

RESTAURACIÓN CON MANGLE PIÑUELO (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*) DE ÁREAS ALTERADAS EN EL BOSQUE INUNDABLE DE MANGLAR EN UNA REGIÓN DEL PACIFICO

Data de aceite: 01/03/2024

José A. Berdiales

Tecno Manglares Forest, Panamá,
Panamá

Carlos González

Universidad Autónoma de Chiriquí,
Panamá

Aracelly Vega

Universidad Autónoma de Chiriquí, Centro
de Investigación en Recursos Naturales,
Panamá

RESUMEN: En la vertiente del pacífico panameño se encuentran alrededor de unas 170 000 hectáreas de bosque de manglar de las cuales los manglares ocupan el 25 % de la superficie existente. El trabajo tuvo como finalidad la rehabilitación de 33 hectáreas en el bosque inundable, en él se determinó la ubicación del polígono georreferenciado para el diseño de un mapa cartográfico. Esta restauración se realizó con la especie *Pelliciera rhizophorae* producida en vivero. El sitio seleccionado para la restauración estuvo invadido por el helecho *Acrostichum aureum* el cual fue cortado con machete previamente y luego se procedió a la restauración con 20 592 plantones en el

periodo de junio del 2013. El año siguiente se establecieron 18 parcelas de monitoreo distribuidas al azar dentro del polígono de las 33 hectáreas. A partir del 2014 y hasta el 2017, se midieron 900 arbolitos de *Pelliciera*. La altura promedio que alcanzaron los árboles fue de 205,1 cm promedio y hubo un 1,7 % de mortalidad. El *Acrostichum* fue controlado a medida que iban creciendo los plantones de mangle piñuelo durante 4 años y los resultados durante los cinco años es que se pudo estabilizar el equilibrio ecológico del ecosistema de manglar.

PALABRAS-CLAVE: Restauración, bosque inundable, *Pelliciera rhizophorae*, manglares, *Acrostichum aureum*.

RESTORATION WITH PIÑUELO MANGROVE (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*) OF ALTERED AREAS IN THE FLOODED MANGROVE FOREST IN A PACIFIC REGION

ABSTRACT: On the Panamanian Pacific slope there are around 170 000 hectares of mangrove forest, of which mangroves occupy 25 % of the existing surface. The purpose of the work was the rehabilitation of 33 hectares in the floodable mangrove

forest in which the location of the polygon was determined, which was geo-referenced for the design of a cartographic map. This restoration was carried out with the *Pelliciera rhizophorae* species produced in the nursery. The site selected for the restoration was invaded by the fern *Acrostichum aureum* which was previously cut with a machete and then proceeded to the restoration with 20 592 seedlings in the period of June 2013. The following year, 18 randomly distributed monitoring plots were established within the 33-hectare polygon. From 2014 to 2017 900 *Pelliciera* trees were measured. The average height reached by the trees was 205,1 cm and there was 1,7% mortality. The *Acrostichum* was controlled as the piñuelo mangrove seedlings grew for 4 years and the results during the five years is that the ecological balance of the mangrove ecosystem could be stabilized.

KEYWORDS: restoration, floodplain forest, *Pelliciera rhizophorae*, mangrove, *Acrostichum aureum*.

INTRODUCCION

Los manglares se localizan al sur de la ciudad de David, en la desembocadura del río Chiriquí; ocupan 1,6 % de esta cuenca. Entre los beneficios que ofrece este ecosistema está la protección de la costa contra la erosión provocada por el oleaje y el viento, la moderación de los efectos producidos por tormentas costeras y ciclones, constituyendo, además, el refugio y hábitat para una amplia diversidad de vida silvestre, especialmente avifauna. En Panamá se cuenta con dos de las diecinueve especies de Rhizophorae; dos de las ocho de Avicenniaceae, dos de las cinco Combretaceae; y la única Pellicieraceae en el continente. Esta última se encuentra tanto en el Atlántico como en el Pacífico panameño. De igual forma se encuentra el *Acrostichum aureum* de la familia Pteridaceae.

El problema de la población de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en el estero Pedregal, sobre una superficie de 1 800 hectáreas, puede atribuirse, especialmente, al aumento de la población, la ganadería y la agricultura extensiva en detrimento del bosque de manglar. El objetivo de esta investigación fue determinar el crecimiento del mangle piñuelo en una zona donde una especie de helecho se ha convertido en una amenaza en su hábitat. La participación comunitaria jugó un rol muy importante en la integración de miembros de la comunidad de Pedregal, en la ejecución de la restauración de unas 33 hectáreas de manglar.

Pelliciera rhizophorae (mangle piñuelo) es una especie que tiene una distribución limitada y desigual, en Nicaragua (Bluefields), Panamá (Bocas del Toro, Bahía las Minas) y Colombia (bahías de Cartagena y Barbacoa). También hay algunos parches pequeños de esta especie en las costas del Pacífico de Colombia, Costa Rica, Panamá y Ecuador (Fuchs, 1970; Jiménez, 1984) y el suroeste de Nicaragua. El área de ocupación de esta especie se estima entre 500 km² y 2 000 km²; es una especie nativa de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panamá. La biología de la población de esta especie no ha sido estudiada con gran detalle. Las poblaciones son generalmente pequeñas y están restringidas a una banda

estrecha de salinidad. Es un árbol pequeño (5-10 m) que crece en sustratos fangosos con cantidades variables de arena y turba de manglar, ocasionalmente con fragmentos de coral. Su presencia está vinculada a un suministro de agua dulce. Es un componente menor de las áreas no perturbadas, pero se convierte en una densa población en las áreas donde se eliminaron los árboles si se dispone de agua dulce (Caldern-Saenz, 1984). *Pelliciera* puede ser más sensible a las altas salinidades del suelo que otros manglares neotropicales. Crece mejor en suelos húmedos, inundados superficialmente en mareas altas y en suelos firmes, arenosos y ligeramente elevados que se encuentran en las áreas de intercambio. Esta especie no se encuentra en las salinidades del suelo superiores a 37 ppt (Winograd, 1983; Jiménez, 1984). Esta especie tiene una distribución restringida, probablemente reducida. En un estudio realizado a principios de la década de 1990 en Nicaragua, solo unos pocos individuos de *P. rhizophorae* se registraron en Bluefields. Los informes incluyeron diez plántulas y un árbol joven en 0,15 ha, pero no adultos en esta localidad (Roth and Grijalva, 2016).

En Colombia, *P. rhizophorae* se encuentra en la bahía de Cartagena en el lado sur cerca del río y en la bahía de Barbacoas (Caldern-Saenz, 1984). En Panamá, *P. rhizophorae* se encuentra en Bahía Las Minas, donde ocurre como individuos aislados dentro de un manto de aproximadamente 1 200 hectáreas (Duke, Pinzón M. and Prada T, 1997). En la costa del Pacífico de Costa Rica, esta especie se encuentra en Tamarindo y Puntarenas, dentro de una distribución estimada de dos hectáreas (Ellison, Farnsworth and Moore, 2010).

Pelliciera fue incluido como Vulnerable en la Lista Roja de Plantas Amenazadas de la UICN de 1997, pero no fue evaluado para su inclusión en la Lista Roja de árboles amenazados de la UICN de 1998.

El *Acrostichum aureum* es una especie oportunista que se desarrolla después de la tala de árboles, se adapta en suelos salobres y puede alcanzar una altura de hasta 2 m. En muchas partes del mundo ha sido considerada una plaga vegetal que interfiere con el crecimiento y regeneración de los árboles de mangle (Medina *et al.*, 2014).

Esta experiencia es la primera que se realiza en Panamá con la especie *Pelliciera rhizophorae* en la recuperación de ecosistemas afectados por actividades antrópicas.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto se realizó en los manglares de Pedregal, provincia de Chiriquí, situados en la llanura litoral del Pacífico, a unos 24,4 m sobre el nivel del mar. Las costas, en general, son bajas, pantanosas y cubiertas por manglares. Su principal accidente costero es el amplio golfo de Chiriquí, de aguas profundas, que se extiende desde Punta Burica hasta Las Palmas, en Veraguas, abarcando toda la costa de la provincia chiricana (Trejos *et al.*, 2007).

El clima donde se ubica el proyecto mantiene una temperatura media anual registrada de 26 °C y la estación lluviosa se caracteriza por una precipitación entre 2 000 y 3 400 milímetros de lluvia por año. Cuenta también con una estación seca definida. Entre las especies de mangle encontradas están: mangle piñuelo (*Pelluciera rhizophorae*), alcornoque (*Mora oleífera*) y sangrillo (*Pterocarpus officinalis Jacq*). También se encuentran otras especies como la negra jorra (*Acrostichum aureum*), lirio de manglar (*Crinum sp.*) y mangle marica (*Tabebuia palustris*) que crecen y se desarrollan en asociados en las desembocaduras de los ríos, especialmente en bosque de ciénaga.

MORFOLOGÍA DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR

El sitio seleccionado para la restauración de las 33 hectáreas siguió los parámetros de morfología del lugar, como la topografía, hidrología, ecología, similar unidad de hábitat del manglar y propiedades del suelo, como la concentración de salinidad edáfica y el estado de las mareas (Twilley and Rivera-Monroy, 2014) (figura 1).

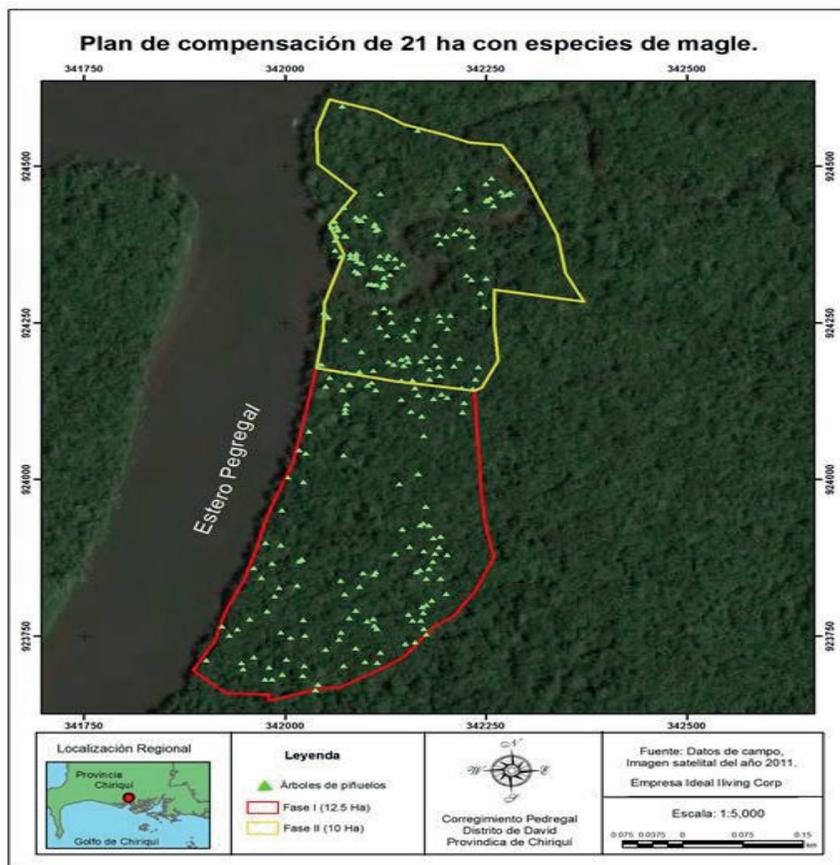


Fig. 1 Localización y vista área del bosque inundable. Árboles adultos de mangle piñuelo representados en color verde caña

METODOLOGÍA

La restauración se realizó cerca del estero Pedregal en un polígono de 33 hectáreas, ubicadas en el bosque inundable que tiene unas 1 800 hectáreas (Tovar, 2008).

Las actividades realizadas para recuperar la población de mangle piñuelo en el estero Pedregal fueron las siguientes:

Se geo referenció la zona con la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida bajo un sistema de coordenadas y datum específicos. Es una operación habitual dentro de un sistema de información geográfica (SIG). A través de esta herramienta se levantaron las coordenadas con un GPS marca Garmin, serie eTrex 20 y un error de 3 m aceptables. Las coordenadas fueron tomadas en el sistema WGS84, Canal Zone 17, coordenadas UTM. Una vez georreferenciado el sitio se procede a analizar la información, se descargan las coordenadas y se ubica una imagen satelital para identificar otros sitios no vistos en campo, es allí cuando se inició el procesamiento y depuración de datos. Toda la periferia del polígono fue señalizada cada 100 metros con cintas plásticas adhesivas.

Reforestación. Actividades realizadas

Se confeccionó un vivero de mangle, para el que se seleccionó un área cerca de un estero, con condiciones del terreno planas, con el propósito de permitir la entrada y salida del agua a través de la subida de las mareas. Esta área se ubica en la comunidad de Pedregal, distrito de David.

La recolección de las semillas se hizo a lo largo de una semana, en forma manual. En total se recolectaron 20 625 semillas maduras de mangle piñuelo durante la marea baja. Estas fueron colocadas en tanques plásticos de 5 galones, y posteriormente fueron trasladadas en bote al vivero.

En el vivero se colocaron, en el suelo o en el fango del manglar, varas de dos metros de ancho por siete metros de largo, denominando a esta estructura camas germinativas las cuales se colocaron a una profundidad de 5 cm. Se construyeron, en total, doce camas germinativas dejando un metro de separación entre camas. Estas camas fueron, posteriormente, rellenadas con fango como sustrato para el crecimiento del mangle piñuelo. Este fango fue transportado en bote desde el área donde había un desarrollo de árboles de mangle piñuelo hasta el vivero. Una vez rellenadas las camas germinativas con fango se procedió a la siembra de las 20 625 semillas. Las semillas se mojaban con las mareas altas propiciando las condiciones ambientales naturales para su crecimiento. En un periodo de 35 días desarrollaron 4 hojas y su sistema radicular.

La limpieza del sustrato con presencia del helecho *Acrostichum aureum* se ejecutó con machete, cortando una hectárea por día. Las hojas del helecho, una vez cortadas,

se dejaron en el suelo para que su descomposición sirviera como materia orgánica. Los arbolitos producto de la regeneración natural, rezagados en su crecimiento, fueron mantenidos en el área para que pudieran crecer sin la competencia del helecho. Durante el primer año y hasta el cuarto año se realizaron 4 limpiezas, cada cuatro meses, y durante el quinto año, solo dos limpiezas semestrales.

En el polígono seleccionado de las 33 hectáreas en el bosque inundable de manglar se realizó, en el 2013, la siembra en tres fases:

- I. fase: del 30 julio al 7 de agosto 2013 se sembraron 7 500 plántones para reforestar 12 ha;
- II. fase: del 7 al 12 de noviembre se reforestaron 6 875 plántones en 11 hectáreas;
- III. fase: del 12 al 17 de diciembre se sembraron 6 250 plántones en 10 hectáreas.

La reforestación se realizó sembrando 625 plántones de *Pelliciera* en cada hectárea. La siembra de los plántones se realizó en forma dispersa. Esta técnica de siembra se aplicó para no crear competencias de espacio, luz, nutrientes y agua con la regeneración natural de las otras especies existentes de árboles y arbustos en el ecosistema.

En el 2014 se establecieron 18 parcelas distribuidas al azar en todo el polígono de las 33 hectáreas que permitieron evaluar el crecimiento de los plántones. Para cada parcela se georreferenciaron sus coordenadas con un GPS; después, se ubicó su posición geográfica dentro del mapa del polígono de las 33 hectáreas. En cada parcela se seleccionaron 50 arbolitos de *mangle piñuelo* a los cuales se les practicaron mediciones de altura, formación de número de ramas principales, estimándose la mortalidad. Se realizaron seis mediciones, dos por año, una durante la estación lluviosa y otra durante la estación seca, desde el 2014 hasta el 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proliferación del *Acrostichum aureum*, debido a la deforestación, ha sido uno de los factores que impide el crecimiento de todas las especies de árboles que habitan los ecosistemas de manglar a través de la regeneración natural. Este helecho oportunista, que se desarrolla después de la tala del manglar, crece bien en suelos salobres; desarrolla rizomas, y, en su base, varias hojas hasta alcanzar cuatro metros de largo. La densidad de una planta a otra es casi de unos 0,50 centímetros y la cobertura del bosque de 1 800 hectáreas tiene un 70 % invadida por este helecho.

Alturas promedio de los árboles de *Pelliciera rhizophorae*

Las mediciones realizadas en 900 árboles de dieciocho parcelas, de un total de 20 625 plantones, representaron el 4,36 % de los árboles reforestados. Se realizaron seis mediciones desde 2014 al 2017. En la figura 1 se presenta la altura promedio en las dieciocho parcelas durante las seis mediciones y otros datos resultantes durante estas mediciones.

A través del cálculo de la desviación estándar se pudo verificar la dispersión de la altura de los árboles. Desde la primera medición hasta la tercera se puede observar una desviación en las mayores alturas de 0,60 cm a 0,90 cm; en los árboles de menor altura, los resultados van desde 0,40 cm hasta 0,50 cm durante los primeros 602 días. En la cuarta medición, los árboles de *Pelliciera* alcanzaron alturas promedio de 114,3 cm. Algunos árboles lograron alcanzar alturas mayores, de hasta 140 cm, transcurridos unos 806 días. En la quinta medición, los árboles de *Pelliciera* siguieron mostrando un mayor crecimiento hasta alcanzar una altura promedio de 135,8 cm, durante unos 996 días transcurridos. En esta medición se pudo observar alturas mayores, hasta 150 cm. El mayor incremento en altura (205,1 cm) se observó en la sexta medición.

Los árboles de mayor altura llegaron a medir 245,5 cm, y los de menor rango de altura, alrededor de 190,0 cm.

Desde la primera medición hasta la sexta se pudo apreciar que los arbolitos de *Pelliciera* crecieron de forma lineal en el tiempo. Esto corrobora que el área de bosque inundable o zona estuarina es apropiada para su desarrollo.

La figura 2 presenta los datos de la media y la desviación típica de las medidas de longitud de las alturas según los distintos muestreos, y la línea de tendencia de la curva, como una función polinomial de orden 6 (con un R2 de 1).

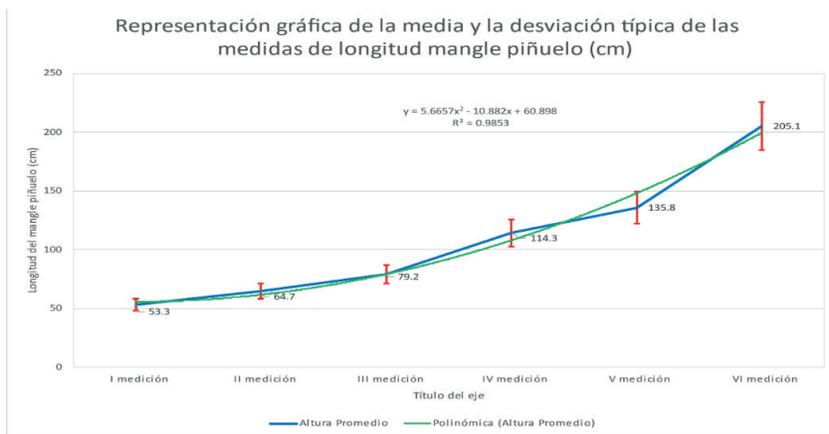


Fig. 2 Representación gráfica de la medida y la desviación de longitud del mangle piñuelo (cm)

La figura 3 permite observar los valores de árboles muertos por grupo de parcelas. Cada valor en un grupo de parcelas es una columna apilada de acuerdo con cada etapa de medición. El mayor número de árboles de mangle muertos se dio en las parcelas 3, 4 y 11.

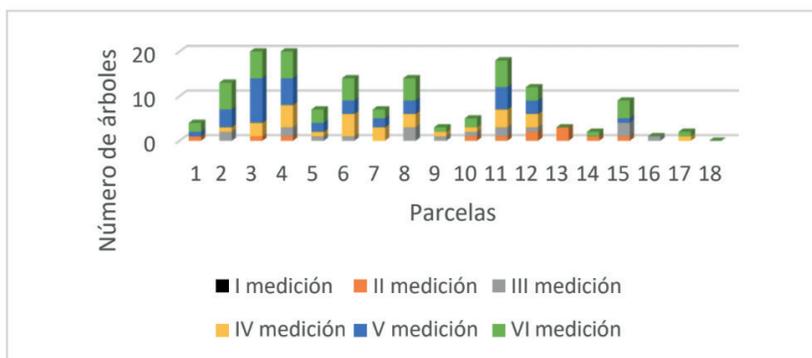


Fig. 3 Número de árboles de mangle muerto por etapa de medición

El porcentaje de la variación de la altura promedio de los árboles con respecto a la variación del número de ramas está representado en la figura 4. La correlación es positiva y muy fuerte entre las dos variables en estudio, con un R² de 92 %. De igual forma, la dispersión más fuerte se puede observar con un máximo de quince ramas y una altura de alrededor de 200 cm.

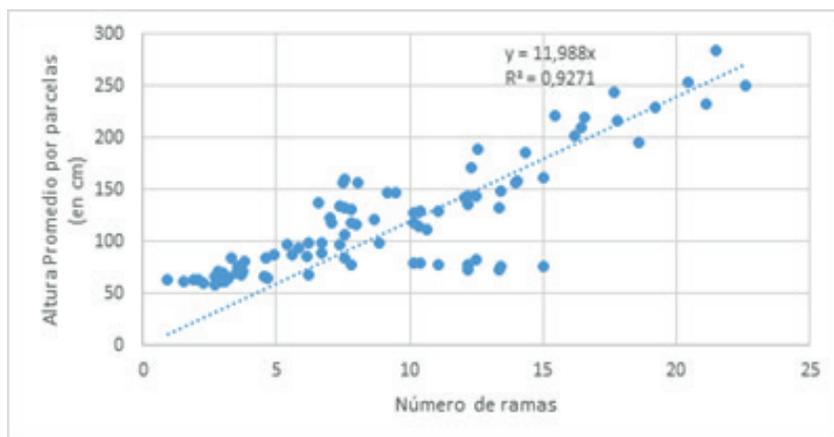


Fig. 4 Correlación entre la altura promedio de árboles por parcelas vs número de ramas.

Se obtuvieron alturas promedio de las seis mediciones finales en las dieciocho parcelas. Las plantas crecieron 11,33 cm en 195 días, de la primera a la segunda medición; de la segunda a la tercera medición, las plantas crecieron un promedio de altura de 14,58

cm en 160 días. De la tercera a la cuarta medición, las plantas crecieron, en promedio de altura, 35,07 cm en 204 días, mientras que, de la cuarta a la quinta medición, las plantas crecieron, en promedio de altura, 21,52 cm en 190 días. Finalmente, de la quinta a la sexta medición, las plantas crecieron, en promedio de altura, 69,23 cm en 475 días (figura 5).

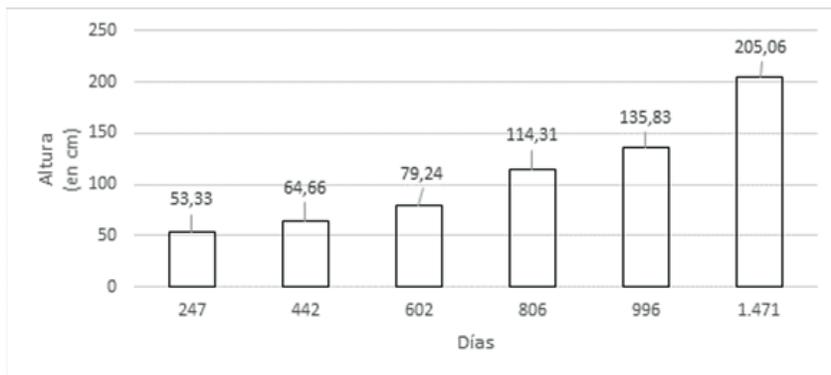


Fig. 5 Altura promedio de dieciocho parcelas de árboles de mangle

La formación de ramas principales fue otra medición registrada durante el crecimiento del mangle piñuelo. En la segunda medición, realizada en 442 días, se obtuvo un promedio de 2,92 ramas principales, y durante la tercera medición, en 602 días, se obtuvo un promedio de 9 ramas. En la cuarta medición, a los 806 días, se obtuvo un promedio de 7,27 ramas, mientras que, en la quinta medición, a los 996 días, se obtuvo un promedio de 11,02 ramas. Finalmente, en la sexta medición, transcurridos 1 471 días, el promedio de ramas fue de 15,08. Se pudo observar que el crecimiento fue proporcional a la formación de ramas a través del tiempo (figura 6).

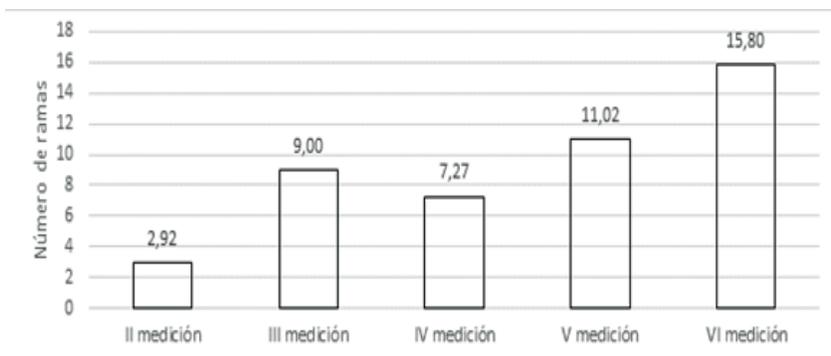


Fig. 6 Número de ramas de árboles de mangle por período de medición

CONCLUSIONES

Las condiciones naturales para producir los plantones en el vivero fue una técnica apropiada para obtener buenos resultados de sobrevivencia en el polígono de las 33 hectáreas. El uso del sustrato o lodo procedente del área en donde crecen los rodales de piñuelo y el agua salobre procedente de un estero, donde la hidrología del agua era similar sobre la base de las fluctuaciones de las mareas contribuyeron a la sobrevivencia de los plantones. En el vivero no hubo mortalidad y las plantas salieron con 4 a 6 hojas de su sistema radicular.

El control, a través de la corta del helecho, jugó un papel importante debido a que se le dio mayor entrada de luz a las otras especies, producto de la regeneración natural, para su crecimiento y desarrollo. Este control se mantuvo durante los cinco años del proyecto y se pudo observar que, durante el tercer año, el helecho fue perdiendo fuerza en el desarrollo de sus hojas y en su crecimiento.

Esta restauración se realizó en el hábitat donde crece el mangle piñuelo con condiciones ambientales y de salinidad semejantes. Solo se controló la especie invasora (helecho), y se utilizó el método de siembra dispersa al azar. Un total de 625 plantones fueron sembrados por hectárea, brindándole espacio a los árboles padres para que durante la diseminación de sus semillas estas no encontrarán competencia con los plantones reforestados. Se obtuvo una altura promedio de 205,06 centímetros y la formación de 15 ramas promedio durante los cuatro años de medición.

El éxito o fracaso de esta restauración está relacionada positivamente con el interés de las comunidades en apropiarse del proyecto y participar a lo largo del tiempo que dure éste.

AGRADECIMIENTO

De manera destacada mi aprecio y reconocimiento a los señores Víctor Díaz (Yako) y Manuel Díaz, pescadores y vecinos de la comunidad de Pedregal, quienes participaron de todas las actividades de reforestación y se involucraron en cada una de las mediciones de las parcelas del bosque de manglar en Pedregal, Chiriquí. A la Licenciada Yaniza Axpria (bióloga de la empresa Santa María), a la MSc. Yolani Robles por la revisión del documento. Al Dr. Carlos González quien realizó el análisis estadístico de los datos y la confección de los gráficos.

REFERENCIAS

Caldern-Saenz, E. (1984) 'Occurrence of the mangrove, *Pelliciera Rhizophorae*, on the caribbean coast of Colombia with biogeographical notes.', 35(1), pp. 105–110. Available at: <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1984/00000035/00000001/art00012?crawler=true>.

Duke, N. C., Pinzón M., Z. S. and Prada T, M. C. (1997) 'Large-scale damage to mangrove forests following two large oil spills in Panama', *Biotropica*, 29(1), pp. 2–14. doi: 10.1111/j.1744-7429.1997.tb00001.x. Ellison, A., Farnsworth, E. and Moore, G. (2010) '*Pelliciera rhizophorae*', *The IUCN Red List of Threatened Species 2010*, 8235.

Fuchs, H. P. (1970) 'Ecological and Palynological Notes on *Pelliciera Rhizophorae*', *Acta Botanica Neerlandica*, 19(6), pp. 884–894. doi: 10.1111/j.1438-8677.1970.tb00192.x.

Jimenez, J. A. (1984) 'A Hypothesis to Explain the Reduced Distribution of the Mangrove *Pelliciera rhizophorae* Tr. & Pl.', *Biotropica*, 16(4), p. 304. doi: 10.2307/2387939.

Medina, E. *et al.* (2014) 'Soil Salinity , Sun Exposure , and Growth of *Acrostichum aureum* , the Mangrove Fern Author (s): Ernesto Medina, Elvira Cuevas , Marianne Popp and Ariel E . Lugo Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2995279> . Rhizophora mu-', 151(1), pp. 41–49. Available at: <https://www.jstor.org/stable/2995279>.

Roth, L. and Grijalva, A. (2016) 'NEW RECORD OF THE MANGROVE PELLICIERA RHIZOPHORAE (THEACEAE) ON THE CARIBBEAN COAST OF NICARAGUA Author (s): Linda C .

Roth and Alfredo Grijalva Published by : New England Botanical Club, Inc . Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/23312792> REFERE', 93(874), pp. 183–186. Available at: <https://www.jstor.org/stable/23312792>.

Tovar, D. (2008) 'Propuesta Para El Establecimiento De La Nueva Area Protegida De Los Manglares Del Golfo De Chiriquí (Distritos De Alanje , David Y San Lorenzo)', p. 168.

Trejos, C. *et al.* (2007) 'Manejo y su Relación con la Pesquería en Panamá : Análisis de la relación existente entre las poblaciones de fauna marina de importancia económica con las del bosque de manglar , en la República de Panamá .', *CATHALAC (Centro del agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe)*, p. 84. Available at: [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/7986/Analisis de la relacion existente entre las pesquerias y los manglares- panama.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/7986/Analisis%20de%20la%20relacion%20existente%20entre%20las%20pesquerias%20y%20los%20manglares-panama.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Twilley, R. and Rivera-Monroy, V. (2014) 'Developing Performance Measures of Mangrove Wetlands Using Simulation Models of Hydrology , Nutrient Biogeochemistry , and Community Dynamics Author (s): Robert R . Twilley and Victor H . Rivera-Monroy Source : Journal of Coastal Research , , SPECIAL IS', (40). Available at: <https://www.jstor.org/stable/25736617>.

Winograd, M. (1983) 'Observaciones Sobre el Hallazgo de *Pelliciera rhizophorae* (Theaceae) en el Caribe Colombiano', *Biotropica*, 15(4), p. 297. doi: 10.2307/2387657.