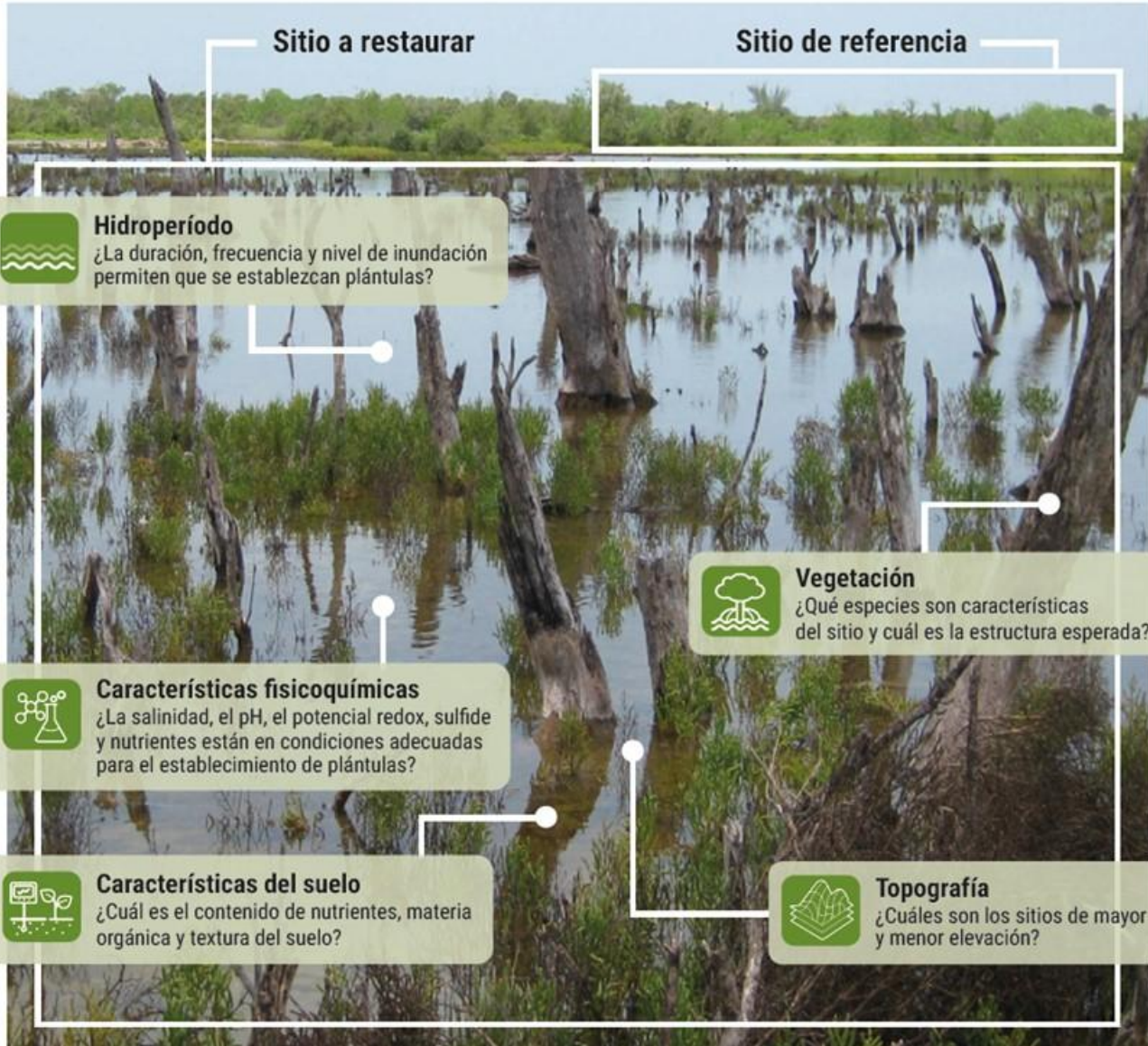
## Criterios para seleccionar el sitio...

Por ejemplo, iniciar con:

- el **menos degradado**
- el **de más fácil acceso**
- un **área pequeña**
- un **área segura...**

# 3

## Ecología Forense



## Permite identificar:

-¿De qué y por qué se murió el manglar?  
**“CSI-Mangrove”**

-¿Cuál ha sido el **uso histórico** del manglar?

-¿Cuál es el **contexto socio-económico** general del sitio?



SOCIOECONOMIC

# Técnicas y materiales: para diferentes presupuestos

Generales



Cinta flagging



Tubos PVC 1"



GPS



Marcadores indelebles



1. Topografía



2. Hidrología



3. Características fisicoquímicas



4. Suelo



5. Vegetación



Topografía



Mangueras de plástico



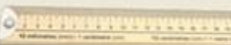
Cinta métrica 50 m



Reglas de madera 1 m



Hidrología



Reglas de madera 1 m



Características fisicoquímicas



Termómetro



Refractómetro



Tiras indicadoras pH



Electrodos de platino y multímetro

Temperatura

Salinidad

Potencial Redox

Multiparamétrico \*Recomendable

pH



Suelo



Tubos PVC 2" con tapa



Bolsitas herméticas



Reglas de madera 1 m

Jeringa de 20ml con tubo de acrílico



Vegetación



Flexómetro



Cinta métrica



Cinta diamétrica \*Recomendable



Clinómetro



Vernier



Placas de aluminio

# 4

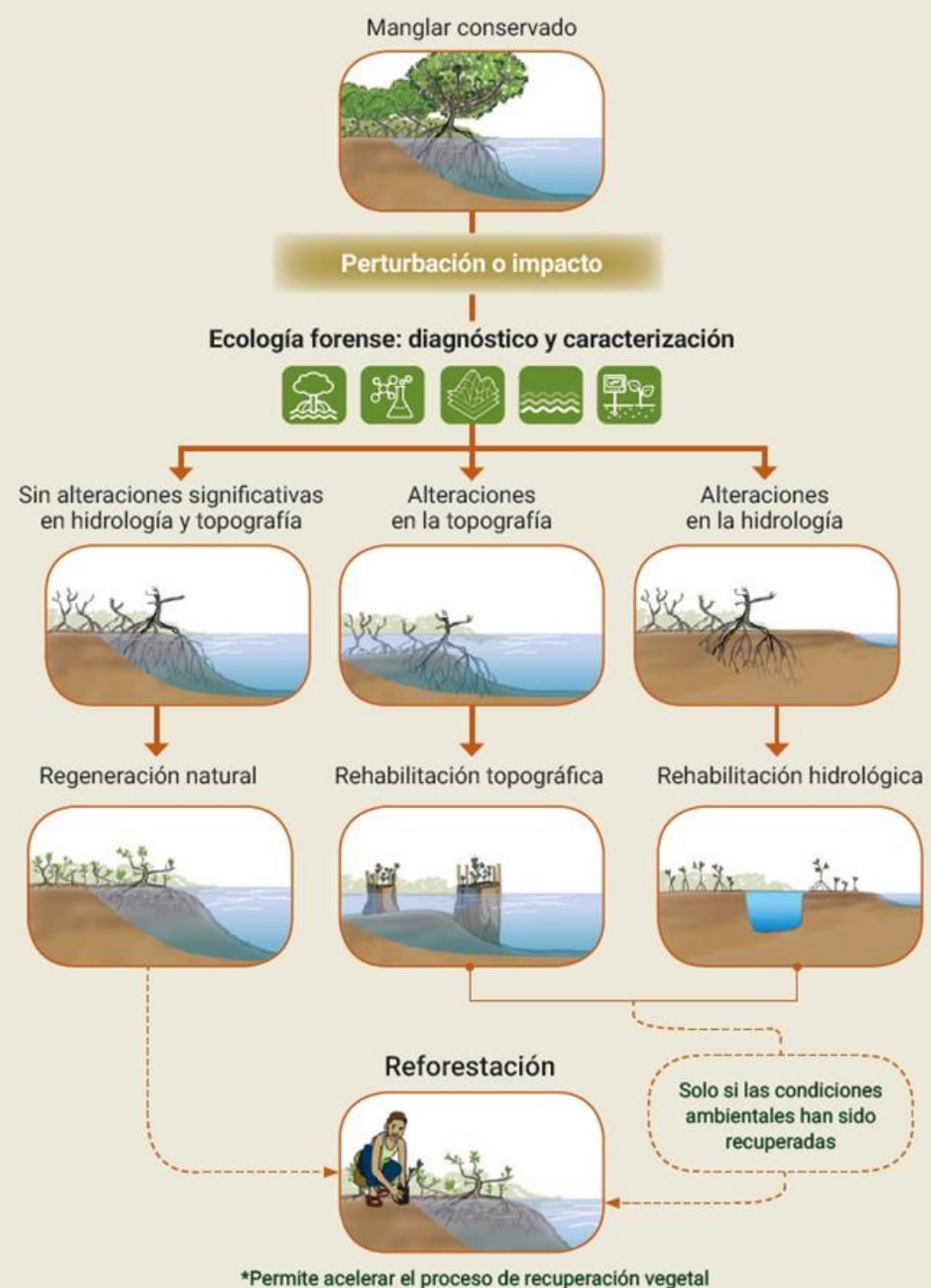
## Acciones de restauración



### Plan de Acción:

A partir de los resultados de la Ecología Forense se utilizan acciones específicas para cada sitio:

“el traje hecho a la medida”



# Acción única o conjunto de acciones: continuo R-pasiva-R-activa



## 1. Rehabilitación hidrológica



### Rehabilitación Hidrológica

**Objetivo:** Restablecer la hidrología a través de la reconexión de los flujos hídricos con las fuentes de agua dulce y/o marina- salobre en la zona degradada, con el fin de restaurar el nivel, duración y frecuencia de la inundación que restaure las condiciones fisicoquímicas del agua y el suelo.

- Desazolve de canales naturales
- Habilitación de canales nuevos
- Desazolve de pasos de agua



### Rehabilitación Topográfica

**Objetivo:** Modificar el nivel del terreno que permita restablecer los patrones y niveles de inundación apropiados para el establecimiento y crecimiento de la vegetación.

- Remoción de sedimento (reducción topográfica)
- Centros de dispersión (elevación topográfica)



### Reforestación

**Objetivo:** Acelerar la recuperación de la estructura y función del manglar. Se implementa solo si las condiciones ambientales son adecuadas para el establecimiento y supervivencia de las plántulas

- Siembra directa
- Vivero



## 2. Rehabilitación topográfica



## 3. Reforestación





# 1. Rehabilitación hidrológica



Desasolve de pasos de agua



Desasolve de canales naturales



Habilitación de canales nuevos



## Habilitación de canales nuevos

### Recomendación



La excavación puede realizarse por capas, al menos a 1 m de profundidad o donde lo permita la roca madre. Se debe tratar de imitar la configuración natural de los canales.



Se deben combinar trazos rectos y curvos, a manera de zig-zag, para que el flujo-reflujo del agua sea escalonada, lo que disminuye la erosión y el mantenimiento de los canales.



1 Diseñar la red de canales

2 Trazado y marcaje del trayecto

3 Excavación de canales



La mejor época para su elaboración es durante la época de seca o de menor precipitación.



- Google Earth ©
- Equipo de cómputo



- GPS
- Tubos PVC y cintas



- Puede ser manual con picos y palas o con maquinaria

### Nivelación de las orillas de los canales



Las orillas de los canales habilitados deben ser niveladas para que los flujos de agua puedan influencia una mayor área.



## 2. Rehabilitación topográfica



Remoción de sedimento



Centros de dispersión

### Remoción de sedimento (Reducción topográfica)



El análisis topográfico y la referencia de un cuerpo de agua permite identificar el nivel adecuado para el establecimiento de plántulas.



El material removido se recomienda transportarlo en zonas de menor nivel o ser usado para acondicionar centros de dispersión.



- Palas y rastrillos
- Carretillas
- Bolsas resistentes
- Embarcación simple (alijo, canoa, etc.)

**1** Reducción del sedimento acumulado

**2** Transportación del sedimento



Rastrillado o arado del sedimento acumulado en los bordes del canal



Distintos medios de transporte para trasladar el sedimento a las partes bajas o sirva de relleno en los centros de dispersión



### 3. Reforestación



San Martín, Mullet Bay, Nature foundation, 2019

Siembra directa / Viveros

### Reforestación



Colecta de propágulos y semillas

Siembra y trasplante



La reforestación se debe realizar únicamente cuando las condiciones sean favorables para su establecimiento



**Formar conglomerados**  
**Semillas:** 10 por m<sup>2</sup>.  
**Propágulo:** 5 por m<sup>2</sup> con una talla mínima de 15 cm, excepto en propágulos de manglar tipo chaparro.



**Origen de los propágulos**  
El material vegetal para restaurar debe ser recolectado de las zonas conservadas aledañas al sitio.



**Selección de especies**  
La reforestación debe considerar la autoecología de la especie, así como las especies presentes en el sitio de referencia..

# 5

## Monitoreo



### 1. Indicadores ecológicos



### 2. Indicadores socioeconómicos



Socioeconómicos



Ecológicos

Participación colaborativa

Valoración social del ecosistema

Impacto económico

Políticas públicas y financiamiento

Hidrología

Regeneración natural

Estructura y composición de la vegetación

Macroinvertebrados y vertebrados

Propiedades fisicoquímicas

Paisaje

Biológicos

# Seleccionar indicadores de **corto, mediano y largo plazo**

| Criterio                                  | Indicadores   | Plazo de respuesta |
|---|---|--------------------|
| Hidrología                                |   |                    |
| Hidroperíodo                              | Frecuencia de inundación  | Corto              |
|   | Nivel de inundación   |                    |
|   | Tiempo de inundación  |                    |
| Biológicos                                |   |                    |
| Estructura y composición de la vegetación | Altura, densidad, diámetro, área basal, índice de valor de importancia (IVI), cobertura vegetal, abundancia, densidad, diversidad, índices de diversidad, riqueza | Largo              |
| Regeneración                              | Reclutamiento, tasa de supervivencia, composición   | Medio              |
| Macroinvertebrados y vertebrados          | Presencia/ausencia de grupos funcionales (peces, aves, moluscos, aves):   | Corto-Largo        |
|   | Abundancia, densidad, diversidad, riqueza   | Corto-Largo        |
| Variables fisicoquímicas                  |   |                    |
|   | Salinidad intersticial y superficial  | Medio              |
|   | pH  |                    |
|   | Potencial redox   |                    |
|   | Temperatura   |                    |
|   | "Sulfide" (H <sub>2</sub> S)  |                    |
|   | Nutrientes (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )                          |                    |
| Sedimento                                 |   |                    |
|   | Materia orgánica del suelo, densidad aparente   | Largo              |
|   | Grosor de los estratos, textura y coloración del sedimento  |                    |
| Análisis de paisaje                       |   |                    |
|   | Cobertura vegetal, fragmentación  | Largo              |
|   | Flujos de materia orgánica y nutrientes   |                    |

| Criterios                           | Indicadores   |
|-------------------------------------|---|
| Participación colaborativa          | Número de instituciones/organizaciones/sectores participantes   |
|                                     | Acuerdos institucionales creados  |
|                                     | Percepción del cumplimiento de los objetivos por sector (representantes)  |
| Valoración social del ecosistema    | Percepción de la sociedad sobre el ecosistema   |
|                                     | Participación de la comunidad (número de participantes y permanencia)   |
|                                     | Implementación de talleres de educación ambiental, capacitaciones y cursos: (número de actividades e instituciones o grupos beneficiados, asistencia) |
| Sustentabilidad económica           | Análisis costo-beneficio  |
|                                     | Cantidad de empleos generados / empresas contratadas  |
|                                     | Auto sustentabilidad de la comunidad (generación de oportunidades de aprovechamiento sustentable)   |
|                                     | Valoración económica de servicios ecosistémicos recuperados   |
|                                     | Número de familias beneficiadas   |
|                                     | Número de jornales durante las diferentes fases del proyecto  |
| Políticas públicas y financiamiento | Disponibilidad de financiamiento sostenible   |
|                                     | Aumento de inversión en conservación y restauración   |
|                                     | Influencia en políticas públicas  |



## Actividad continua



Antes, durante y después del proyecto de restauración

### Vinculación

La necesidad de vincular positivamente a agentes locales/regionales a la práctica (informar, consulta, educar, participar).

### Socialización

Compartir experiencias, beneficios, forma (usos futuros del espacio restaurado) y fondo (eficiencia y equidad de los beneficios de la restauración).

### Gobernanza

Comunicación, distribución de papeles entre participantes, transparencia.

Difusión: popular, educativa y científica

# Uso de este manual

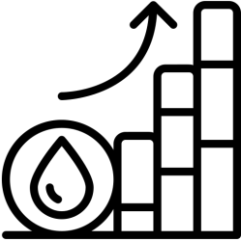
Este manual se presenta como **un documento de referencia** para quienes trabajan en este campo, **para guiar** a los implementadores, ejecutores de proyectos, diseñadores, consultores y financiadores **en el desarrollo de proyectos de restauración ecológica** de manglares en la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe



# Sugerencias



- **Aumentar y documentar** el número de **proyectos de restauración** en la región del Gran Caribe



- Implementar **estrategias** que **maximicen** la relación **costo-beneficio**



- Incentivar la **sinergia entre los actores** en el proceso de restauración



- Continuidad del **fortalecimiento de las capacidades** de las comunidades locales

# Sugerencias



- **Favorecer la apropiación del sitio** por parte de las comunidades locales manteniendo la continuidad de las funciones del ecosistema.



- Realizar llamados regionales y locales para la **protección de los manglares**



- Promover la articulación entre sectores e instituciones para **optimizar los esfuerzos y los recursos**

# Manual para la Restauración Ecológica de Manglares del SAM y el Gran Caribe

Dr. Jorge Alfredo Herrera Silveira, Dr. Claudia Teutli-Hernández, Dr. Diana Cisneros-de la Cruz, Dr. Daniel Arceo-Carranza, Biol. Mar. Andrés Canul-Cabrera, M. C. Javier Pedro Toral-Robles, Biol. Oscar Pérez-Martínez, Q. I. Daniela Sierra-Oramas, Biol. Karla Zenteno, Biol. Heimi Us-Balam, Biol. Eunice Pech; Dr. Francisco Comín

